

Andrade, Israel de Oliveira; Franco, Luiz Gustavo Aversa; Hillebrand, Giovanni Roriz Lyra

**Working Paper**

## Ciência, tecnologia e inovação nos programas estratégicos da marinha do Brasil

Texto para Discussão, No. 2471

**Provided in Cooperation with:**

Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

*Suggested Citation:* Andrade, Israel de Oliveira; Franco, Luiz Gustavo Aversa; Hillebrand, Giovanni Roriz Lyra (2019) : Ciência, tecnologia e inovação nos programas estratégicos da marinha do Brasil, Texto para Discussão, No. 2471, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/211418>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

TEXTO PARA **DISCUSSÃO**

**2471**

**CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO  
NOS PROGRAMAS ESTRATÉGICOS DA  
MARINHA DO BRASIL**

**Israel de Oliveira Andrade  
Luiz Gustavo Aversa Franco  
Giovanni Roriz Lyra Hillebrand**





## CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NOS PROGRAMAS ESTRATÉGICOS DA MARINHA DO BRASIL<sup>1</sup>

Israel de Oliveira Andrade<sup>2</sup>  
Luiz Gustavo Aversa Franco<sup>3</sup>  
Giovanni Roriz Lyra Hillebrand<sup>4</sup>

---

1. Os autores agradecem as valiosas contribuições do Almirante de Esquadra Bento Costa Lima Leite de Albuquerque Junior, do Contra-Almirante Paulo Roberto da Silva Xavier, dos Capitães de Mar e Guerra José Vicente Calvano e Leonardo Martins Barreira, do Capitão de Fragata Antonio Augusto Murat de Sousa Torres, de Edison Benedito da Silva Filho, técnico de planejamento e pesquisa do Ipea, e de Mariana Montez Carpes, professora e pesquisadora na Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME), isentando-os de quaisquer erros ou omissões. Eventuais imperfeições remanescentes no texto são de inteira responsabilidade dos autores.

2. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

3. Pesquisador do Programa de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Diset/Ipea.

4. Pesquisador do PNPD na Diset/Ipea.

**Governo Federal**

**Ministério da Economia**

**Ministro** Paulo Guedes

**ipea** Instituto de Pesquisa  
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério da Economia, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

**Presidente**

Carlos von Doellinger

**Diretor de Desenvolvimento Institucional, Substituto**

Manoel Rodrigues dos Santos Junior

**Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia**

Alexandre de Ávila Gomide

**Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas**

José Ronaldo de Castro Souza Júnior

**Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais**

Aristides Monteiro Neto

**Diretor de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura, Substituto**

Bruno César Pino Oliveira de Araújo

**Diretora de Estudos e Políticas Sociais**

Lenita Maria Turchi

**Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais**

Ivan Tiago Machado Oliveira

**Assessora-chefe de Imprensa e Comunicação**

Mylena Pinheiro Fiori

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

# Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2019

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1. Brasil. 2. Aspectos Econômicos. 3. Aspectos Sociais. I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos).  
Acesse: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério da Economia.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

JEL: L64; O32; O38.

# SUMÁRIO

---

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO .....	7
2 ASPECTOS GERAIS DA RELAÇÃO ENTRE CT&I E DEFESA NACIONAL NO BRASIL ....	10
3 OS PROGRAMAS ESTRATÉGICOS DA MARINHA DO BRASIL.....	21
4 A IMPORTÂNCIA DA CT&I PARA OS PROGRAMAS ESTRATÉGICOS DA MARINHA DO BRASIL .....	28
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES.....	32
REFERÊNCIAS .....	34
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR.....	37
SITES CONSULTADOS .....	37



## SINOPSE

Para cumprir os objetivos de Defesa Nacional, o Brasil deve contar com Forças Armadas devidamente treinadas, preparadas e equipadas para atuar na garantia dos interesses nacionais e na proteção da soberania do país. A questão do aparelhamento, foco principal dos programas estratégicos das três Forças (Marinha, Exército e Aeronáutica), contudo, não se resume ao investimento na aquisição de equipamentos e sistemas de defesa atualizados, mas, principalmente, no desenvolvimento de capacidades científico-tecnológicas endógenas capazes de suprir as necessidades da Defesa. Isso faz com que seja vital o empreendimento de esforços e investimentos na área de ciência, tecnologia e inovação (CT&I), especialmente nas atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) voltadas à Defesa Nacional. O objetivo deste trabalho é analisar a importância de tais atividades na consecução dos principais programas estratégicos da Marinha do Brasil. Para tanto, são trabalhados os principais aspectos da inter-relação entre Defesa Nacional e CT&I, as características gerais dos principais programas estratégicos da Marinha e a importância dos empreendimentos científico-tecnológicos no desenvolvimento desses programas.

**Palavras-chave:** Defesa Nacional; ciência, tecnologia e inovação; Marinha do Brasil; programas estratégicos; Forças Armadas.

## ABSTRACT

National Defense requires adequately trained, prepared and equipped armed forces to perform in guaranteeing national interests and protect sovereignty. Regarding the issue of equipping – which is the main focus of the three forces' (Navy, Army, and Air Force) strategic programs – it is not restricted to investment in updated defense equipment and systems procurement, but chiefly the development of endogenous scientific-technological capacities able to provide defense needs. This makes it vital to undertake efforts and investments in the area of science, technology, and innovation, especially in research and development activities aimed at national defense. The purpose of this work is to analyze the importance of such activities in the achievement of the main strategic programs of the Brazilian Navy. For this purpose, the main aspects of the interrelation between national defense and science, technology and innovation, the general characteristics of the Navy's main strategic programs and the importance of scientific-technological enterprises in their development will be examined.

**Keywords:** national defense; science, technology and innovation; Brazilian Navy; strategic programs; Armed Forces.



## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem crescido, em meio a diversos segmentos do governo, da iniciativa privada e da academia no Brasil, a importância das políticas públicas voltadas à Defesa Nacional. De fato, essa relevância crescente se faz ver pelo avanço dos debates sobre o tema e pela atuação do governo federal em reforçar as estruturas político-institucionais da Defesa, bem como seus meios materiais. Em termos de gastos com o setor, por exemplo, o Brasil despendeu US\$ 25,6 bilhões em 2015, apresentando uma variação de 38% no montante entre 2006 e 2015 – ainda que os gastos permaneçam representando cerca de 1,5% do produto interno bruto (PIB) (Perlo-Freeman *et al.*, 2016).

Para cumprir os objetivos de Defesa Nacional, o Brasil deve contar com Forças Armadas devidamente treinadas, preparadas e aparelhadas para atuar. Contudo, a capacitação, o preparo e o aparelhamento vão além da simples aquisição de equipamentos e sistemas prontos, sendo vital, hoje, para os interesses estratégicos do país, a capacidade de projetá-los e desenvolvê-los de forma endógena. Tal capacidade, por sua vez, somente se torna possível a partir de uma estrutura robusta de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) que englobe esforços consideráveis de pesquisa e desenvolvimento (P&D) nas áreas de interesse da Defesa. Nesse contexto, destaca-se a adoção, pelas três Forças, de modelo que prevê estreita cooperação entre governo, academia e indústria – conhecido como Tríplice Hélice. Desenvolvido por Etzkowitz e Leydesdorff (1995; 1998; 2000), tal modelo é pautado pela transformação recente no que tange à atuação desses três atores nas atividades de CT&I e pelas práticas colaborativas entre eles no ecossistema de inovação, contribuindo diretamente para a eficácia dos resultados alcançados, conforme será abordado ao longo das seções deste trabalho.

Tendo em vista a importância cada vez maior de dotar o país com meios apropriados para garantir seus interesses e proteger a sua soberania, ressalta-se a necessidade de se desenvolver capacidades científico-tecnológicas adequadas para atender às demandas e atingir os objetivos de mais alto nível das Forças Armadas: a Marinha do Brasil, o Exército Brasileiro (EB) e a Força Aérea Brasileira (FAB). No que tange à atuação conjunta, a interoperabilidade entre as três Forças pode ser especialmente potencializada pela parceria em CT&I estabelecida entre a Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha (DGDNTM), o Departamento de Ciência e Tecnologia do Exército (CDT) e o

Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA). Entre os resultados da parceria destacam-se a realização de Reuniões Estratégicas de Cooperação Interforças, a submissão de projeto conjunto da Marinha do Brasil e do EB para a Organização para a Proibição de Armas Químicas (OPAQ), a elaboração de propostas de projetos em áreas que atendam demandas comuns e a cessão de militares da Marinha do Brasil e da FAB para servirem como instrutores no Instituto Militar de Engenharia (IME), instituição de ensino do EB.<sup>1</sup>

Cada uma das três Forças possui, atualmente, programas estratégicos que visam garantir-lhes as capacidades materiais necessárias para o cumprimento de suas respectivas missões. No caso específico da Marinha do Brasil, isso significa não somente a demanda por embarcações que garantam à Força Naval a atuação eficaz na proteção das Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB), mas também a necessidade de desenvolver sistemas de vigilância modernos que assegurem a capacidade de monitoramento e controle dessas áreas. Tanto o desenvolvimento quanto a aquisição de tais instrumentos passam necessariamente pela pesquisa científica e pela incorporação de tecnologias no âmbito interno, de modo a capacitar os militares ao emprego desses meios. A importância dessas questões na Marinha do Brasil é tamanha que, em abril de 2017, após reestruturação organizacional da Força, as atividades de CT&I foram alçadas ao nível de diretoria-geral: a DGDNTM. Nas palavras do Almirante de Esquadra Bento Costa Lima de Albuquerque Júnior, então diretor da DGDNTM:

a Alta Administração Naval tem aperfeiçoado a estrutura, o equipamento e o pessoal, com o firme propósito não somente de acompanhar as evoluções tecnológicas, mas de alcançar a autonomia, a independência e a superioridade em produtos e soluções de defesa.<sup>2</sup>

Além disso, a Marinha do Brasil tem apresentado seus projetos de CT&I em eventos importantes da área, incluindo a Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC).<sup>3</sup>

---

1. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/dgdntm/node/123>>; e <<https://www.marinha.mil.br/noticias/v-reuniao-estrategica-da-cooperacao-interforças-em-ct-i-ja-apresenta-importantes-resultados>>.

2. Discurso proferido pelo referido Almirante no Comando da Marinha (Brasília, Distrito Federal), em 25 de abril de 2018, por ocasião da celebração do Dia da Ciência, Tecnologia e Inovação na Marinha do Brasil.

3. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/noticias/marinha-participa-da-69a-reuniao-anual-da-sbpc>>. Acesso em: 27 jul. 2018.

Cabe destacar, ainda, que a tecnologia é um importante constituinte do poder marítimo (conceito amplo que engloba o poder naval), afetando diretamente a distribuição de capacidades das Forças Navais ao redor do globo. Faz-se necessário para as marinhas, nesse contexto, o desenvolvimento de uma estratégia detalhada para a inovação tecnológica, com vistas a incrementar o entendimento sobre as capacidades navais e otimizar os investimentos em CT&I (Till, 2009). A centralização das questões relativas ao tema na DGDNTM, portanto, bem como a elaboração, por essa diretoria-geral, da Estratégia de CT&I da Marinha do Brasil, lançada em 2017, demonstram uma importante visão estratégica por parte dessa Força em relação ao desenvolvimento de CT&I.

