

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CMG ALEXANDRE LOPES VIANNA DE SOUZA

O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO PARA AS CAPACIDADES
MILITARES DA MARINHA:
Propostas para uma Cultura de Inovação na Força

Rio de Janeiro

2021

CMG ALEXANDRE LOPES VIANNA DE SOUZA

O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO PARA AS CAPACIDADES
MILITARES DA MARINHA:

Propostas para uma Cultura de Inovação na Força

Tese apresentada à Escola de Guerra Naval como
requisito parcial para a conclusão do Curso de
Política e Estratégia Marítimas.

Orientador: CMG (RM1) Marcos Luiz Portela

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval

2021

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha maior fonte de inspiração: a esposa e
companheira, JANAINA MICHELETTO!

AGRADECIMENTOS

Por dever de justiça, os meus primeiros agradecimentos são para minha amada esposa, por todo o suporte e ajuda na formatação deste trabalho e pelos seus pertinentes conselhos em todas as etapas de pesquisa.

Aos meus filhos, agradeço pelo amor, carinho e apoio nos meus momentos de ausência e ansiedade, que por vezes surgiram durante todo o processo desta tese. Espero poder compensá-los, muito em breve.

Agradeço ao CMG (RM1) Marcos Luiz Portela, pelo trato cordial com o qual conduziu a orientação deste trabalho e pelas sugestões e observações sempre assertivas.

Um agradecimento especial aos amigos da turma C-PEM 2021, que mesmo com o distanciamento social imposto pela situação de momento da pandemia de COVID, conseguimos construir um maravilhoso espírito de turma, o que contribuiu para mantermos o moral elevado, permitindo, assim, atravessarmos os vários desafios inerentes ao Curso de forma leve e serena.

Por fim, agradeço a Deus por permitir a conclusão com sucesso de mais uma tarefa na singradura deste importante Curso, oportunizando-me chegar ao porto seguro da aprovação no C-PEM 2021: momento significativo na vida e na carreira deste velho Marinheiro!

EPÍGRAFE

“No futuro não haverá lugar no concerto dos povos soberanos para aqueles que não possuem uma suficiente organização da ciência, da técnica e da indústria”.

(Dito pelo Almirante Álvaro Alberto, Patrono da Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha do Brasil, em 1947).

RESUMO

Esta pesquisa tem como base a percepção da importância da Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) com fins militares para a qualidade de vida de uma nação e a garantia de sua soberania. A Tecnologia está intrinsecamente relacionada à evolução da humanidade, permitindo a solução de problemas e contribuindo para o bem-estar da população, tornando o desenvolvimento tecnológico como um dos fatores de desenvolvimento social e econômico dos países no cenário internacional. O Estado, como promotor da harmonia social e garantidor da segurança coletiva, tem responsabilidades no desenvolvimento de tecnologias que atendam a essas expectativas, passando a investir em Inovação para o desenvolvimento de Ciência e Tecnologia. Nesse contexto, o modelo conhecido como Tríplice Hélice, formulado por Henry Etzkowitz e pautado na inter-relação Governo-Academia-Indústria, é a chave para o desenvolvimento de CT&I de forma sustentável. Embora com relativo atraso em comparação com países desenvolvidos, o Brasil passou a investir em CT&I de forma estruturada a partir do século XX, tendo as Forças Armadas como grandes fomentadores. A Marinha do Brasil possui uma Estratégia de CT&I para as necessidades operacionais, condicionada pela Política Nacional de Defesa (PND) e pela Estratégia Nacional de Defesa (END). Entretanto, questiona-se se a Marinha possui uma Cultura de Inovação que atenda de forma eficaz às necessidades tecnológicas da Força para o atendimento às suas capacidades militares. A partir deste problema, traçam-se os seguintes objetivos específicos: delinear a relevância da tecnologia para o desenvolvimento e soberania nacional; apresentar a importância da CT&I para as Forças Armadas, em especial para a Marinha do Brasil; e, utilizando-se o método comparativo e tipológico, definir as principais diferenças no desenvolvimento de Tecnologias militares do Exército Brasileiro, da Força Aérea Brasileira e de aspectos relevantes do modelo DARPA referentes à inovação militar. Ao final, são apresentadas propostas voltadas: ao aperfeiçoamento das relações da Marinha do Brasil com a Academia e a Indústria; ao estabelecimento de parcerias que facilitem o desenvolvimento de tecnologias para suas capacidades militares; à implementação da Gestão da Inovação na Força; à prospecção tecnológica para as capacidades militares; e, por fim, à implementação de um modelo DARPA no Ministério de Defesa. Essas sugestões, indubitavelmente, possibilitarão o surgimento de uma Cultura de Inovação na Marinha que contribuirá para um salto de qualidade e eficiência da Força.

Palavras-chave: capacidade militar; ciência; cultura de inovação; tecnologia; tríplice hélice.

ABSTRACT

This research is based on the perception of the importance of Science, Technology and Innovation (ST&I) for military purposes for the quality of life of a nation and the guarantee of its sovereignty. Technology is intrinsically related to the evolution of humanity, allowing for the solution of problems and contributing to the well-being of the population, making technological development one of the factors for the social and economic development of countries on the international stage. The State, as a promoter of social harmony and guarantor of collective security, has responsibilities in the development of technologies that meet these expectations, starting to invest in Innovation for the development of Science and Technology. In this context, the model known as the Triple Helix, formulated by Henry Etzkowitz and based on the Government-Academy-Industry interrelation, is the key to the sustainable development of ST&I. Although relatively late compared to developed countries, Brazil started to invest in ST&I in a structured way from the 20th century onwards, with the Armed Forces as major promoters. The Brazilian Navy has a ST&I Strategy for operational needs, conditioned by the National Defense Policy (PND) and the National Defense Strategy (END). However, it is questioned whether the Navy has a Culture of Innovation that effectively meets the technological needs of the Force to meet its military capabilities. Based on this problem, the following specific objectives are outlined: to outline the relevance of technology for development and national sovereignty; present the importance of CT&I for the Armed Forces, especially for the Brazilian Navy; and, using the comparative and typological method, define the main differences in the development of military technologies of the Brazilian Army, the Brazilian Air Force and relevant aspects of the DARPA model related to military innovation. At the end, proposals are presented aimed at: improving the relationship between the Brazilian Navy and the Academy and Industry; establishing partnerships that facilitate the development of technologies for their military capabilities; the implementation of Innovation Management in the Force; technological prospecting for military capabilities; and, finally, the implementation of a DARPA model in the Ministry of Defense. These suggestions will undoubtedly enable the emergence of a Culture of Innovation in the Navy that will contribute to a leap in the Force's quality and efficiency.