A posição geográfica do Brasil, país com mais de 7 mil quilômetros de litoral e com território marítimo superior a 3,5 milhões de quilômetros quadrados, representa um fator fundamental para o seu posicionamento geopolítico. De fato, o ambiente geográfico constitui o cenário em que se delineiam as estratégias marítimas (Holmes, 2014). Segundo Mahan (1915), regiões ricas em recursos naturais e importantes no que tange aos aspectos comerciais e políticos despertam a atenção e estimulam a cobiça de outras nações. Nesse contexto, considerando o amplo território de jurisdição brasileira no Atlântico Sul, mostra-se imprescindível que o Brasil detenha as capacidades necessárias para a proteção dessa região, o que demanda um poder naval adequadamente robusto e um elevado potencial de monitoramento e de vigilância – competências alcançadas, sobretudo, por meio da inovação tecnológica.

Tomando em conta os tópicos abordados nesta introdução, o objetivo deste trabalho é analisar a importância das atividades de CT&I na consecução dos principais programas estratégicos da Marinha do Brasil, demonstrando como os esforços de P&D são importantes para dotar a Força Naval com meios apropriados para o cumprimento de sua missão. Este texto está dividido em cinco seções, contando com esta introdutória. Na seção 2, será apresentada a importância das atividades de CT&I no âmbito da Defesa Nacional na atualidade, dando ênfase às políticas públicas voltadas à inter-relação CT&I-Defesa e à infraestrutura científico-tecnológica nacional relativa ao tema. Na seção 3, serão apresentados, em linhas gerais, os principais programas estratégicos da Marinha do Brasil. Na quarta seção, será realizada a análise da importância das atividades de CT&I para a consecução desses programas. A seção 5, por fim, conclui o texto enfatizando a importância do progresso

tecnológico nos programas da Marinha do Brasil para o atingimento dos objetivos das políticas públicas no campo de defesa no Brasil.

## **2 ASPECTOS GERAIS DA RELAÇÃO ENTRE CT&I E DEFESA NACIONAL NO BRASIL**

A experiência internacional mostra que as demandas militares e as necessidades relativas à área de defesa têm servido de importante estímulo ao avanço tecnológico de países que priorizam atividades de inovação em seus gastos militares. De fato, atualmente a superioridade militar depende, consideravelmente, das superioridades científica e tecnológica (Andrade e Franco, 2016), havendo uma correlação clara entre a capacidade bélica de um país e seu nível de progresso técnico.<sup>4</sup>

Talvez o melhor exemplo atual dessa relação ocorra nos Estados Unidos, onde cerca de 50% dos investimentos do governo federal em P&D foram realizados na área de defesa (De Negri e Squeff, 2014, p. 9), sendo este um “caso paradigmático em CT&I em defesa” (Squeff, 2016, p. 74). Para compreender melhor a importância das atividades de CT&I para o setor, é interessante analisar brevemente dois casos: o norte-americano e o britânico.<sup>5</sup>

Nos Estados Unidos, a relevância das atividades de P&D na Defesa possibilitou a “criação de uma infraestrutura de pesquisa”, sendo também uma “uma fonte importante de inovações civis, novas empresas e treinamento de cientistas e engenheiros” (Squeff, 2016, p. 74). Trata-se de um sistema “fragmentado”, em que não há a centralização dos institutos de pesquisa para a defesa sob um só departamento.<sup>6</sup> Resumidamente, esse sistema funciona da seguinte forma:

---

4. Ainda assim, há uma série de outros fatores (moral, massa, liderança, comando, organização, inteligência etc.) apontados pela literatura de estudos estratégicos que não só complementam a área científico-tecnológica como podem, inclusive, superá-la em um conflito. Tais fatores, contudo, não são abordados neste trabalho devido ao seu foco e escopo.

5. Além desses dois países, Squeff (2016) analisa de forma detalhada e pormenorizada os casos de China, Espanha, França e Suécia. É importante ressaltar, entretanto, que o grau de desenvolvimento desses países no que tange às áreas de Defesa e CT&I é demasiado díspar em relação ao Brasil, razão pela qual são apontados aqui somente como subsídios para a análise, e não como modelos a serem seguidos à risca.

6. Conforme constatado por Squeff (2016, p. 75), “enquanto a maioria das infraestruturas é administrada pelo DoD (Departamento de Defesa), os laboratórios de armas nucleares (weapon labs) eram parte do Departamento de Energia (DoE)”.

as atividades [de] C&T são planejadas e conduzidas pelos departamentos e pelas agências de defesa militares, sendo os departamentos engajados principalmente em pesquisa aplicada para dar aos militares capacidades para as suas forças, e as agências sendo responsáveis por programas multisserviços e pesquisa mais básica e genérica. A mais relevante entre estas é a Defense Advanced Research Projects Agency (Darpa) (Squeff, 2016, p. 76).

Recentemente, as atividades de P&D na Defesa nos Estados Unidos se tornaram mais restritas e mais confidenciais, especialmente devido ao aprofundamento das preocupações com as ameaças terroristas pós-11 de setembro.

Em contraposição ao modelo norte-americano, a estrutura de CT&I voltada para a defesa no Reino Unido é mais centralizada, embora tenha passado por mudanças importantes nas últimas décadas. Até o início da década de 1990, havia cinco laboratórios não nucleares dedicados à pesquisa de defesa no país, todos de propriedade do governo, operados por ele e financiados pelo Ministério da Defesa britânico. Em 1991, quatro desses laboratórios foram reunidos no âmbito da Agência de Pesquisa e Avaliação em Defesa (Defence Evaluation and Research Agency – DERA), “a maior organização de pesquisa e tecnologia de sua natureza na Europa Ocidental” (Squeff, 2016, p. 73) à época. Dez anos mais tarde, a DERA foi separada em duas organizações distintas: a QinetiQ e o Laboratório de Ciência e Tecnologia em Defesa (Defence Science and Technology Laboratory – DSTL). A primeira é uma empresa de capital aberto, fruto da privatização de parte da DERA, e que presta serviços a diferentes governos ao redor do globo. O segundo é um laboratório que tem mais de 90% de sua receita advinda de serviços prestados ao Ministério da Defesa do Reino Unido (Squeff, 2016, p. 74).

Uma vez esclarecida a importância da inter-relação entre CT&I e Defesa, deve-se avaliar como essa relação tem sido tratada no contexto nacional e, mais especificamente, como o governo federal tem dado crescente importância ao tema. Isso é perceptível ao se observar tanto os principais documentos da Defesa Nacional – como a Política Nacional de Indústria de Defesa (PNID), a Política Nacional de Defesa (PND), a Estratégia Nacional de Defesa (END) e o Regime Especial Tributário para a Indústria de Defesa (RETID) – quanto aqueles voltados às políticas tecnológico-científicas – como a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (Encti) do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Outro aspecto que demonstra a importância crescente dessa inter-relação é a significativa parcela da

infraestrutura científico-tecnológica do país voltada à Defesa. As próximas subseções examinarão esses dois fatores, respectivamente.

## 2.1 A relevância da CT&I nas políticas públicas da Defesa Nacional

A relevância das atividades de CT&I para a Defesa Nacional pode ser percebida pela importância dada a tal tema nos principais documentos da pasta confeccionados pelo governo federal nos últimos anos, especialmente a PND e a END, que compõem os centros normativo e operacional da defesa do país, além de políticas mais específicas voltadas exclusivamente à indústria de defesa, como a PNID e o RETID.

A PND, “documento condicionante de mais alto nível do planejamento de defesa”,<sup>7</sup> estabelece como um dos Objetivos Nacionais de Defesa (ONDs) “promover a autonomia produtiva e tecnológica na área de defesa”. Ademais, a política aponta a necessidade de “manter e estimular a pesquisa e buscar o desenvolvimento de tecnologias autóctones, sobretudo no que se refere a tecnologias críticas”, além de garantir a qualificação do capital humano e o “desenvolvimento da Base Industrial de Defesa e de produtos de emprego dual (civil e militar), além da geração de empregos e renda” (Brasil, 2016b, p. 13).

É importante destacar também que a PND apresenta duas noções fundamentais para as formulações estratégicas feitas pelas Forças Armadas, em geral, e pela Marinha do Brasil, em particular: o entorno estratégico do Brasil e a Amazônia Azul. O primeiro conceito refere-se à área de interesse prioritário para a Defesa Nacional, que engloba “a América do Sul, o Atlântico Sul, os países da costa ocidental africana<sup>8</sup> e a Antártica” (Brasil, 2016b, p. 6). Já o segundo representa uma subárea do Atlântico Sul, coincidindo com as AJB, sendo um “ecossistema de área comparável à Amazônia brasileira e de vital relevância para o país, na medida em que incorpora elevado potencial de recursos vivos e não vivos, entre estes, as maiores reservas de petróleo e gás do Brasil” (Brasil, 2016b, p. 8).

Semelhantemente à PND, a END provê direcionamento estratégico às ações de médio e longo prazo da Defesa Nacional. No que tange à inter-relação entre Defesa e

---

7. Disponível em: <<https://bit.ly/2KTF0vR>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

8. Marrocos, República Árabe Saaraui, Mauritânia, Senegal, Gâmbia, Guiné-Bissau, Guiné, Serra Leoa, Libéria, Costa do Marfim, Gana, Togo, Benin, Nigéria, Camarões, Guiné Equatorial, Gabão, República do Congo, República Democrática do Congo, Angola, Namíbia, África do Sul.

CT&I, o documento ressalta sua importância repetidas vezes. Em primeiro lugar, a ciência e tecnologia constituem uma das dimensões do poder nacional, sendo “imperioso que o aparato de defesa esteja de acordo com as mais avançadas práticas e tecnologias, o que requer a condição de desenvolvimento científico e tecnológico nacional no estado da arte”. Isso, por sua vez, demanda o permanente fortalecimento da indústria de defesa. Nesse sentido, uma das diretrizes da END é a de que “o Estado buscará atuar no teto tecnológico, em estreito vínculo com os centros avançados de pesquisa das Forças Armadas e das instituições acadêmicas brasileiras” (Brasil, 2016b, p. 20-21).

Em segundo lugar, quando se refere às “competências tecnológicas nacionais no campo da defesa”, a END adota o pressuposto de que “seu aprimoramento ocorre em função tanto do desenvolvimento da infraestrutura de ciência e tecnologia quanto da formação de recursos humanos”, priorizando “a aproximação da produção científica com as atividades relativas ao desenvolvimento tecnológico” na indústria nacional de defesa. Assim, a despeito de ressalvas relativas aos “interesses de segurança do Estado quanto ao acesso a informações”, estimulam-se “iniciativas conjuntas entre organizações de pesquisa das Forças Armadas, instituições acadêmicas nacionais e empresas privadas brasileiras”. Portanto, é papel da Defesa acompanhar “pesquisas avançadas em tecnologias de defesa nos institutos das Forças Armadas ou em outras organizações a elas subordinadas ou associadas, visando, sobretudo, à atuação sinérgica de tais iniciativas” com vistas a “uma integração que evite duplicidade de esforços, que compartilhe quadros e ideias e que racionalize o uso dos recursos, assim como privilegie a construção de elos entre pesquisa e produção” (Brasil, 2016b, p. 23).

Em terceiro lugar, a END elenca “três setores tecnológicos (...) essenciais para a Defesa Nacional”, os quais “são considerados estratégicos e devem ser fortalecidos”: nuclear, cibernético e espacial – a cargo da Marinha do Brasil, do EB e da FAB, respectivamente. Dada sua natureza, esses setores “transcendem à divisão entre desenvolvimento e defesa e entre o civil e o militar”, buscando a “capacitação do país como um todo”. O documento apresenta, assim, as seguintes diretrizes para o setor nuclear, sob responsabilidade da Marinha do Brasil: “aprimorar o desenvolvimento da tecnologia nuclear”; “concluir (...) a completa nacionalização e o desenvolvimento em escala industrial do ciclo do combustível nuclear, inclusive a gaseificação e seu enriquecimento, e da tecnologia de construção de reatores nucleares, para uso exclusivo do Brasil”; “aprimorar as tecnologias e capacitações nacionais com vistas a

qualificar o país a projetar e construir termelétricas nucleares (...) com o propósito de diversificar a matriz energética nacional”; “aumentar a capacidade de usar a energia nuclear em amplo espectro de atividades de uso pacífico”; e “incrementar a capacidade de prover as defesas radiológica e nuclear” (Brasil, 2016b, p. 30-31).

Por fim, a END apresenta Estratégias de Defesa (EDs) e Ações Estratégicas de Defesa (AEDs) alinhadas com os ONDs da PND. Assim, complementando o OND supracitado, duas EDs são apresentadas pela END. A primeira é a “promoção da sustentabilidade da cadeia produtiva da Base Industrial de Defesa”, a qual tem o intuito de “proporcionar condições de estabilidade às atividades de pesquisa, desenvolvimento, produção e venda de produtos de defesa brasileiros e de dar condições de sustentabilidade à cadeia produtiva”, sendo complementada por doze AEDs.<sup>9</sup> A segunda é o “fortalecimento da Área de Ciência e Tecnologia de Defesa” em busca do desenvolvimento e da “solidez da área de CT&I em assuntos de defesa, promovendo a absorção, por parte da cadeia produtiva, de conhecimentos indispensáveis à redução gradativa da dependência de tecnologia externa”, tendo por complemento nove AEDs (Brasil, 2016b, p. 41-42).<sup>10</sup>

No que concerne aos esforços para o fortalecimento da indústria nacional de defesa, destaca-se a PNID, que estabelece, entre seus objetivos específicos,

---

9. São elas: *i)* “buscar a regularidade e a previsibilidade orçamentária para o setor de Defesa”; *ii)* “buscar a vinculação orçamentária e financeira de percentual adequado do PIB em gastos com defesa”; *iii)* “estimular projetos de interesse da Defesa que empreguem produtos e tecnologias duais”; *iv)* “aprimorar os regimes legal, regulatório e tributário especiais para a Base Industrial de Defesa”; *v)* “estabelecer planos de carga para atendimento do Plano de Articulação e de Equipamento de Defesa – PAED e para sustentação da Base Industrial de Defesa”; *vi)* “privilegiar aquisições governamentais conjuntas de interesse da Defesa”; *vii)* “aprimorar os mecanismos de financiamento para a Base Industrial de Defesa”; *viii)* “estender as prerrogativas da Base Industrial de Defesa para os produtos ou sistemas destinados à segurança pública”; *ix)* “promover as exportações da Base Industrial de Defesa”; *x)* “promover o aumento de conteúdo local nos produtos da Base Industrial de Defesa”; *xi)* “estimular a obtenção de compensação comercial, industrial e tecnológica nas aquisições do exterior”; e *xii)* “promover a coordenação dos processos de certificação de produtos, serviços e sistemas de defesa – PRODE/SD [produto de defesa/sistema de defesa], concernentes à Base Industrial de Defesa” (Brasil, 2016b, p. 41).

10. São elas: *i)* “promover o desenvolvimento de tecnologias críticas para a defesa”; *ii)* “aprimorar o modelo de integração da tríade governo/academia/empresa”; *iii)* “promover o desenvolvimento da tecnologia nuclear”; *iv)* “promover o desenvolvimento da tecnologia cibernética”; *v)* “promover o desenvolvimento de sistemas espaciais”; *vi)* “estimular o estabelecimento de parcerias e intercâmbios na área de pesquisa de tecnologias de interesse da Defesa”; *vii)* “utilizar encomendas tecnológicas para promover o aumento do conteúdo tecnológico nacional dos produtos de defesa”; *viii)* “promover a formação em ciências básica e aplicada, privilegiando-se a aproximação da produção científica com as atividades relativas ao desenvolvimento de análises estratégicas, ao desenvolvimento tecnológico da Base Industrial de Defesa e ao aprimoramento dos instrumentos de gestão e aperfeiçoamento de doutrinas operacionais”; e *ix)* “promover a integração do setor de Defesa nas áreas de metrologia, normalização e de certificação de produtos, serviços e Sistemas de Defesa – PRODE/SD, concernentes à Base Industrial de Defesa” (Brasil, 2016b, p. 42).

“a diminuição progressiva da dependência externa de produtos estratégicos de defesa, desenvolvendo-os e produzindo-os internamente” e “o aumento da competitividade” da indústria nacional de defesa “para expandir as exportações”. O documento também apresenta como prioridade a indústria de defesa já existente, além de defender a necessidade de “ações estratégicas indutoras” (Brasil, 2005).

Além da PNID, outra ação governamental importante para o fortalecimento da indústria nacional de defesa foi a aprovação da Lei nº 12.598, de 21 de março de 2012, conhecida como Lei de Fomento à Base Industrial de Defesa. Trata-se de legislação específica que estabelece “normas especiais para as compras, as contratações e o desenvolvimento de produtos e de sistemas de defesa” e “dispõe sobre regras de incentivo à área estratégica de defesa” (Brasil, 2012a). Essa lei apresentou definições importantes para o setor, como produto de defesa (PRODE),<sup>11</sup> produto estratégico de defesa (PED),<sup>12</sup> sistema de defesa (SD),<sup>13</sup> empresa estratégica de defesa (EED),<sup>14</sup> entre outros. Um dos seus principais aspectos é a implementação do RETID, destinado a estimular as empresas do setor por meio da isenção de diversos tributos. Ao desonerar essas empresas nacionais, o novo regime facilita tanto a aquisição de equipamentos pelas Forças Armadas quanto a exportação de produtos de defesa.

No que tange à inter-relação entre Defesa Nacional e CT&I, é importante frisar que o trabalho conjunto remonta à segunda metade do século XX, com destaque

---

11. “Todo bem, serviço, obra ou informação, inclusive armamentos, munições, meios de transporte e de comunicações, fardamentos e materiais de uso individual e coletivo utilizados nas atividades finalísticas de defesa, com exceção daqueles de uso administrativo” (Brasil, 2012a).

12. “Todo PRODE que, pelo conteúdo tecnológico, pela dificuldade de obtenção ou pela imprescindibilidade, seja de interesse estratégico para a Defesa Nacional, tais como: *i*) recursos bélicos navais, terrestres e aeroespaciais; *ii*) serviços técnicos especializados na área de projetos, pesquisas e desenvolvimento científico e tecnológico; e *iii*) equipamentos e serviços técnicos especializados para as áreas de informação e de inteligência” (Brasil, 2012a).

13. “Conjunto inter-relacionado ou interativo de PRODE que atenda a uma finalidade específica” (Brasil, 2012a).

14. “Toda pessoa jurídica credenciada pelo Ministério da Defesa mediante o atendimento cumulativo das seguintes condições: *i*) ter como finalidade, em seu objeto social, a realização ou condução de atividades de pesquisa, projeto, desenvolvimento, industrialização, prestação dos serviços referidos no art. 10, produção, reparo, conservação, revisão, conversão, modernização ou manutenção de PED no país, incluídas a venda e a revenda somente quando integradas às atividades industriais supracitadas; *ii*) ter no país a sede, a sua administração e o estabelecimento industrial, equiparado a industrial ou prestador de serviço; *iii*) dispor, no país, de comprovado conhecimento científico ou tecnológico próprio ou complementado por acordos de parceria com instituição científica e tecnológica para realização de atividades conjuntas de pesquisa científica e tecnológica e desenvolvimento de tecnologia, produto ou processo, relacionado à atividade desenvolvida, observado o disposto no inciso X do *caput*; *iv*) assegurar, em seus atos constitutivos ou nos atos de seu controlador direto ou indireto, que o conjunto de sócios ou acionistas e grupos de sócios ou acionistas estrangeiros não possam exercer em cada assembleia geral número de votos superior a 2/3 (dois terços) do total de votos que puderem ser exercidos pelos acionistas brasileiros presentes; e *v*) assegurar a continuidade produtiva no país” (Brasil, 2012a).

para os esforços de líderes como o Almirante Álvaro Alberto e o comandante Renato Archer. O atual estágio dessa interação teve início no começo dos anos 2000 (portanto, anterior às políticas de defesa apresentadas), mais especificamente com a publicação do documento conjunto *Concepção Estratégica: ciência, tecnologia e inovação de interesse da Defesa Nacional*. O documento buscava viabilizar “soluções científico-tecnológicas e inovações, para a satisfação das necessidades do país atinentes à defesa e ao desenvolvimento nacional”, como missão do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional (SisCTID) proposto. A concepção apresentou dez objetivos estratégicos divididos em quatro temas: *i*) “domínio de tecnologias que atendam às necessidades da Defesa Nacional”;<sup>15</sup> *ii*) “contribuição para o fortalecimento da indústria nacional”;<sup>16</sup> *iii*) “reconhecimento institucional, no Brasil e no exterior”;<sup>17</sup> e *iv*) gestão eficiente e eficaz<sup>18</sup> (Brasil, 2003, p. 12-18). Tais objetivos estratégicos e suas medidas de implementação foram posteriormente reafirmados pela Política de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Defesa Nacional (PCTIDN) (Brasil, 2004).

Além das leis, políticas e estratégias voltadas à Defesa Nacional em geral, a Marinha do Brasil em particular tem dado crescente atenção à temática da CT&I, sendo o principal reflexo disso a publicação da Estratégia de CT&I da Marinha do Brasil, “que sinaliza, publicamente, as Áreas Científico-Tecnológicas por meio das quais os componentes da Tríplex Hélice – governo, academia e indústria – poderão contribuir com o desenvolvimento e o aprimoramento da Força”.<sup>19</sup> Nesse sentido, a Estratégia tem como “característica mais importante (...) o seu alinhamento com os documentos condicionantes de alto nível” (PND, END, *Livro Branco de Defesa Nacional*, PCTIDN, Encti). Além disso, o documento apresenta “a racionalização do emprego dos recursos da MB [Marinha do Brasil] (...), lançando-se mão, quando

---

15. Tem como objetivos estratégicos a “ampliação do conteúdo tecnológico dos produtos e serviços de defesa”; a “elevação do nível de capacitação de recursos humanos”; e o “aprimoramento da infraestrutura de ciência e tecnologia de apoio a programas e projetos de interesse da Defesa Nacional” (Brasil, 2003, p. 18).

16. Tem como objetivos estratégicos a “criação de um ambiente favorável à inovação e à competitividade industrial”; e a “implantação de mecanismos de financiamento das atividades de CT&I de interesse da Defesa Nacional” (Brasil, 2003, p. 18).