Keywords: military capability; science; culture of innovation; technology; triple helix.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AED	– Ações Estratégicas
AEN	– Ações Estratégicas Navais
AESCTMB	– Administração Estratégica do SCTMB
AGITEC	– Agência de Gestão e Inovação Tecnológica
AJB	– Áreas Jurisdicionais Brasileiras
APL	– Arranjos Produtivos Locais
ARPA	– <i>Advanced Research and Invention Agency</i>
AT	– Áreas Temáticas
AVIBRAS	– Aviação Brasileira S/A
BID	– Base Industrial de Defesa
BNDES	– Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
C&T	– Ciência e Tecnologia
CAPES	– Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CASNAV	– Centro de Análises de Sistemas Navais
CCEMSP	– Centro de Coordenação de Estudos da Marinha em São Paulo
CE	– Comunidade Europeia
CEMA	– Chefe do Estado Maior da Armada
CENPES	– Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello
CETI	– Concepção Estratégica de Tecnologia da Informação
CGCFN	– Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais
Ch EPDI	– Chefia de Ensino, Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
CIAA	– Centro de Instrução Almirante Alexandrino
CIMATEC	– Campus Integrado de Manufatura e Tecnologia
CND	– Capacidades Nacionais de Defesa
CNPq	– Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COMAER	– Comando da Aeronáutica
COGESN	– Coordenadoria-Geral do Programa de Desenvolvimento de Submarino com Propulsão Nuclear
ComOpNav	– Comando de Operações Navais
ComTecCTM	– Comissão Técnica de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha
COMTEC-TI	– Comitê Técnico de Tecnologia da Informação
CONCITEM	– Conselho de Ciência e Tecnologia da Marinha

CONTEC	– Conselho Técnico Científico
CONTIEx	– Conselho Superior de Tecnologia da Informação
CoorSisDIA	– Coordenadoria do Sistema Defesa, Indústria e Academia
COTER	– Comando de Operações Terrestres
C4ISR	– <i>Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance</i>
COVID	– <i>Coronavirus Disease</i>
CPS	– <i>Cyber-physical system</i>
CRFB/88	– Constituição da República Federativa do Brasil de 1988
CRI	– Coordenadoria de Relações Institucionais
CSM	– Consciência Situacional Marítima
C&T	– Ciência e Tecnologia
CT&I	– Ciência, Tecnologia e Inovação
CTecCFN	– Centro Tecnológico do Corpo de Fuzileiros Navais
CTMRJ	– Centro Tecnológico da Marinha no Rio de Janeiro
CTMSP	– Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo
DARPA	– <i>Defense Advanced Research Projects Agency</i>
DCT	– Departamento de Ciência e Tecnologia
DCTA	– Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DDNM	– Diretoria de Desenvolvimento Nuclear da Marinha
DE	– Diretorias Especializadas
DefNBQRE	– Defesa Nuclear, Biológica, Química, Radiológica e Artefatos Explosivos
DGDNTM	– Diretoria Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha
DGMM	– Diretoria Geral de Material da Marinha
DGN	– Diretoria Geral de Navegação
DGPM	– Diretoria Geral de Pessoal da Marinha
DoD	– <i>Department of Defense</i>
EB	– Exército Brasileiro
ED	– Estratégias de Defesa
EMA	– Estado Maior da Armada
EMAER	– Estado Maior da Aeronáutica
EMBRAER	– Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A.
EMBRAPA	– Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EN	– Estratégias Navais
ENCTI	– Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação

END	– Estratégia Nacional de Defesa
ESCAP	– <i>Economic and Social Commission for Asia and the Pacific</i>
EscRegNE	– Escritório Regional Nordeste
EscRegSE	– Escritório Regional Sudeste
EscRS	– Escritório Regional Sul
EME	– Estado Maior do Exército
EU	– <i>European Union</i>
EUA	– Estados Unidos da América
FAB	– Força Aérea Brasileira
FINEP	– Financiadora de Estudos e Projetos
FIOCRUZ	– Fundação Oswaldo Cruz
FNDCT	– Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FUNDEP	– Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa
FURG	– Universidade Federal do Rio Grande
GM	– Gabinete do Ministro
HNMD	– Hospital Naval Marcílio Dias
IA	– Inteligência Artificial
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICA	– Instrução do Comando da Aeronáutica
ICN	– Itaguaí Construções Navais
ICT	– Instituição de Ciência e Tecnologia
IEAPM	– Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira
IME	– Instituto Militar de Engenharia
INB	– Indústrias Nucleares do Brasil S.A.
INMETRO	– Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
INPE	– Instituto de Pesquisas Espaciais
INPG	– Instituto Naval de Pós-Graduação
IoS	– Internet dos Serviços
IoT	– Internet das Coisas
IPEA	– Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPEN	– Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
IPqM	– Instituto de Pesquisas da Marinha
IPT	– Instituto de Pesquisa Tecnológica
ITA	– Instituto Tecnológico da Aeronáutica