17. Tem como objetivos estratégicos a “ampliação do interesse dos diversos segmentos da sociedade pelas iniciativas nas áreas da CT&I voltadas para a Defesa Nacional”; e o “aprimoramento da imagem de excelência institucional” (Brasil, 2003, p. 18).

18. Tem como objetivos estratégicos a “integração das iniciativas de CT&I de interesse da Defesa Nacional, conduzidas nas organizações militares de P&D, nos institutos, nas universidades civis e na indústria”; o “estabelecimento de política para a valorização de recursos humanos, baseada em resultados”; e a “implantação de sistemática que integre o planejamento estratégico, o ciclo de desenvolvimento de produtos e serviços de defesa e a avaliação de resultados” (Brasil, 2003, p. 18).

19. Discurso proferido pelo Almirante de Esquadra Bento Costa Lima Leite de Albuquerque Junior no Comando da Marinha (Brasília, Distrito Federal), em 25 de abril de 2018, por ocasião da celebração do Dia da Ciência, Tecnologia e Inovação na Marinha do Brasil.

necessário, dos demais integrantes da Tríplice Hélice”, como a “filosofia que permeia o planejamento e o controle das ações de P&D de CT&I” (Brasil, 2017, p. 28-29).

Assim, a Estratégia se apresenta como “instrumento de informação dos atores, militares e civis, públicos e privados, que participam, direta ou indiretamente, do SCTMB [Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha do Brasil]”, buscando três efeitos desejados principais: o “direcionamento coordenado do SCTMB, primordialmente para o atendimento das necessidades da Marinha do Amanhã e do Futuro”;<sup>20</sup> a “apresentação da visão e da estratégia do setor de CT&I da Marinha do Brasil a decisores, principais atores, parceiros, clientes e executores”; e a “otimização da aplicação de recursos financeiros administrados pelo setor de CT&I para execução de sua carteira de projetos que atendam aos programas estratégicos de interesse da Força” (Brasil, 2017, p. 17).

O documento apresenta, também, como desafios a serem enfrentados pelo SCTMB: a “busca pelo domínio científico e tecnológico em áreas sensíveis ou estratégicas de interesse da MB [Marinha do Brasil],<sup>21</sup> com destaque para o projeto, a construção e a operação de submarinos com propulsão nuclear”; o “monitoramento e o controle das Águas Jurisdicionais Brasileiras e demais áreas marítimas de interesse”; a “segurança e a defesa cibernética”; a “obtenção continuada de conhecimentos sobre os diferentes ambientes operacionais de interesse da MB [Marinha do Brasil]”; o “aprimoramento do desempenho e da higidez física e psicológica do combatente antes, durante e depois de Operações de Guerra Naval”; a “capacitação para a defesa nuclear, biológica, química, radiológica e artefatos explosivos”; a “superação das barreiras e limitações de acesso às tecnologias, bens e serviços de interesse para os projetos estratégicos da Marinha”; as “incertezas inerentes ao provimento continuado de recursos humanos e financeiros para projetos de CT&I de longo prazo”; e a “garantia de uma contínua e eficiente gestão tecnológica e do conhecimento” (Brasil, 2017, p. 20-21). Dessa forma, vislumbra-se o SCTMB como um “sistema de CT&I dinâmico, harmônico, integrado, sinérgico, interdisciplinar e adaptativo”, que disponha de “recursos humanos altamente capacitados e infraestrutura compatível, focado na redução da dependência externa para o atendimento às demandas tecnológicas” das organizações militares envolvidas (Brasil, 2017, p. 23).

20. Os conceitos de Marinha do Amanhã e Marinha do Futuro estão em Brasil (2017, p. 16).

21. São elas: sistemas de comando, controle, comunicações, computadores, inteligência, vigilância e reconhecimento; defesa e segurança cibernéticas; meio ambiente operacional; nuclear e energia; plataformas navais, aeronavais e de fuzileiros navais; desempenho do combatente; e defesa nuclear, biológica, química, radiológica e artefatos explosivos (Brasil, 2017, p. 43).

Destaca-se que sua implementação deve ser feita “por meio de parcerias com instituições científicas e tecnológicas civis e militares, da indústria e da academia”, sendo imperativas, também, “a cooperação e a coordenação com as demais forças singulares e outras áreas de governo”, buscando “atuar na fronteira tecnológica, procurando, sempre que possível, a utilidade dual (militar e civil) da tecnologia” (Brasil, 2017, p. 35). Por fim, a Estratégia afirma que a infraestrutura de CT&I (dentro e fora da Marinha do Brasil) “apresenta custos de obtenção e de posse bastante elevados”, sendo necessária, portanto, “uma estreita cooperação entre todos os integrantes da Tríplice Hélice”, de modo a propiciar o apoio mútuo e a obter efeitos sinérgicos que possibilitarão a transformação de projetos de P&D de CT&I em capacidades operacionais” (Brasil, 2017, p. 42).

Ainda a respeito da implementação do modelo da Tríplice Hélice, adotado no desenvolvimento dos programas estratégicos das três Forças, destaca-se o propósito de aprimorar as interações entre governo, academia e indústria, a fim de desenvolver uma estratégia de inovação eficaz. O enfoque nas universidades como fonte de empreendedorismo e tecnologia permite o tratamento da inovação de maneira sistemática, criando um ecossistema dinâmico que integra os três atores (Etzkowitz e Zhou, 2017). A avaliação dos programas da Marinha do Brasil, conforme será realizada em seção posterior, torna evidente, desde sua concepção, a adoção desse sistema. A participação ativa de instituições de ensino e de empresas – estatais e privadas –, além de organizações militares e outros órgãos do governo, ocorre no âmbito das diferentes etapas de cada um dos programas atualmente em execução na Força.

Não é apenas na área de defesa que o Brasil tem apontado a importância de políticas públicas voltadas à CT&I. Tal movimento é perceptível a partir do exame da Enci do MCTIC, que, ao enfatizar a importância da CT&I como eixo estruturante do desenvolvimento do país, determina as diretrizes de orientação das ações nacionais e regionais, elencando temas considerados prioritários que envolvam as cadeias produtivas mais importantes da economia. Nesse sentido, sua versão mais recente apresenta o setor de defesa como estratégico para a CT&I no Brasil, estabelecendo como objetivo “fomentar a pesquisa e o desenvolvimento de produtos e sistemas militares e civis que compatibilizem as prioridades científico-tecnológicas com as necessidades de defesa” (Brasil, 2016c, p. 89).

A Enci reconhece também a contribuição da Defesa Nacional no fortalecimento da base científico-tecnológica do país, ao afirmar que o setor “oferece por meio das

Forças Armadas, em matéria de ciência, tecnologia e inovação, aportes valiosos para elevação do nível de autonomia do país”, inclusive por meio da manutenção de “centros de excelência cuja produção, particularmente no que se refere à pesquisa aplicada, se mostra fundamental para as conquistas científicas e tecnológicas” (Brasil, 2016c, p. 88).

O desenvolvimento dos programas estratégicos das Forças proporciona, além dos avanços relativos à Defesa Nacional – sua função precípua –, um expressivo processo de arrasto tecnológico para setores civis. Por meio da nacionalização de componentes e sistemas, da transferência de tecnologia e da capacitação de recursos humanos, promove-se a difusão de conhecimentos para diferentes cadeias produtivas. Nesse sentido, o uso dual de tecnologias contribui significativamente para o desenvolvimento de CT&I e da indústria nacional. As externalidades positivas que acompanham tais programas enfatizam sua relevância para o país, constituindo-se como importante contribuição para o fortalecimento da ciência e da indústria nacional (Andrade *et al.*, 2018; Andrade, Rocha e Hillebrand, 2019).

## **2.2 A infraestrutura científico-tecnológica nacional voltada à Defesa**

Além das políticas públicas voltadas às atividades de CT&I no âmbito da Defesa Nacional, deve-se analisar também a infraestrutura nacional de pesquisa científico-tecnológica pertinente ao setor. Conforme constatado por Squeff (2016, p. 63), “a constituição de um sistema setorial de inovação em defesa robusto e que dê amparo aos objetivos nacionais para o setor não pode prescindir da existência de uma infraestrutura científica e tecnológica igualmente robusta”. No atual momento de “ressurgimento” da indústria de defesa do país, a busca pelo desenvolvimento independente de tecnologia se mostra de vital importância (Andrade e Franco, 2016). Nesse sentido, é importante destacar os aportes científico-tecnológicos disponíveis à Defesa Nacional em meio à infraestrutura física do país, como as instituições científicas e tecnológicas relacionadas ao setor de defesa e as estruturas dos setores elencados como estratégicos pela PND e pela END.

Conforme apontado, os três setores de importância estratégica para a Defesa Nacional (nuclear, cibernético e espacial) foram divididos entre as três Forças, de forma que a Marinha do Brasil ficasse responsável pelo primeiro, o EB pelo segundo e a FAB pelo terceiro. No que diz respeito ao setor nuclear, o Brasil se vê entre os principais países que detêm o domínio de sua tecnologia, com aplicações bem-sucedidas nas áreas energética, agrícola, médica e industrial, além de possuir conhecimento do ciclo do combustível e jazidas de urânio suficientes para suas necessidades. É importante ressaltar

que “o parque industrial nuclear brasileiro é qualificado como referência internacional, sobretudo com relação à área de segurança e proteção das instalações, assim como no controle de rejeitos” (Brasil, 2016a, p. 57).

Historicamente, a Marinha do Brasil contribui para o Programa Nuclear Brasileiro (PNB) desde 1979, sendo responsável pelo domínio do ciclo do combustível e pelo fornecimento de capacidade de enriquecimento de urânio às Indústrias Nucleares do Brasil (INB). Nesse contexto, parte dos esforços da Força Naval se concentra no Programa Nuclear da Marinha (PNM), cujo principal objetivo é o desenvolvimento do reator de propulsão nuclear para um dos submarinos previstos no âmbito do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB), conforme será explicitado em detalhes na próxima seção.

No que tange às instituições científicas e tecnológicas do setor de defesa, há atualmente 44 laboratórios pertencentes às Forças Armadas no Brasil – sendo alguns deles referências em suas respectivas áreas (Squeff, 2016). No âmbito das parcerias da Marinha do Brasil em CT&I, mostra-se de especial relevância o convênio celebrado em 1956 com a Universidade de São Paulo (USP). Com o objetivo de fundar o curso de engenharia naval no país, a parceria contribui para a consolidação de uma cultura tecnológica e serve como importante estímulo à indústria nacional. A partir do acordo, a USP passou a representar a instituição de ensino superior da Marinha do Brasil, assemelhando-se ao IME (EB) e ao ITA (FAB). Atualmente, instalações da Marinha do Brasil localizam-se no *campus* da instituição, a exemplo do Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP) (Brasil, 2007).

Por intermédio da DGDNTM, a Marinha do Brasil tem buscado expandir as parcerias institucionais com as universidades. Atualmente, vigoram Protocolos de Intenções Mútuas (PIM) com dez instituições de ensino superior, sediadas nas regiões Sul e Sudeste – Universidade Federal Fluminense (UFF) (2011), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) (2011), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) (2011), Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos) (2014), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) (2014), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (2014), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) (2015), Universidade Federal do Rio Grande (FURG) (2015) e Universidade de Caxias do Sul (UCS) (2017), além da própria USP. A relação com as universidades ocorre especialmente por meio da Divisão de Coordenação dos

Escritórios de CT&I da Marinha do Brasil, localizada em São Paulo, e do Núcleo de Inovação Tecnológica da Marinha do Brasil (NIT-MB), estabelecido em Brasília.