MAGE	– Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica
MANAER	– Mísseis Antinavio Ar-Superfície
MANSUP	– Mísseis Antinavio Nacional
MB	– Marinha do Brasil
MCTI	– Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
MCTIC	– Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MD	– Ministério da Defesa
NASA	– <i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NDRC	– <i>National Defense Research Committee</i>
NDRI	– <i>National Defense Research Institute</i>
NESTI	– <i>National Experts on Science and Technology</i>
NGI	– Núcleo de Gestão da Inovação
NIT	– Núcleo de Inovação Tecnológica
NRDC	– <i>National Defense Research Council</i>
NSCA	– Norma Sistêmica do Comando da Aeronáutica
NSRD	– <i>RAND National Security Research Division</i>
NSS	– <i>National Security Strategy of the United States</i>
NUCLEP	– Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A.
OBNAV	– Objetivos Navais
OCDE	– Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico
OCOP	– Obtenção da Capacidade Operacional Plena
ODG	– Órgão de Direção Geral
ODS	– Órgão de Direção Setorial
OETI	– Objetivos Estratégicos de Tecnologia da Informação
OM	– Organizações Militares
OMPS-C	– Organizações Militares Prestadoras de Serviços de Ciência e Tecnologia
OND	– Objetivos Nacionais de Defesa
OSRD	– <i>Office of Science Research and Development</i>
OTAN	– Organização do Tratado do Atlântico Norte
P&D	– Pesquisa e Desenvolvimento
PAED	– Plano de Articulação e Equipamentos de Defesa
PAEMB	– Plano de Articulação e Equipamentos da Marinha do Brasil
PBC	– Planejamento Baseado em Capacidades
PCA	– Plano do Comando da Aeronáutica

PCT&I	– Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha
PD&I	– Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PDN	– Política de Defesa Nacional
PECTI	– Plano Estratégico de Ciência, Tecnologia e Inovação do Exército
PEM	– Plano Estratégico da Marinha
PI	– Propriedade Intelectual
PETROBRÁS	– Petróleo Brasileiro S.A.
PIB	– Produto Interno Bruto
PIBIC	– Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica
PIM	– Protocolos de Intenções Mútuas
PINTEC/IBGE	– Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica do IBGE
PM	– Planos de Metas
PMAER	– Plano Estratégico Militar da Aeronáutica
PMBOK	– <i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMI	– <i>Project Management Institute</i>
PMM	– Programa de Modernização de Meios da Marinha
PNB	– Programa Nuclear Brasileiro
PND	– Política Nacional de Defesa
PNDAE	– Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais
PNM	– Programa Nuclear da Marinha
Proálcool	– Programa Nacional do Álcool
PRODE	– Produto de Defesa
PROSUB	– Programa de Desenvolvimento de Submarinos
RHAE	– Programa de Formação de Recursos Humanos para o Desenvolvimento Tecnológico
RI	– Relacionamento Institucional
SAERP-E	– Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas Embarcadas
SCTIEx	– Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação do Exército
SCTMB	– Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha
SD	– Sistema de Defesa
SDig	– Sistemas Digitais
SecCTM	– Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha
SENAI	– Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SGM	– Secretaria Geral da Marinha
SIMAR	– Sistema de Inteligência Marítima

SINAER	– Sistema de Inovação da Aeronáutica
SINDAE	– Sistema Nacional de Atividades Espaciais
SIPLEx	– Sistema de Planejamento Estratégico do Exército
SisDIA	– Sistema Defesa, Indústria e Academia de Inovação
SisGAAz	– Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul
SNCTI	– Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
SPTMB	– Sistema de Prospecção Tecnológica da Marinha
TI	– Tecnologia da Informação
TRL	– <i>Technology Readiness Level</i>
UE	– União Europeia
UFF	– Universidade Federal Fluminense
UFRJ	– Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSC	– Universidade Federal de Santa Catarina
UN	– <i>United Nations</i>
UNICAMP	– Universidade Estadual de Campinas
USP	– Universidade de São Paulo

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	– Triângulo de Sabato.....	28
FIGURA 2	– Trílice Hélice da Inovação.....	29
FIGURA 3	– Estrutura social da Trílice Hélice.....	32
FIGURA 4	– Institutos de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTIC).....	36
FIGURA 5	– Escala da Prontidão Tecnológica na Marinha.....	55
FIGURA 6	– Macroambiente de atuação da DARPA.....	74

LISTA DE QUADROS E GRÁFICOS

QUADRO 1	– Relação de Áreas Temáticas, OM responsáveis e ICT líderes.....	59
QUADRO 2	– Níveis de atuação do SisDIA.....	66
GRÁFICO 1	– Investimento e CT&I dos EUA, em bilhões de dólares, de 1942 a 2020.....	75

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO	20
2.1	Conceitos.....	21
2.2	A importância do desenvolvimento de CT&I.....	22
2.3	Governo-Academia-Indústria.....	27
2.4	CT&I no Brasil.....	32
3	CT&I NA MARINHA DO BRASIL	38
3.1	O desenvolvimento de CT&I na Defesa Nacional Brasileira.....	40
3.2	Documentos condicionantes para o desenvolvimento de CT&I na Marinha....	46
4	O DESENVOLVIMENTO DE CT&I NA MARINHA DO BRASIL	57
4.1	Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha.....	57
4.2	Normas para o Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha do Brasil (SCTMB).....	62
4.3	CT&I nas demais Forças Armadas do Brasil.....	64
4.3.1	CT&I no Exército Brasileiro.....	64
4.3.2	CT&I na Força Aérea Brasileira.....	68
4.4	<i>Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)</i>	72
4.5	Propostas para o aperfeiçoamento do desenvolvimento de CT&I na Marinha do Brasil e no MD com impactos na Força.....	76
5	CONCLUSÃO	89
	REFERÊNCIAS	95
	ANEXO A – Relação das Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT) da Marinha e as OMPS-C	104
	ANEXO B – Procedimentos para implantação de Projetos e Serviços de CT&I	105
	ANEXO C – Fluxograma – Processo de encaminhamento de Proposta de Ações para os Fundos Setoriais	106

1 INTRODUÇÃO

A importância da Tecnologia para o desenvolvimento da humanidade ao longo da história é inegável. A criatividade do homem permitiu o surgimento de soluções a problemas que ameaçavam sua sobrevivência, gerando uma simbiose entre a busca de inovações tecnológicas e o desenvolvimento sociocultural.

As diferenças dos níveis nos avanços tecnológicos observados entre diferentes grupos sociais que coexistiam em uma mesma região produziam contrastes em termos de bem-estar dessas comunidades; colocando a Inovação como uma fonte crucial de competição no desenvolvimento econômico e de transformação das sociedades.

Baseado nessa realidade, a Inovação Tecnológica passou a constar das metas de diversas nações para o incentivo a investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), como forma de se elevarem os patamares de desenvolvimento social e de se proporcionar vantagens competitivas nos níveis econômicos e militares.

Logo, para os países que hoje são considerados desenvolvidos, “inovar” deixa de ser uma questão de escolha, para ser um “dever” para a manutenção de elevados níveis de qualidade de vida para suas populações e de posicionamento estratégico no cenário das relações internacionais, ganhando contornos de ferramenta essencial no arranjo da geopolítica mundial.

É nesse contexto que a Tecnologia ganha relevância para a garantia dos interesses estatais e da Defesa Nacional. O emprego da Tecnologia no desenvolvimento de armamentos cada vez mais sofisticados e inovadores oferece vantagens significativas na arte da guerra, levando os Estados nacionais a investirem em tecnologias militares que assegurem suas soberanias e a segurança de seus nacionais.

Destarte, o desenvolvimento de Tecnologia passa a ter uma importância estratégica para os Estados, a partir do fortalecimento de suas indústrias, permitindo a comercialização de produtos com elevado valor agregado e a oferta de empregos à população nacional; e militar, proporcionando vantagens competitivas e dissuasão contra ameaças aos interesses nacionais.

Por conseguinte, o desenvolvimento de Tecnologias com possibilidade de emprego dual, aplicadas em produtos militares e civis, passa a ser uma necessidade. A introdução dessas Tecnologias em produtos com apelo mercadológico garante o financiamento privado de pesquisas em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), formando, assim, um ciclo virtuoso de desenvolvimento tecnológico e de produtos industriais. Em paralelo, o crescimento da capacidade industrial reflete diretamente no bem-estar social a partir da abertura de postos de

emprego e da possibilidade de exportação, elevando a relevância dos países na conjectura internacional.

Nessa conjuntura, o tema escolhido para ser desenvolvido nesta tese de conclusão do Curso de Política e Estratégia da Marinha surgiu da percepção pessoal quanto à dificuldade da Marinha do Brasil em desenvolver Tecnologias que atendam às necessidades operativas da Força, em coordenação com os demais segmentos do Poder Nacional que produzem pesquisa e desenvolvimento.

O surgimento acelerado de novas Tecnologias impõe que as Organizações Militares da Marinha – classificadas como Instituições de Ciência e Tecnologia e Inovação (ICT) –, estejam permanentemente atualizadas para que os novos produtos advindos dos Programas Estratégicos não nasçam defasados em relação ao estado da arte no mundo, pois além das dificuldades habituais de orçamento, há questões de ordem tecnológica e dependência de mercados estrangeiros. O desenvolvimento do submarino nuclear e a definição dos equipamentos a serem incorporados no Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz) são exemplos dos problemas que a Marinha vem enfrentando nesse aspecto.

Logo, o tema CT&I e o estabelecimento de parcerias para o compartilhamento de conhecimentos, divisão de custos e risco são essenciais para os projetos de aparelhamento da Marinha.

Nesse sentido, o presente estudo tem por objetivo geral analisar a Estratégia de Ciência e Tecnologia da Marinha do Brasil, a partir dos documentos condicionantes da Força no que tange ao desenvolvimento de Tecnologia.

Tem ainda como objetivos específicos: delinear a importância da tecnologia para o desenvolvimento e soberania do Brasil; apresentar a importância da CT&I para as Forças Armadas, em especial para a Marinha do Brasil; e assinalar as principais diferenças no desenvolvimento de Tecnologias militares do Exército Brasileiro, da Força Aérea Brasileira e de aspectos relevantes do modelo DARPA referentes à inovação militar.

Portanto, pautando-se nos referidos objetivos, esta pesquisa teve como ponto inicial o seguinte problema: “A Marinha do Brasil possui uma Cultura de Inovação que atenda de forma eficaz às necessidades tecnológicas da Força para o atendimento às suas capacidades militares?”.

Dessa forma, tendo como orientação esse questionamento – e amparado nos objetivos específicos –, é que se propõe, no quarto Capítulo desta pesquisa, iniciativas que aperfeiçoem o processo de desenvolvimento de Tecnologias para a Marinha, por meio de uma análise histórica, científica, doutrinária e legal, pretendendo-se, ao final, comparar boas práticas

realizadas por outras instituições voltadas à Defesa Nacional.

No entanto, releva ressaltar que o ideal seria que nesta tese, fossem referenciados todos os assuntos referentes ao processo de desenvolvimento de Tecnologias voltadas ao aparelhamento da Marinha. Porém, a exiguidade do tempo e a natureza deste trabalho de pesquisa tornam necessárias algumas delimitações: não serão pesquisados procedimentos praticados pelas ICT da Marinha que não estejam contemplados na Estratégia de CT&I da Força; e procedimentos – que apesar de não constarem das publicações normativas de âmbito geral – são empregados nas Organizações Militares (OM) subordinadas à Diretoria Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha (DGDNTM), que permitem o desenvolvimento de Tecnologias e produtos, porém, com deficiências de coordenação com outros Órgãos de Direção Setorial (ODS) da Força, devido à falta de uma Cultura de Inovação na Instituição.

Ressalta-se, todavia, que para a realização desta pesquisa foi utilizado o método de pesquisa documental, comparativo e tipológico para formular propostas de procedimentos e iniciativas para o desenvolvimento de Tecnologias para a Marinha do Brasil. A pesquisa foi baseada nas publicações condicionantes da Defesa Nacional brasileira; nos documentos de alto nível da Marinha do Brasil; em publicações normativas da Força e das demais Forças Armadas do Brasil; além de literaturas, nacional e estrangeiras, voltadas ao desenvolvimento de Tecnologias e Inovação.

Para seu desenvolvimento lógico, esta pesquisa apresenta-se dividida em três Capítulos de fundamentação teórica.

O primeiro Capítulo é direcionado ao entendimento da importância da Ciência, Tecnologia e Inovação para o desenvolvimento social e econômico de nações no cenário internacional. A relevância do modelo conhecido como Tríplice Hélice, formulado por Henry Etzkowitz, para o desenvolvimento de CT&I considerando a interrelação Governo-Academia-Indústria, e ao final, como a CT&I se desenvolveu e é realizada no Brasil.