Entre os projetos em andamento com as universidades e com as empresas parceiras, em conformidade com o modelo da Trílice Hélice, destacam-se trabalhos nas áreas de Biotecnologia Marinha, Fluidodinâmica Computacional, Tecnologia Sonar, Bioprospecção Sustentável e Mudanças Climáticas. Ademais, os projetos abrangem, ainda, ações de capacitação de oficiais (Mestrado e Doutorado). Como importantes resultados dessas iniciativas, podem-se apontar registros de patentes e a aprovação de financiamentos para a execução das pesquisas, além da própria aplicação das tecnologias desenvolvidas.

Considerando as instituições da Marinha do Brasil que atuam no desenvolvimento científico-tecnológico, deve-se ressaltar o papel da DGDNTM na integração, racionalização e interlocução com as estruturas organizacionais da gestão de CT&I por meio do Centro Tecnológico da Marinha no Rio de Janeiro (CTMRJ) e do CTMSP, em São Paulo.<sup>22</sup> O Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), subordinado ao CTMRJ, é responsável pelo “desenvolvimento de tecnologias necessárias à Marinha”, tendo como foco “atividades de pesquisa e desenvolvimento em guerra eletrônica, armas, acústica submarina, sistemas digitais e materiais” (Brasil, 2016a, p. 81). O CTMSP, por sua vez, dedica-se especialmente à execução de atividades referentes ao PNM, tendo por objetivo “capacitar a Força a alcançar o domínio dos processos tecnológicos, industriais e operacionais de instalações nucleares aplicáveis à propulsão naval” (Brasil, 2016a, p. 81).

### **3 OS PROGRAMAS ESTRATÉGICOS DA MARINHA DO BRASIL**

Em que pesem as dificuldades de ordem orçamentária, a Defesa Nacional segue em processo de transformação, tendo como um de seus elementos principais o Plano de Articulação e Equipamento de Defesa (PAED), composto por programas estratégicos das Forças Armadas “que visam atender às demandas de articulação e de equipamento necessárias para o cumprimento de suas missões constitucionais” (Brasil, 2016a, p. 146). É importante frisar que, atualmente, o PAED encontra-se em fase de revisão, com o intuito de possibilitar a adequação do plano à conjuntura nacional. Antes mesmo

---

22. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/dgdntm/>>.

de abordar os atuais programas estratégicos da Marinha do Brasil, é necessário ressaltar que estes compõem a etapa mais recente de um longo processo histórico, podendo-se identificar, desse modo, a existência de outros programas de reaparelhamento da Força Naval anteriores a 2006 (Sales, 2015). É importante ressaltar, ainda, que, antes do estabelecimento do PAED, a Marinha do Brasil já possuía um programa de reaparelhamento próprio, o Programa de Reaparelhamento da Marinha (PRM).

Elaborado a partir das necessidades estratégicas estabelecidas na Política de Defesa Nacional, o PRM é composto pelos principais programas que hoje compõem o PAED.<sup>23</sup> O programa foi encaminhado formalmente ao Ministério da Defesa em meados de 2005 e estruturado em dois períodos de dez anos: 2006-2015 e 2016-2025. Entre os atuais programas estratégicos da Marinha do Brasil, três deles serão analisados de forma mais detida neste trabalho: *i*) o PNM; *ii*) a Construção do Núcleo do Poder Naval; e *iii*) o SisGAAz.

### 3.1 PNM

Em execução desde 1979, o PNM surgiu com o propósito principal de garantir domínio do ciclo de combustível nuclear e construir uma planta nuclear de geração de energia elétrica – estando diretamente ligado ao PNB. Sendo os primeiros esforços na área nuclear datados dos anos 1930 (Leite, Assis e Côrrea, 2016), foi a partir dos anos 1970 que o Brasil obteve avanços significativos no domínio dessa tecnologia, graças ao empenho nacional e ao acordo de cooperação firmado com a República Federal da Alemanha. Tal acordo, que previa uma duração de quinze anos e investimentos da ordem de US\$ 10 bilhões, estipulava a transferência de conhecimento técnico do ciclo do combustível e da construção de reatores.

Fazem parte do PNM a criação e validação do Laboratório de Geração de Energia Núcleo-Elétrica (LABGENE), um protótipo que servirá de base para o reator do primeiro submarino de propulsão nuclear brasileiro (SN-BR), a ser desenvolvido no âmbito do PROSUB. O LABGENE, cujo comissionamento está previsto para ocorrer em 2021, e a Unidade Produtora de Hexafluoreto de Urânio (USEXA),

---

23. Incluem a construção de embarcações (submarino de propulsão nuclear, submarinos convencionais, navios-escolta, navios de apoio logístico, navios-patrolha oceânicos), a implementação do Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz), a aquisição e o desenvolvimento de sistemas operativos e a implantação de estaleiro e base naval para a construção e a manutenção de submarinos.

inaugurada em 2012, compõem “os dois grandes projetos” do programa (Leite, Assis e Corrêa, 2016, p. 269).

A análise do PNM deixa clara sua importância para o PROSUB, já que, como expresso no *Livro Branco de Defesa Nacional*: “[a] exequibilidade do PROSUB depende do desenvolvimento do sistema de propulsão nuclear, foco do PNM” (Brasil, 2016a, p. 147). Sem o desenvolvimento de um sistema de propulsão nuclear, a produção do SN-BR seria inviabilizada. Além disso, há um grande potencial de arrasto tecnológico no âmbito da propulsão nuclear. O desenvolvimento desses programas traz consigo uma “potencial dualidade da tecnologia nuclear”, podendo contribuir “no desenvolvimento de reatores que vão desde o emprego na medicina e pesquisa até a geração de energia” (Leite, Assis e Corrêa, 2016, p. 252).

No que concerne especificamente à aplicação dual das tecnologias desenvolvidas no contexto do PNM e às externalidades do programa, destaca-se o empreendimento do Reator Multipropósito Brasileiro (RMB). Trata-se de projeto sob responsabilidade da CNEN, apoiado e executado pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e pela Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. (Amazul). Entre seus principais objetivos, podem ser apontados a produção de radioisótopos e radiofármacos; a irradiação e o teste de combustíveis nucleares e de materiais estruturais; e o desenvolvimento de pesquisas científicas e tecnológicas a partir da utilização de feixes de nêutrons. Desse modo, o RMB trará benefícios diretos a áreas como medicina nuclear, indústria e meio ambiente (Andrade *et al.*, 2018).<sup>24</sup>

A participação da Marinha do Brasil mostra-se especialmente relevante no projeto do RMB – parte das tecnologias aplicadas decorre daquelas desenvolvidas no âmbito do PNM. Realçando a proximidade entre o RMB e o programa, o empreendimento será construído em Iperó (São Paulo), sendo contíguo ao Centro Industrial Nuclear de Aramar (CINA), onde importantes etapas do PNM são desenvolvidas (Andrade *et al.*, 2018).

---

24. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/ultimas-noticias/249-com-reator-multiproposito-brasil-tera-autonomia-na-producao-de-radioisotopos>>.

### 3.2 Construção do Núcleo do Poder Naval

De forma geral, esse programa visa à “ampliação da capacidade operacional da Marinha”, sendo “absolutamente necessário, não apenas para modernizar a Marinha, mas, também, possibilitar a substituição gradual das plataformas de combate navais, aeronavais e de fuzileiros navais” (Brasil, 2016a, p. 147). Trata-se de um programa amplo, dividido em vários subprogramas, destacando-se: *i*) o PROSUB; *ii*) o Programa de Obtenção de Meios de Superfície (PROSUPER); *iii*) o Programa de Obtenção de Navios Anfíbios (PRONANF); e *iv*) Programa de Obtenção de Navios-Aeródromos (PRONAE).

O PROSUB divide-se em três frentes principais: o projeto e a construção de uma infraestrutura industrial e de apoio à operação de submarinos; a criação de quatro novos submarinos convencionais (S-BR); e o projeto e elaboração do primeiro SN-BR.<sup>25</sup> A consecução das três frentes do programa será possibilitada pela transferência de tecnologia naval pela empresa francesa Naval Group (antiga Direction des Constructions Navales – DCNS), fruto de acordo firmado entre o Brasil e a França em 2008. É importante frisar, contudo, que toda a tecnologia nuclear embarcada no SN-BR é de desenvolvimento nacional, sendo a tecnologia transferida pela empresa francesa restrita ao casco resistente do submarino e demais sistemas. A infraestrutura industrial é composta por uma Unidade de Fabricação de Estruturas Metálicas (UFEM), dois estaleiros (um de construção e outro de manutenção), uma base naval, um complexo radiológico, um elevador de navios (*shiplift*) – com capacidade para suportar 8 mil toneladas –, além de um Centro de Instrução e Adestramento para as tripulações dos submarinos (Leite, Assis e Côrrea, 2016).

Semelhantemente ao PROSUB, o PROSUPER prevê a aquisição de novos meios para a Marinha do Brasil por meio de parcerias externas e de desenvolvimento e produção nacionais. Estão incluídos no programa cinco navios-escolta, cinco navios de patrulha oceânicos e um navio de apoio logístico (Brasil, 2016a, p. 148). Atualmente, a Força Naval conta com onze navios-escolta (seis fragatas da classe Niterói, duas fragatas da classe Greenhalgh, duas corvetas da classe Inhaúma e a corveta Barroso), os quais deverão

---

25. O submarino Riachuelo (S-40), o primeiro das quatro unidades convencionais previstas no PROSUB, foi lançado ao mar em 14 de dezembro de 2018, dando início à etapa de testes, que precede a entrega ao setor operativo da Marinha do Brasil. Os lançamentos dos submarinos Humaitá (S-41), Tonelero (S-42) e Angostura (S-43) devem ocorrer em 2020, 2021 e 2022, respectivamente. O primeiro submarino com propulsão nuclear brasileiro, denominado Álvaro Alberto (SN-10), por sua vez, tem previsão de ser lançado em 2029.

ser retirados de serviço até 2025 (à exceção da corveta Barroso), sendo substituídos por novas embarcações de múltiplo emprego de cerca de seis mil toneladas, capazes de operar helicópteros de até 12 t (Monteiro, 2009). Três dos cinco navios de patrulha oceânicos foram adquiridos pela Marinha do Brasil junto à empresa britânica BAE Systems, com base em contrato de £ 133 milhões (cerca de R\$ 366 milhões, à época), firmado em janeiro de 2012, que previa, além da aquisição das três embarcações e respectivos serviços de suporte, uma licença para fabricação de navios da mesma classe no Brasil (indicando a possibilidade de que os outros dois navios de patrulha oceânicos seriam montados sob licença no país).<sup>26</sup>

Complementarmente, desde 2017, a Marinha do Brasil tem priorizado o programa Corveta Classe Tamandaré, que visa à produção e aquisição de quatro dessas embarcações (cujo projeto se assemelha à corveta Barroso, em operação), de cerca de 3.400 t e a um valor superior a US\$ 300 milhões cada (Rezende, 2017; 2018; Brasil, 2019). Em março de 2019, a Marinha do Brasil concluiu o processo de seleção de propostas para aquisição ou construção das embarcações. O consórcio Águas Azuis, composto pela empresa alemã Thyssenkrupp Marine Systems e pelas brasileiras Embraer S.A. e Atech Negócios em Tecnologias S.A. (subsidiária do Grupo Embraer), foi escolhido para construir os quatro navios, com previsão de entrega entre 2024 e 2028. Além de garantir a ampliação e a modernização da Esquadra brasileira, a iniciativa contribui para a geração de empregos (mais de 1 mil postos diretos e 4 mil indiretos) e para o fortalecimento da indústria de defesa nacional. O projeto selecionado contempla, ainda, transferência de tecnologia nas áreas de engenharia naval e alto grau de nacionalização (superior a 30% de conteúdo local na primeira embarcação e superior a 40% nas demais) (Brasil, 2019; Águas Azuis, 2019).

Seguindo a linha dos dois programas anteriores, o PROANF prevê a obtenção de um navio anfíbio – navio de desembarque de carros de combate (NDCC) ou navio de desembarque de doca (NDD) – por meio de obtenção de projeto estrangeiro a ser construído em estaleiro nacional (Brasil, 2012c, p. 196). Atualmente, tem-se desenvolvido um navio de transporte e apoio (NaTrAp) com base em projeto do Centro de Projetos de Navios da Marinha do Brasil, o qual terá capacidade de deslocamento de cerca de 9 mil toneladas, de transporte de até quinhentos fuzileiros navais e de operação simultânea de dois helicópteros pesados (Monteiro, 2009).

Por fim, o PRONAE prevê o desenvolvimento e a construção de dois novos navios-aeródromos (conhecidos popularmente como porta-aviões): um para a Primeira

26. Disponível em: <<https://bit.ly/2ISVY77>>. Acesso em: 12 abr. 2016.

Esquadra (baseada no Rio de Janeiro) e outro para a Segunda Esquadra (a ser futuramente instalada próximo à foz do rio Amazonas). Tais embarcações poderão ser obtidas por meio de projeto nacional ou de parcerias com outros países (Brasil, 2012c, p. 196). A partir da END e do *Livro Branco de Defesa Nacional*, o PRONAE também passou a auxiliar no objetivo da Marinha do Brasil de Segunda Esquadra no Norte e Nordeste do país, detendo um papel fundamental na estratégia de projeção de poder (Silva, 2015, p. 153).<sup>27</sup>

O programa fazia-se especialmente necessário, pois, até 2017, a Marinha do Brasil contava com um navio-aeródromo (São Paulo), comprado da França em 2000, de 32 mil toneladas e com capacidade para operar cerca de quarenta aeronaves. O navio se encontrava em período de manutenção geral no Arsenal da Marinha no Rio de Janeiro com objetivo de estender sua vida útil até 2025. Porém, em 2017, o navio São Paulo foi desativado devido aos altos custos de modernização – chegariam à marca de R\$ 1 bilhão (Monteiro, 2009). Nesse contexto, em 2018, o Brasil adquiriu do Reino Unido o porta-helicópteros multipropósito Atlântico, embarcação de mais de 200 metros de comprimento com capacidade para operar até sete aeronaves simultaneamente, além de espaço interno para armazenar até dezenove helicópteros – tornando-se, desse modo, o maior navio da esquadra brasileira.

### 3.3 SisGAAz

Fundamental para a vigilância e proteção da Amazônia Azul, o SisGAAz tem como objetivo geral desenvolver sistemas de monitoramento e controle das águas jurisdicionais brasileiras e das regiões de busca e salvamento sob responsabilidade do Brasil, contribuindo diretamente para a consciência situacional marítima brasileira.<sup>28</sup> O programa prevê a utilização de satélites, radares e equipamentos de sensoriamento submarino para monitorar as Águas Jurisdicionais Brasileiras, integrando redes de informação e apoio à decisão, de modo a gerar benefícios como maior segurança e maior eficiência da fiscalização e das operações de busca e resgate – além de estimular o emprego dual das tecnologias desenvolvidas (Brasil, 2012c, p. 196-197).

---

27. O PROANF, o PRONAE e o SisGAAz estavam previstos na versão do Livro Branco de Defesa Nacional publicada em 2012, o PRONAE e o PROANF foram retirados da versão de 2016 do documento.

28. Segundo o Almirante de Esquadra João Afonso Prado Maia de Faria (2012, p. 219-220), “define-se consciência situacional marítima como o entendimento dos acontecimentos militares e não militares, atividades e circunstâncias, dentro e associadas ao ambiente marítimo, que são relevantes para as atuais e futuras ações de um país, onde o ambiente marítimo são os oceanos, mares, baías, estuários, rios, regiões costeiras e portos”, sendo seu propósito “desenvolver a capacidade para identificar as ameaças existentes, o mais breve e o mais distante possível do país, por meio da integração de dados de inteligência, vigilância, observação e sistemas de navegação, interagindo em um mesmo quadro operacional”.

Em desenvolvimento desde 2009, trata-se de programa que visa atender à “demanda por recursos capazes de efetuar, com eficiência, as atividades de monitoramento, fiscalização e defesa da Amazônia Azul” (Chaves Junior, 2013, p. 12), tendo como pilares “as prioridades estabelecidas pela END (...); a percepção das diversas ameaças vislumbradas no contexto da Amazônia Azul (...); e (...) a salvaguarda da vida humana no mar” (Chaves Junior, 2013, p. 36). O SisGAAz se divide em dois subsistemas – o Sistema de Monitoramento da Amazônia Azul (direcionado às atividades de prevenção e controle) e o Sistema de Proteção da Amazônia Azul (voltado às atividades de defesa e reação) –, os quais, por meio de sensores e equipamentos específicos, permitirão “a coleta de dados (monitoramento), a fusão e o processamento destes, a produção de informação para apoio à decisão e finalmente a tomada de decisão para que os meios disponíveis possam atuar (proteção)” (Chaves Junior, 2013, p. 36). Em sua plenitude, o SisGAAz possibilitará a “obtenção de dados, o seu processamento, a apresentação ordenada desses dados e (...) apoio à decisão”, visando o “controle dos acontecimentos no ambiente marítimo”, representando, assim, “o passo inicial para o efetivo controle de Amazônia Azul” (Chaves Junior, 2013, p. 43).

Além de seu principal propósito, o desenvolvimento do SisGAAz contribui, ainda, para o fortalecimento de CT&I no Brasil, especialmente em decorrência dos processos de nacionalização de componentes e de transferência de tecnologia, previstos no programa. Nesse sentido, estima-se que haverá grande arrasto tecnológico em suas diferentes etapas, além da criação de demandas de serviços diversificados em áreas como segurança, engenharia civil, energia e transporte. Em sua concepção original, o programa se divide em três fases principais: conceituação, contratação e desenvolvimento. A primeira envolveu a concepção operacional e a especificação do sistema e do projeto de arquitetura de alto nível, tendo sido encerrada em dezembro de 2013. A segunda fase, iniciada em janeiro de 2014, engloba a solicitação de propostas a ser respondida pelas empresas integradoras e, subsequentemente, a avaliação das propostas e seleção da vencedora. Por fim, após a assinatura do contrato, se inicia a terceira fase.

É importante ressaltar que “o SisGAAz é considerado e definido pela MB [Marinha do Brasil] como um sistema de defesa (...) estratégico para a defesa nacional, (...), cuja descontinuidade provocará dano significativo às atividades da MB” (DURING, 2014), devendo ser “desenvolvido totalmente no Brasil e com forte índice de nacionalização” (ROSSI, 2014). Contudo, apesar da importância atribuída ao programa, ele tem

passado, nos últimos anos, por intenso processo de reformulação por motivos de ordem orçamentária e financeira (During, 2015).

No que tange a outras iniciativas da Marinha do Brasil no âmbito do monitoramento e da vigilância da Amazônia Azul, destaca-se o Sistema de Consciência Situacional Unificada por Aquisição de Informações Marítimas (SCUA). Trata-se de sistema desenvolvido pelo IPqM que permite a obtenção de dados via radar e seu tratamento, possibilitando ações na esfera da análise estratégica e da inteligência. O SCUA foi utilizado durante os Jogos Olímpicos de 2016, realizados no Rio de Janeiro, contribuindo para o controle da área marítima da Baía de Guanabara e do litoral fluminense. Por ser um sistema que pode ser desenvolvido e implementado de forma escalonada, o SCUA foi adotado pela Marinha do Brasil, em 2018, como o projeto piloto do SisGAAz.

#### **4 A IMPORTÂNCIA DA CT&I PARA OS PROGRAMAS ESTRATÉGICOS DA MARINHA DO BRASIL**

O exame dos programas estratégicos da Marinha do Brasil apresentados na seção anterior atesta a importância do desenvolvimento científico-tecnológico para sua consecução. Conforme apontado, três se destacam pela sua intensidade científico-tecnológica: o PNM, o PROSUB e o SisGAAz. Torna-se fundamental, portanto, analisar como as atividades de CT&I contribuem para o desenvolvimento desses programas.

Primeiramente, a centralidade dada ao PNM e ao PROSUB reforça a já histórica importância do setor nuclear para a Marinha do Brasil (em particular) e para a Defesa Nacional (de forma geral). Nesse sentido, observa-se a continuação e o aprofundamento dos esforços governamentais no desenvolvimento nacional da tecnologia nuclear, cujo maior exemplo recente é a criação de uma nova empresa estatal voltada especificamente para esse fim, a Amazul. Uma vez constatado que uma das principais dificuldades na construção do submarino com propulsão nuclear encontra-se na formação de recursos humanos, estabeleceu-se essa nova empresa visando justamente ao provimento de tais recursos, necessários, de maneira transversal, à consecução do PNM e do PROSUB.

Criada a partir da Lei nº 12.706, de 8 de agosto de 2012, a Amazul, fruto da cisão parcial da Empresa Gerencial de Projetos Navais (EMGEPRON) e vinculada ao Ministério da Defesa por meio do comando-geral da Marinha do Brasil, tem como objetivo central o desenvolvimento do setor nuclear no país, especificamente por meio do aprimoramento de

“tecnologias necessárias às atividades nucleares da Marinha do Brasil e do PNM e da indústria militar naval brasileira, destacando-se a construção de submarinos para a Marinha do Brasil” (Brasil, 2012b, art. 5º, I). Entre as competências específicas da nova empresa, incluem-se:

o fomento à implantação de novas indústrias no setor nuclear e auxílio técnico a elas; o estímulo financeiro para atividades de pesquisa na área; a elaboração de estudos e trabalhos de engenharia; a construção de protótipos para o desenvolvimento de submarinos, além de capacitação de pessoal.<sup>29</sup>

Em 2014, a Amazul teve sua primeira unidade operacional instalada no CTMSP, tornando-se, desde então, “a única empresa especializada do setor nuclear nacional com uma unidade operacional instalada no Centro Experimental Aramar” (Leite, Assis e Côrrea, 2016, p. 272).