O segundo Capítulo, de cunho eminentemente investigativo-descritivo, aborda a CT&I na Marinha do Brasil, a partir da relevância da Tecnologia para a Defesa Nacional Brasileira, e culminando nos documentos da Marinha que condicionam o desenvolvimento de CT&I na Força.

O terceiro Capítulo, de início, apresenta a Estratégia de CT&I da Marinha do Brasil e, de modo particularizado, especificidades das Estratégias de CT&I do Exército Brasileiro (EB) e da Força Aérea Brasileira (FAB). Após uma análise do funcionamento da agência estadunidense *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA), delineiam-se propostas

para o aperfeiçoamento dos processos de desenvolvimento de CT&I na Marinha do Brasil.

Nas considerações finais, remetem-se breves análises da presente pesquisa e algumas considerações no desenvolvimento de uma Cultura de Inovação na Força, posto restar inegável que o emprego de Tecnologia para o aparelhamento das Forças em prol da Defesa Nacional impõe a necessidade de se desenvolver CT&I, não apenas no ambiente militar, mas também em institutos de pesquisa, sejam públicos ou privados, em universidades ou nas indústrias, de maneira a conjugar os esforços de todos os segmentos da sociedade de uma nação em prol de sua soberania e segurança.

2 CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Ao longo da história da humanidade, o empreendimento científico-tecnológico é o principal responsável por tudo que o homem construiu até a atualidade, desde o domínio do fogo até às imensas potencialidades derivadas da moderna ciência da informação, perpassando à domesticação dos animais, ao surgimento da agricultura e da indústria, produzindo, inegavelmente, melhoras significativas na qualidade de vida dos seres humanos ao longo dos séculos.

Além da curiosidade inerente ao ser humano, outro motor importantíssimo do avanço científico é a solução de problemas que afligem o cotidiano, tais como as vacinas para o combate à pandemia de COVID-19; o avanço da informática e computação na criação de facilidades laborais; e a redução de distâncias entre povos e pessoas – seja pela comunicação ou pelo transporte –, são alguns dos desafios e aspirações humanas que tiveram contribuição direta da Ciência e da Tecnologia.

Os avanços da Ciência e Tecnologia também impactaram significativamente na segurança e defesa da raça humana. Segundo Keegan (2004), desde os primórdios das civilizações, o uso de equipamentos e ferramentas cada vez mais eficientes, obtidos pelo emprego e desenvolvimento de tecnologias, tem permitido vantagens estratégicas frente a ameaças ou oponentes.

Essas relações, entre a Tecnologia e o homem, revelam uma profunda interação entre os incentivos e as oportunidades que favorecem a busca de inovações tecnológicas e o desenvolvimento das condições socioculturais para o progresso das nações e melhores condições de trabalho. Gerando nas sociedades contrastes em termos de qualidade de vida e de bem-estar, provocados por diferentes níveis de conhecimento das tecnologias desenvolvidas existentes no mundo.

Discorridas essas breves considerações iniciais acerca do impacto da Ciência e da Tecnologia na formação da sociedade humana, este Capítulo tratará dos conceitos de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I); das suas relevâncias no desenvolvimento dos países e na geopolítica mundial; do modelo de desenvolvimento de CT&I calcado na tríade Governo-Academia-Indústria; e da análise das bases de CT&I no Brasil.

2.1 Conceitos

A palavra Tecnologia tem sua origem no grego antigo, a partir do termo *techne*, que significa “técnica” ou “arte”, junto ao termo *logos*, que quer dizer “estudo”. Logo, Tecnologia é o estudo da técnica.

A palavra Tecnologia pode apresentar diferentes significados para diversos autores. Vargas (1994) – como um dos representantes da escola do pensamento francês, que vincula Tecnologia à Ciência – define Tecnologia como sendo “a aplicação de teorias, métodos e processos científicos às técnicas”. Por sua vez, Sabato (1978, p. 61-62) – alinhado ao pensamento estadunidense – entende Tecnologia como “o conjunto ordenado de todos os conhecimentos utilizados na produção, distribuição e uso de bens e serviços”¹.

Por sua vez, a Doutrina de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (EMA-413) conceitua Tecnologia na mesma linha de Sabato (1978) como sendo o conjunto de conhecimentos, de forma ordenada, científicos, técnicos, empíricos e intuitivos, aplicados no desenvolvimento, na produção e na comercialização de bens e de serviços (MARINHA DO BRASIL, EMA-413, 2016, Capítulo 1, p. 8).

Ampliando os conceitos, Longo (2007) afirma que as tecnologias modernas são impregnadas de conhecimentos científicos, havendo a necessidade da perfeita compreensão do conceito da palavra Ciência. Para o citado autor, Ciência “é o processo de investigação ou estudo da natureza, direcionado à explicação do universo e dos seus fenômenos, como o corpo organizado de conhecimentos adquiridos mediante tal investigação ou pesquisa” (LONGO, 2007, p. 112).

Com a forte interação entre Ciência e Tecnologia, enfatizado pela crescente utilização de conhecimentos científicos na geração de tecnologias, o mundo passa a utilizar o binômio C&T tratado no singular.

Outro termo que é amplamente empregado ao mencionar Ciência e Tecnologia (C&T) é a Inovação. A palavra tem origem no latim *novus*, “novo”, e é definida como “a introdução de algo novo”, ou “uma nova ideia”, ou “um novo método”. O termo Inovação é, muitas vezes, confundido com descoberta e invenção. Entretanto, na linguagem técnica, “Descoberta” relaciona-se com a revelação de coisas ou fenômenos existentes na natureza. “Invenção”, por sua vez, refere-se a algo inédito, produzido pelo homem, independente da sua

¹ Essa diferença de entendimento de Tecnologia, entre França e EUA, deve-se, principalmente, à origem histórica dos estudos referentes ao termo. A linha francesa, influenciada pela filosofia humanista tem a sua relação com o *transtécnico*: arte e literatura, ética e política, religião. Ao passo que, a linha estadunidense está relacionada ao emprego da Tecnologia para a produção industrial.

apropriação econômica ou utilidade prática. Desta forma, “Invenção” surge de uma produção essencialmente intelectual (ROCHA, 1996, p. 1-2).