A fim de cumprir seus objetivos, a Amazul tem firmado importantes parcerias com outras empresas e instituições. Uma delas é a Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia (FDTE), com a qual foi firmado acordo de cooperação em setembro de 2014 visando à “realização de pesquisa, desenvolvimento e implantação do Projeto Conceitual do Complexo Radiológico do Estaleiro e Base Naval (EBN) da Marinha do Brasil”.<sup>30</sup> Em dezembro de 2015, foi assinado acordo de cooperação técnica entre a Amazul e a Escola de Guerra Naval (EGN), visando ao “desenvolvimento de projetos de interesse comum”, especialmente aqueles relacionados ao PNM e ao PROSUB.<sup>31</sup>

Enquanto as pesquisas com vistas ao desenvolvimento do sistema de propulsão nuclear do SN-BR têm sido conduzidas pela própria Marinha do Brasil (por meio de suas instituições científico-tecnológicas ou de empresas estatais), a construção dos submarinos convencionais e do submarino com propulsão nuclear tem sido possibilitada graças à parceria firmada com a empresa francesa Naval Group. A importância de tal parceria reflete um padrão que pode ser observado em outros programas estratégicos tanto da Marinha do Brasil (como o PROSUPER) quanto de outras Forças. Entre os programas da Marinha do Brasil, a importância de parcerias externas que envolvam a transferência de tecnologia também é observada no SisGAAz. Antes de passar por reformulação, o SisGAAz já havia sido contemplado com propostas de três consórcios, todos compostos

---

29. Disponível em: <<https://bit.ly/2MT5tpl>>. Acesso em: 7 abr. 2016.

30. Disponível em: <<https://bit.ly/2KTSoez>>. Acesso em: 8 abr. 2016.

31. Disponível em: <<https://bit.ly/2u7FmD1>>. Acesso em: 7 abr. 2016.

por empresas privadas brasileiras em parceria com empresas estrangeiras: *i*) consórcio Águas Brasileiras, composto pela Embraer Defesa e Segurança (EDS) em parceria com a europeia Airbus Defence and Space; *ii*) consórcio Nosso Mar, composto pela Odebrecht Defesa e Tecnologia (ODT) em parceria com a canadense-americana MacDonald, Dettwiler and Associates (MDA), a espanhola Indra e a sueca SAAB; e *iii*) consórcio Mar Azul, composto pela empresa Orbital Engenharia em parceria com a China Aerospace Science and Industry Corporation (Silveira, 2015).

O desenvolvimento e a consecução de tais programas atestam a “comprovada capacidade de inovação e absorção tecnológica das firmas nacionais” do setor de defesa, “aliada às oportunidades abertas pelas parcerias estratégicas com outros países”, o que, conseqüentemente, “enseja um cenário promissor para a consolidação e o desenvolvimento futuro da indústria de defesa no Brasil” (Andrade *et al.*, 2016, p. 46). Para obter o máximo de aproveitamento das capacidades científico-tecnológicas à disposição tanto na indústria nacional quanto no âmbito de parcerias externas, é necessário integrar os esforços de P&D em todos os níveis e escalas, envolvendo os atores (academia, institutos de pesquisa, entidades governamentais e empresas privadas) ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento dos produtos – desde as pesquisas científicas de base, passando pela execução de projetos, até a construção final de plataformas e sistemas. Nesse sentido, é de suma importância que se busque o máximo de integração entre todas as partes envolvidas, em perspectivas de longo prazo e de forma contínua, para que se obtenha sucesso não somente em prover meios à Força Naval (e às demais Forças), mas também em dotar o país de capacidades materiais para diminuir sua dependência externa de equipamentos e sistemas vitais à sua defesa.

Entretanto, conforme ressaltado por Squeff (2016, p. 106), “a aspiração nacional pelo desenvolvimento endógeno de produtos de defesa tecnologicamente competitivos pode encontrar na infraestrutura científica e tecnológica uma barreira à sua concretização”. Nesse sentido, a comparação com a estrutura existente nos países líderes no mercado de defesa (em especial os que se destacam na pesquisa científico-tecnológica voltada a esse setor) deixa clara a defasagem brasileira, uma vez que “os laboratórios nacionais dedicados a atividades de defesa ainda apresentam escala bastante reduzida em relação às infraestruturas dedicadas à mesma área no exterior”, podendo-se atribuir a “estrutura de governança de suas infraestruturas pouco centralizada” (Squeff, 2016, p. 104) a este atraso por parte do país.

Ademais, os programas estratégicos da Marinha do Brasil (e das demais Forças) enfrentam um grave problema decorrente da realidade brasileira atual: o risco de descontinuidade devido à falta de verbas. O contingenciamento orçamentário enfrentado por diversas pastas do governo federal tem sido especialmente duro para a Defesa, trazendo consequências sérias em curto, médio e longo prazo não somente para as Forças Armadas como também para a indústria nacional de defesa. Nesse sentido, observa-se que a Marinha do Brasil tem priorizado os seus programas nuclear e de desenvolvimento de submarinos, de modo que outros programas estratégicos como o SisGAAz e o PROSUPER se encontram em descompasso com o cronograma original.

Em curto e médio prazo, os efeitos de tal contingenciamento comprometem a capacidade de atuação das Forças por privá-las de seus meios de atuação. Entretanto, em longo prazo, a descontinuidade dos investimentos pode afetar gravemente as atividades de P&D em CT&I voltadas à defesa, podendo fazer com que capacidades tecnológicas desenvolvidas internamente durante décadas se percam para o estrangeiro – a chamada “desnacionalização” (Andrade e Franco, 2016). Este é apenas um dos riscos que o país enfrenta ao descontinuar os esforços de P&D voltados ao aprimoramento de sua estrutura de defesa, podendo comprometer, em última instância, sua própria soberania devido à falta de meios para assegurá-la.

No longo prazo, no entanto, a cooperação entre diversos setores pode ser um mecanismo para driblar a redução dos recursos para a área. Recentemente, o Ministério da Defesa já demonstrou algumas possibilidades para o futuro. Em 2017, por exemplo, foi anunciado que o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) também oferecerá linhas de crédito a governos que se interessem por adquirir produtos de defesa do Brasil – um projeto do Ministério da Defesa realizado em parceria com os ministérios da Fazenda; das Relações Exteriores; da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; e com a Câmara de Comércio Exterior (CAMEX). Ainda que sem incentivos específicos para a CT&I, iniciativas dessa natureza podem gerar novas possibilidades de financiamento. Outro exemplo de parceria foi a realizada para desenvolvimento de produtos no setor aeroespacial, de defesa, de segurança pública e de materiais especiais, ficando conhecida como Inova Aerodefesa, lançada em 2013.

A inovação é fundamental para qualquer sociedade, governo ou empresa, sendo uma das metas indicadas nas estratégias de mais alto nível dos setores de CT&I das Forças Armadas brasileiras. Inovação, no viés econômico, consiste em inserir novos

produtos ou processos no ambiente produtivo, de modo a se gerar valor. No que tange às práticas de inovação no contexto nacional, observa-se que:

[a] análise dos dados e informações globais sobre competitividade e inovação indica que o desempenho do Brasil deixa a desejar quando comparado com países como Alemanha, China e Estados Unidos. Em que se pesem os esforços e aporte de recursos em inovação realizados no país, ainda são observados resultados tímidos em termos do que é gerado efetivamente por meio da inovação em benefícios sociais, sobretudo nos setores industriais (Pavanelli e Dostler, 2016).

As Forças Armadas dos Estados Unidos podem ser citadas como referência no desenvolvimento de tecnologias que se tornam inovação, ou seja, aquelas que, quando prontas, em função do seu caráter dual, são transferidas para o ambiente civil (*spin-off*), tais como: o avião a jato, o transistor, as fibras óticas, a energia nuclear, o computador eletrônico, o sistema de posicionamento global (*global positioning system* – GPS), os satélites, o micro-ondas e os veículos aéreos não tripulados (VANTs) (popularmente conhecidos no mercado civil como *drones*).

Nesse sentido, a Marinha do Brasil vem se reestruturando de forma a permitir, aos moldes das principais Forças Armadas mundiais inovadoras, a aplicação das tecnologias já desenvolvidas nas suas Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) e a transferência daquelas de uso dual ao setor civil. O modelo de negócio adotado se baseia na Tríplice Hélice, resumindo-se em desenvolver projetos de interesse, em parceria com universidades brasileiras (pesquisa básica e aplicada), e, ao alcançar nível de maturidade suficiente para ser prototipado, o projeto é apresentado ao meio empresarial como uma oportunidade de negócio, a ser produzido e comercializado no Brasil e no exterior. Conforme o produto for ganhando escalabilidade no mercado, a Marinha do Brasil será indenizada por meio de *royalties*, devido à propriedade intelectual, o que permitirá retroalimentar financeiramente o sistema de CT&I das próprias ICTs e poderá gerar recursos para financiar novos projetos de interesse da sociedade brasileira.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

A atuação das Forças Armadas no desenvolvimento de programas estratégicos cumpre, essencialmente, suas funções constitucionais de proteger os cidadãos e os bens do país e defender os interesses nacionais. No que tange à garantia da soberania da nação, também

missão das Forças, destacam-se a importância do domínio científico-tecnológico e a busca pela autonomia do país. Nesse contexto, a aplicação do conhecimento torna-se importante vetor para o progresso nacional, de modo que programas de alto teor tecnológico contribuem diretamente para a obtenção e o aprimoramento desse domínio.

Ainda que instabilidades políticas e econômicas afetem a capacidade de investimento do Brasil e signifiquem a realização de contingenciamentos orçamentários nas mais diferentes esferas, os objetivos estratégicos nacionais devem ser considerados ao definir políticas públicas prioritárias do país. Assim, indica-se que questões relativas aos campos de Defesa Nacional e CT&I sejam associadas a políticas de longo prazo, com caráter permanente e contínuo. Programas que unem as duas áreas, como os apresentados neste trabalho, contribuem significativamente para o desenvolvimento nacional e trazem benefícios diretos e indiretos à sociedade brasileira.

Manter as Forças Armadas adequadamente preparadas e equipadas mostra-se tão importante quanto assegurar que tenham os meios necessários para a sua atuação. Para isso, faz-se vital que se dê continuidade e se robusteçam as ações de CT&I voltadas à Defesa Nacional, especialmente as atividades de P&D que permitam o desenvolvimento endógeno de novos equipamentos e sistemas de defesa, com o propósito de se alcançar a autonomia. Nesse contexto, verifica-se que a aproximação das Forças ao estado da arte em CT&I possibilita o aumento da eficiência e da eficácia do cumprimento de suas missões.

A análise dos programas estratégicos da Marinha do Brasil apresentada neste trabalho atesta essa importância. Ademais, além de reforçar as ações de CT&I, mostra-se imprescindível fortalecer as infraestruturas necessárias para o desenvolvimento dessas ações. Recomenda-se, nesse sentido, reforçar a interoperabilidade entre as Forças e privilegiar o modelo da Tríplice Hélice na execução desses programas. Desse modo, será possível ampliar as externalidades positivas e o arrasto tecnológico decorrentes de seu desenvolvimento, beneficiando não somente a indústria de defesa, mas também diferentes cadeias produtivas da esfera civil. Os benefícios diretos à população são observados a partir de projetos como o RMB, exemplo de transbordamento da tecnologia nuclear para áreas como a medicina.