Já Inovação tem conotação associada a fenômenos econômicos, à apropriação produtiva e comercial de invenções, ou à inserção de aperfeiçoamentos nos bens e serviços utilizados pela sociedade. Como exemplo, a máquina a vapor – com registro histórico desde antes de Cristo e reaparecendo nos desenhos de Leonardo da Vinci (1452-1519) –, que mesmo tendo sido modificada em momentos da evolução da humanidade, não apresentava aplicações comerciais práticas. Porém, a partir da Primeira Revolução Industrial, ocorrida na Inglaterra do século XVII, passa a ser empregada em nível industrial na confecção de produtos, podendo ser classificada como “inovação tecnológica” (ROCHA, 1996, p. 27-28).

Portanto, neste estudo, Inovação estará sempre inserida em um conceito de mercado, ou seja, com a introdução de novidades em produtos e serviços para fins comerciais desenvolvidos a partir de invenções.

Como a Inovação é consequência da C&T, a literatura acadêmica também fundiu esses três conceitos no trinômio CT&I como um acrônimo.

A literatura técnica também emprega com frequência o binômio P&D – ou PD&I, agregando a palavra Inovação –, que significa pesquisa e desenvolvimento, muitas vezes confundido com C&T. Para o EMA-413, P&D “é todo trabalho criativo desenvolvido de modo sistemático, objetivando o aumento dos conhecimentos científicos e tecnológicos acumulados e seu uso em novas aplicações” (Capítulo 1, p. 6), sendo uma atividade própria das empresas, e não das universidades. O desenvolvimento de pesquisas na aplicação da tecnologia de células fotoelétricas em painéis solares fotovoltaicos é um exemplo concreto de P&D no emprego de C&T na produção industrial.

2.2 A importância do desenvolvimento de CT&I

É impensável imaginar o mundo moderno sem Tecnologia. Praticamente todas as necessidades das pessoas – seja em produtos, processos ou serviços – incorporam algum tipo de Tecnologia. Assim sendo, CT&I tem sido um dos impulsionadores centrais do processo de desenvolvimento, abordando desafios emergentes no desenvolvimento nacional, regional e global em muitos setores.

A importância do desenvolvimento de CT&I está diretamente conectada com os desafios no fornecimento de soluções eficazes para problemas de toda ordem, seja social-político-militar ou na concorrência industrial: social, na oferta de bem-estar e qualidade de vida

à população; política, no sentido de poder militar, a partir do desenvolvimento de armamentos que proporcionam vantagens bélicas contra países não desenvolvedores de Tecnologia; econômica, a partir do momento em que a Tecnologia é tratada como mercadoria (SABATO, 1975). Os países desenvolvedores de Tecnologia comercializam conhecimento e produtos de alto valor agregado, criando assim, desbalanceamentos no comércio entre nações.

Segundo Jeffrey Sachs², após a Guerra Fria, o mundo deixou de ser dividido por ideologias para ser dividido pelo nível de capacitação tecnológica em que:

(...) cerca de 15% de sua população mundial fornece quase todas as inovações tecnológicas existentes; aproximadamente a metade da população mundial utiliza essas tecnologias nas esferas da produção e do consumo; e o restante, por volta de um terço da população mundial, vive tecnologicamente marginalizada, ou seja, 'não inova no âmbito doméstico, nem adota tecnologias estrangeiras' (SACHS, 2020, tradução livre).

Considerando que as inovações melhoram a eficácia de técnicas existentes, encontrando novas aplicações práticas dos conhecimentos incorporados à cadeia produtiva, a inovação tecnológica faz parte da agenda de desenvolvimento nacional em muitos países.

As indústrias de países em desenvolvimento buscam investir em P&D na expectativa de encontrarem Tecnologias com aplicações comerciais que lhes proporcionem vantagens competitivas. Entretanto, o atraso no desenvolvimento de conhecimentos e de C&T limitam suas capacidades diante das indústrias de países desenvolvidos, muitas vezes, evidenciado pela distância nos investimentos voltados à educação e à infraestrutura de pesquisa.

Para Bechmann (2009), países com economias baseadas no desenvolvimento de conhecimentos e CT&I desfrutam de maior crescimento econômico em comparação àqueles que atrasaram seus investimentos nessa área.

Segundo Schumpeter (1934), há uma correlação direta entre: a inovação tecnológica; o poder científico e técnico de um país; e seu poder econômico. A capacidade de inovação tecnológica pode determinar a supremacia de uma economia sobre outra concorrente.

A inegável relevância de CT&I para o crescimento econômico dos países fez com que governos estabelecessem políticas e estratégias voltadas para essa área, como exemplificado por Mazzucato (2014, p. 65) sobre a ênfase dada pela economia à inovação no processo de crescimento, fazendo com que, a partir da década de 1980, os formuladores de políticas começassem a atentar em variáveis como P&D e patentes, como indicadores de inovação e de crescimento econômico. Como exemplo, Mazzucato apresenta a Estratégica de

² Jeffrey Sachs foi diretor do *Centre for International Development* e professor de Comércio Internacional na Universidade de Harvard.

Lisboa da União Europeia (UE) e sua atual estratégia Europa 2020, determinando que 3% do PIB da UE fosse investido em P&D, junto com outras políticas destinadas ao estímulo do fluxo de conhecimento entre universidades e empresas – e uma ligação mais forte entre os mercados financeiros e empresas inovadoras de diferentes tamanhos.

Em resposta às recomendações do *National Experts on Science and Technology* (NESTI)³ e, em cooperação com o *Nordic Industrial Fund* (Fundo Industrial Nórdico)⁴, na década de 1990, a Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE)⁵ criou o Manual de Oslo⁶ a fim de orientar a coleta de dados sobre inovação tecnológica, devido ao fato de reconhecer a importância do desenvolvimento tecnológico e a inovação para o crescimento da produtividade e do emprego (FINEP, 2004).

A primeira edição do Manual de Oslo foi adotada pela maioria dos países membros da OCDE⁷ como referência para a aferição das atividades de inovação na indústria, a partir de pesquisas e dados estatísticos. Os resultados obtidos, juntamente com uma maior conscientização sobre a importância dos governos na promoção de inovação, apresentaram deficiências. Por esse motivo, uma nova versão foi publicada em 1995.

O Manual de Oslo apresenta diretrizes que podem ser utilizadas no desenvolvimento de indicadores comparáveis de inovação nos países da OCDE. E tem por objetivo orientar e padronizar conceitos, metodologias e construção de estatísticas e indicadores

³ Grupo de Especialistas Nacionais em Ciência e Tecnologia. FINEP. *Manual de Oslo: Propostas de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica*. Versão traduzida. 2004. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/images/a-finep/biblioteca/manual_de_oslo>. Acesso em: 29 mar. 2021, p. 12.

⁴ Organização criada em 1973 e rebatizada em 2011 como *Nordic Innovation*, foi criada com o propósito de promover o empreendedorismo, a inovação e a competitividade dos países nórdicos. (Tradução livre). NORDIC INNOVATION. *About us*. Disponível em: <<https://www.nordicinnovation.org/about-us>>. Acesso em: 29 mar. 2021.

⁵ A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) é uma organização internacional que trabalha para construir melhores políticas para uma vida melhor. (Tradução livre). ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. *About*. Disponível em: <<http://www.oecd.org/about/>>. Acesso em: 29 mar. 2021.

⁶ O Manual de Oslo faz parte da “Família Frascati”, uma série de manuais metodológicos da OCDE. Elaborados para a obtenção de dados estatísticos que podem ser comparados em nível internacional, que servem de pré-requisitos para o desenho, monitoramento e avaliação das políticas voltadas à promoção de inovação tecnológica. Utilizados particularmente na Europa, onde a integração econômica requer a comparação de dados entre os países. FINEP. *Manual de Oslo: Propostas de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica*. Versão traduzida. 2004, p. 14.

⁷ Integraram a OCDE, originalmente, os seguintes países membros: Alemanha, Áustria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, França, Grécia, Holanda, Irlanda, Islândia, Itália, Luxemburgo, Noruega, Portugal, Reino Unido, Suécia, Suíça e Turquia. Posteriormente, foram admitidos como países membros, nas datas indicadas: Japão (28 de abril de 1964), Finlândia (28 de janeiro de 1969), Austrália (7 de junho de 1971), Nova Zelândia (29 de maio de 1973), México (18 de maio de 1994), República Checa (21 de dezembro de 1995), Hungria (7 de maio de 1996), Polônia (22 de novembro de 1996), Coreia (12 de dezembro de 1996) e República Eslovaca (14 de dezembro de 2000). FINEP. *Manual de Oslo: Propostas de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica*. Versão traduzida. 2004, p. 4.

de P&D nos países da OCDE (FINEP, 2004).

Conhecido como a maior diretriz internacional na identificação da atividade inovativa no processo produtivo das empresas, o Manual de Oslo tem sido utilizado como fonte inspiradora na elaboração de políticas e estratégias de CT&I de muitos países, dentre eles o Brasil, na elaboração da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI)⁸, que será tratada pormenorizadamente no seguimento desta pesquisa.

A importância do domínio de CT&I também é um elemento de interesse para fins geopolíticos. Segundo Waltz (1979), quando um aspirante à potência hegemônica fortalece sua capacidade econômica ou militar, seus concorrentes diretos responderão de maneira semelhante por causa da desconfiança mútua, posto que as necessidades de defesa individual e coletiva servem de estímulo às inovações tecnológicas que garantam não somente a segurança contra predadores ou grupos rivais, mas e, sobretudo, que tragam inegáveis benefícios à humanidade. O surgimento do computador – como ferramenta de processamento para cálculos matemáticos destinados aos problemas de balística nos anos da Guerra Fria – é um bom exemplo da contribuição da tecnologia militar para o bem da sociedade (EDWARDS, 1996).

Essa dualidade entre a tecnologia militar e civil teve como marco o Século XX, mais precisamente a II Guerra Mundial, quando os Estados Unidos da América (EUA) criaram o *National Defense Research Committee* (NDRC), unindo a comunidade científica, o governo federal e o empresariado na coordenação das pesquisas para o desenvolvimento de tecnologias para fins militares e civis (BUSH, 1945). A partir de então, os EUA passaram a institucionalizar o desenvolvimento de tecnologias, formulando políticas públicas, estratégias e ações específicas, criando órgãos especializados de apoio, incentivos e suporte financeiro para pesquisas científicas e de novas tecnologias, assim como mecanismos e procedimentos facilitadores ao emprego de tecnologias para fins militares e comerciais.

Nessa linha, o RAND *National Security Research Division*⁹, organização governamental de pesquisa dos EUA, aponta como um dos principais fatores de avaliação de

⁸ MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES. *Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022: Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Econômico e Social*. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/images/a-finep/Politica/16_03_2018_Estrategia_Nacional_de_Ciencia_Tecnologia_e_Inovacao_2016_2022.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.

⁹ A RAND *National Security Research Division* (NSRD) conduz pesquisas e análises para o governo dos EUA, aliados dos EUA e fundações privadas. A divisão opera o *National Defense Research Institute* (NDRI), um centro de pesquisa e desenvolvimento financiado pelo governo federal (FFRDC). (Tradução livre). RAND CORPORATION. *Proceedings*. Disponível em: <https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/conf_proceedings/2005/RAND_CF215.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021, p. IX.

poder dos países a capacidade de Inovação em Tecnologia¹⁰. Contextualizando, citam-se as tensões entre os EUA e a China nos últimos anos que têm atingido, sobremaneira, o campo da Tecnologia e afetando as maiores empresas da China, como a Huawei, e prejudicando setores críticos como os de semicondutores (KHARPAL, 2021).