No caso específico dos programas estratégicos da Marinha do Brasil avaliados neste trabalho, verifica-se que a necessidade de priorização de investimentos, ainda que tratada de modo parcialmente eficaz, provoca efeitos diretos no planejamento da Força, demandando ajustes e alterações no decorrer do programa e prejudicando, por vezes, etapas já realizadas.

A garantia de recursos para a continuidade dos programas, bem como a estabilidade no que tange às verbas destinadas à sua execução, constitui elemento fundamental para que se alcance maior previsibilidade ao longo de suas diferentes etapas, componente indispensável em projetos de alta complexidade científico-tecnológica. Nesse sentido, tratar as políticas públicas e os investimentos no âmbito da Defesa Nacional e da CT&I como questões de longo prazo mostra-se essencial no âmbito do planejamento federal, justificando-se por benefícios que alcançam as esferas econômica, industrial e social.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, I. O. *et al.* **O fortalecimento da indústria de defesa do Brasil**. Rio de Janeiro: Ipea, 2016. (Texto para Discussão, n. 2182).

\_\_\_\_\_. **Submarino nuclear brasileiro**: Defesa Nacional e externalidades tecnológicas. Brasília: Ipea, 2018. (Texto para Discussão, n. 2428). Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=27370](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=27370)>.

ANDRADE, I. O.; FRANCO, L. G. A. **Desnacionalização da indústria de defesa no Brasil**: implicações em aspectos de autonomia científico-tecnológica e soluções a partir da experiência internacional. Rio de Janeiro: Ipea, 2016. (Texto para Discussão, n. 2178).

ANDRADE, I. O.; ROCHA, A. J. R.; HILLEBRAND, G. R. L. **O Programa de Desenvolvimento de Submarinos como programa de Estado**. Brasília: Ipea, 2019. (Nota Técnica, n. 45).

BRASIL. Ministério da Defesa. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Concepção estratégica**: ciência, tecnologia e inovação de interesse da Defesa Nacional. Brasília: MD; MCTI, 2003.

\_\_\_\_\_. Portaria Normativa nº 1.317/MD, de 4 de novembro de 2004. Aprova a Política de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Defesa Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 8 nov. 2004.

\_\_\_\_\_. Portaria Normativa nº 899/MD, de 19 de julho de 2005. Aprova a Política Nacional da Indústria de Defesa – PNID. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 jul. 2005.

\_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. **Cinquentenário do convênio entre a Marinha do Brasil e a Universidade de São Paulo**: a criação do curso de engenharia naval na Escola Politécnica. São Paulo: Editora Narrativa Um, 2007.

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.598, de 21 de março de 2012. Estabelece normas especiais para as compras, as contratações e o desenvolvimento de produtos e de sistemas de defesa; dispõe sobre regras de incentivo à área estratégica de defesa; altera a Lei nº 12.249, de 11 de junho de 2010; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 22 mar. 2012a.

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.706, de 8 de agosto de 2012. Autoriza a criação da empresa pública Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. – Amazul e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 9 ago. 2012b.

- \_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. **Livro branco de Defesa Nacional**. Brasília: MD, 2012c.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. **Livro branco de Defesa Nacional**: versão sob apreciação do Congresso Nacional. Brasília: MD, 2016a.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa/Estratégia Nacional de Defesa**: versão sob apreciação do Congresso Nacional. Brasília: Ministério da Defesa, 2016b.
- \_\_\_\_\_. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022**: ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento econômico e social. Brasília: MCTIC, 2016c.
- \_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. **Estratégia de ciência, tecnologia e inovação da Marinha do Brasil**. Brasília: Estado-Maior da Armada, 2017. Disponível em: <[https://www.marinha.mil.br/dgdntm/sites/www.marinha.mil.br/dgdntm/files/arquivos/Estrat%C3%A9gia%20de%20CT%26I\\_PT.pdf](https://www.marinha.mil.br/dgdntm/sites/www.marinha.mil.br/dgdntm/files/arquivos/Estrat%C3%A9gia%20de%20CT%26I_PT.pdf)>.
- \_\_\_\_\_. Marinha do Brasil. **Projeto “Classe Tamandaré”**. Marinha do Brasil seleciona a Melhor Oferta. 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/2CMI8Ej>>.
- CARPES, M. M. **A política nuclear brasileira no contexto das relações internacionais contemporâneas**: domínio tecnológico como estratégia de inserção internacional. 2006. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- CHAVES JUNIOR, S. F. **Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz)**: o passo inicial para o efetivo controle da área marítima brasileira. 2013. Monografia (Graduação) – Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, 2013.
- CONSÓRCIO ÁGUAS AZUIS. **Consórcio Águas Azuis é escolhido como fornecedor preferencial para construir as quatro corvetas da Classe Tamandaré**. 28 mar. 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/2GqF6X6>>.
- DE NEGRI, F.; SQUEFF, F. H. S. Investimentos em P&D do governo norte-americano: evolução e principais características. **Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior**, n. 36, p. 9-16, 2014.
- DURING, N. SisGAAz: um projeto ambicioso. **DefesaNet**, Brasília, 26 jan. 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/2zjFqWu>>. Acesso em: 12 abr. 2016.
- \_\_\_\_\_. Exclusivo SisGAAz: MB decide não decidir e interrompe programa. **DefesaNet**, Brasília, 3 nov. 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2zbKvjj>>. Acesso em: 12 abr. 2016.
- ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The Triple Helix, University-Industry-Government Relations: a laboratory for knowledge based economic development. **EASST Review**, v. 14, n. 1, jan. 1995, p. 14-19.
- \_\_\_\_\_. Triple Helix of innovation: introduction. **Science and Public Policy**, v. 25, n. 6, jan. 1998, p. 358-364.

\_\_\_\_\_. The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations. **Research Policy**, v. 29, 2000, p. 109-123.

ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. Hélice tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 90, p. 23-48, 2017. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/137883/133469>>.

FARIA, J. A. A consciência situacional marítima (CSM) e a Marinha do Brasil. **Revista da Escola de Guerra Naval**, v. 18, n. 1, p. 213-229, 2012.

HOLMES, J. Strategic features of the south China sea: a tough neighborhood for hegemons. **Naval War College Review**, v. 67, n. 2, p. 31-50, 2014.

LEITE, A.; ASSIS, J. A.; CÔRREA, F. G. Propulsão nuclear. *In*: ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL; IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Mapeamento da base industrial de defesa**. Brasília: ABDI; Ipea, 2016. p. 251-334.

MAHAN, A. **Naval strategy compared and contrasted with the principles and practice of military operations on land**. Boston: Little, Brown and Company, 1915.

MONTEIRO, L. Os principais programas da Marinha do Brasil. **Poder Naval**, 15 maio 2009. Disponível em: <<https://bit.ly/2KzJUNS>>. Acesso em: 4 maio 2016.

PAVANELLI, R.; DOSTLER, P. Inovação e colaboração: modelos de negócio e desafios aos modelos tradicionais. **Excelência em Gestão**, São Paulo, ano 8, n. 9, 2016.

PERLO-FREEMAN, S. *et al.* **Trends in world military expenditure**, 2015. Solna: SIPRI, Apr. 2016.

REZENDE, P. P. Corvetas para a Marinha do Brasil, uma decisão realista. **DefesaNet**, Brasília, 9 mar. 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/2n9zS6D>>. Acesso em: 30 jan. 2018.

\_\_\_\_\_. CCT – Tamandaré a projeção do futuro. **DefesaNet**, Brasília, 27 set. 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/2V3ZlCa>>.

ROSSI, V. Entrevista contra-almirante Gondim: projetos estratégicos da MB. **DefesaNet**, Brasília, 2 jul. 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/2u3gD3V>>. Acesso em: 12 abr. 2016.

SALES, P. B. **Os programas de reaparelhamento da Marinha do Brasil na República (1904-2014)**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro, 2015.

SILVA, P. F. **A política industrial de defesa no Brasil (1999-2014): intersetorialidade e dinâmica de seus principais atores**. 2015. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

SILVEIRA, V. Plano de reaparelhamento vai durar até 12 anos. **Poder Naval**, 14 jan. 2014. Disponível em: <<http://www.naval.com.br/blog/2014/01/14/plano-de-reaparelhamento-vai-durar-ate-12-anos/>>. Acesso em: 4 maio 2016.

\_\_\_\_\_. Sistema para Amazônia Azul sob disputa. **DefesaNet**, Brasília, 16 mar. 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2KTrtjn>>. Acesso em: 12 abr. 2016.

SQUEFF, F. H. S. Sistema setorial de inovação em defesa: análise do caso do Brasil. *In*: DE NEGRI, F.; SQUEFF, F. H. S. (Org.). **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil**. Brasília: Ipea; Finep; CNPq, 2016. p. 63-113.

TILL, G. **Seapower: a guide for the twenty-first century**. 2nd ed. New York: Routledge, 2009.

#### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ALMEIDA, M. **A política de inovação e a política de defesa: o caso da agência de inovação Darpa nos Estados Unidos**. Brasília: Ipea, 2013.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília: MD, 2012.

MAYER, M.; CARPES, M.; KNOBLICH, R. **The global politics of science and technology: concepts from international relations and other disciplines**. Berlin: Springer, 2014. v. 1.

MORAES, R. F. **A inserção externa da indústria brasileira de defesa: 1975-2010**. Brasília: Ipea, 2012. (Texto para Discussão, n. 1715).

SCHMIDT, F. H.; MORAES, R. F.; ASSIS, L. R. A dinâmica recente do setor de defesa no Brasil: notas sobre o comportamento da demanda e o perfil das firmas contratadas. **Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior**, Brasília, n. 19, p. 21-34, 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/7MQNsS>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

STRANGE, S. **States and markets**. London: Pinter Publishers, 1988.

#### SITES CONSULTADOS

DefesaNet. Disponível em: <[www.defesanet.com.br](http://www.defesanet.com.br)>.

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Disponível em: <[www.ipen.br](http://www.ipen.br)>.

Marinha do Brasil. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/>>.

Ministério da Defesa. Disponível em: <[www.defesa.gov.br](http://www.defesa.gov.br)>.

Poder Naval. Disponível em: <[www.naval.com.br](http://www.naval.com.br)>.

**Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**

**Assessoria de Imprensa e Comunicação**

## **EDITORIAL**

### **Coordenação**

Reginaldo da Silva Domingos

### **Supervisão**

Carlos Henrique Santos Vianna

### **Revisão**

Carlos Eduardo Gonçalves de Melo

Crislayne Andrade de Araújo

Elaine Oliveira Couto

Lis Silva Hall

Mariana Silva de Lima

Vivian Barros Volotão Santos

Bruna Oliveira Ranquine da Rocha (estagiária)

### **Editoração**

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Mayana Mendes de Mattos

Vinicius Arruda de Souza (estagiário)

### **Capa**

Danielle de Oliveira Ayres

Flaviane Dias de Sant'ana

### **Projeto Gráfico**

Renato Rodrigues Bueno

*The manuscripts in languages other than Portuguese  
published herein have not been proofread.*

### **Livraria Ipea**

SBS – Quadra 1 - Bloco J - Ed. BNDES, Térreo.

70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 2026-5336

Correio eletrônico: [livraria@ipea.gov.br](mailto:livraria@ipea.gov.br)







### **Missão do Ipea**

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

**ipea** Instituto de Pesquisa  
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DA  
ECONOMIA

 **PÁTRIA AMADA  
BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL

ISSN 1415-4765