Como observado por Kharpal (2021), na reunião parlamentar anual do governo chinês, conhecida como “Two Sessions”, realizada em Pequim no dia quatro de março de 2021, foi discutido o aumento nos gastos em P&D para os próximos cinco anos. O atual Primeiro-ministro chinês, Li Keqiang, disse que os investimentos com P&D da China aumentarão em mais de 7% ao ano entre 2021 e 2025, superando a proporção do Produto Interno Bruto (PIB) dos últimos cinco anos. Em 2020, os gastos com P&D foram de 2,44 trilhões de yuans (US \$ 378 bilhões), o que representou 2,4% do PIB. Os gastos com pesquisa básica¹¹ também vão crescer 10,6% em relação aos anos anteriores. Segundo o Primeiro-ministro:

To improve China's innovation system, we will work faster to enhance our strategic scientific and technological capability underpinned by the development of national laboratories, strive to make major breakthroughs in core technologies in key fields, and formulate and implement a ten-year action plan for basic research.¹²

Isso posto, evidencia-se que para qualquer país crescer de forma sustentável a longo prazo, é fundamental que haja estratégias governamentais para o desenvolvimento de CT&I, com políticas educacionais e de incentivo aos processos de P&D empresarial, o que vai gerar condições propícias ao desenvolvimento de Tecnologias que ofereçam melhores padrões de bem-estar social e que permitam maior competitividade à indústria nacional.

Iniciativas para a consolidação dos ecossistemas de inovação têm sido consideradas prioritárias por governos e empresários, o que têm elevado os investimentos em PD&I e em infraestrutura, com uma maior interação entre pesquisa pública e indústria. Essas iniciativas têm sido operadas com melhores resultados nos países mais avançados que nos emergentes, como o Brasil, que apresentam desafios na inserção de estratégias de CT&I nas políticas de desenvolvimento econômico de longo prazo (MCTIC, 2016).

Mesmo que países em desenvolvimento, como o Brasil, tenham conseguido obter algum destaque na produção, exportação e uso de tecnologias – a construção de aviões pela

¹⁰ RAND CORPORATION. *Proceedings*, p. IX.

¹¹ Segundo a Doutrina de CT&I da Marinha (EMA-413, Capítulo 1, p. 6): “**Pesquisa Básica** consiste em trabalhos experimentais ou teóricos desenvolvidos, principalmente, com a finalidade de adquirir novos conhecimentos sobre os fundamentos de fenômenos e fatos observáveis, sem considerar uma aplicação ou uso particular”.

¹² “Para melhorar o sistema de inovação da China, trabalharemos estrategicamente no aprimoramento de nossa capacidade científico tecnológica sustentada pelo desenvolvimento de laboratórios nacionais, nos empenharemos em fazer avanços importantes em tecnologias essenciais em campos-chave e formularemos e implementaremos um plano de ação de dez anos para pesquisa” (tradução livre).

Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A. (EMBRAER) é um exemplo disso –, a maioria desses países desenvolve tecnologias por meio de cópia, engenharia reversa ou incorporando por transferência de Tecnologia como requisito de investimento; não havendo, a longo prazo, os investimentos necessários em infraestrutura sólida de CT&I que permita capacitar o país no desenvolvimento de tecnologias autóctones (UN, 2015).

A Tecnologia passa a ser a força motriz endógena nas estratégias políticas e econômicas dos países. Grandes potências fortalecem suas capacidades econômicas por meio da inovação tecnológica contínua, tornando-as poderosas moedas de troca e competitividade tangível. Avanços em campos críticos podem alterar substancialmente o equilíbrio futuro do poder econômico e militar.

A quarta revolução industrial, também chamada de indústria 4.0¹³, é caracterizada por avanços contínuos em áreas como *Cyber-physical system* (CPS); *Big Data Analytics*; Computação em nuvem; Internet das Coisas (IoT) e Internet dos serviços (IoS); Impressão 3D e outras formas de manufatura aditiva; Inteligência Artificial (IA); Digitalização; Colheita de energia (*Energy harvesting*); Realidade aumentada; robótica e a nanotecnologia, motiva os governos a competir agressivamente pelo desenvolvimento e aplicação dessas altas tecnologias críticas (FURTADO, et al., 2019).

Nesse cenário, marcado por grande competitividade global e desafios sociais complexos, os governos vêm buscando atribuir maior foco na ciência básica, fortalecendo tanto a pesquisa pública, quanto os recursos humanos, com o objetivo de assegurar as bases para os avanços futuros da CT&I.

Portanto, a participação do governo é essencial no processo de inovação, juntamente com os estabelecimentos de ensino como fontes de conhecimento e pesquisa científica, e a indústria na aplicação das tecnologias desenvolvidas em bens e serviços.

2.3 Governo-Academia-Indústria

Ambientes favoráveis à inovação são gerados a partir da interação e a interligação entre governo, universidades e empresas. Para Cunha e Neves (2008), essa relação tríplice é o caminho mais curto para a aprendizagem tecnológica. Os estímulos às aglomerações produtivas podem ser uma forma de gerar conhecimento e inovação.

¹³ Os termos “Indústria 4.0” ou “Quarta Revolução Industrial” são empregados para descrever um novo paradigma industrial, decorrente de inovações tecnológicas e novos conceitos de organização da cadeia de valor (FURTADO, et al., 2019).

Sabato e Mackenzie (1982) afirmam que a existência de um sistema científico-tecnológico só é possível se houver uma forte relação do Estado como formulador de políticas; a Universidade, como infraestrutura de Ciência e Tecnologia; e a Indústria, como demandante de Tecnologia. Esse modelo é conhecido como “Triângulo de Sabato”.

O físico argentino Jorge Sabato, na década de 1960, visualizou o modelo do “Triângulo de Sabato”. Entendia que apenas o Governo tinha capacidade e recursos para estimular e coordenar as demais instâncias para o desenvolvimento da indústria de base, adotando políticas voltadas à pesquisa científica e ao crescimento da indústria.

Os governos brasileiros, durante o regime militar, de forma implícita, implementaram a visão de Sabato na década de 1970. Novas indústrias tecnológicas foram financiadas por projetos de grande escala (ETZKOWITZ, 2008, p. 27). Como exemplos, citam-se a EMBRAER, voltada para o desenvolvimento e construção de aeronaves militares e comerciais¹⁴, e o Programa Nacional do Alcool (Proálcool)¹⁵, criado por decreto governamental no Brasil, em novembro de 1975, que contribuiu para impulsionar a produção de bioenergia no país.

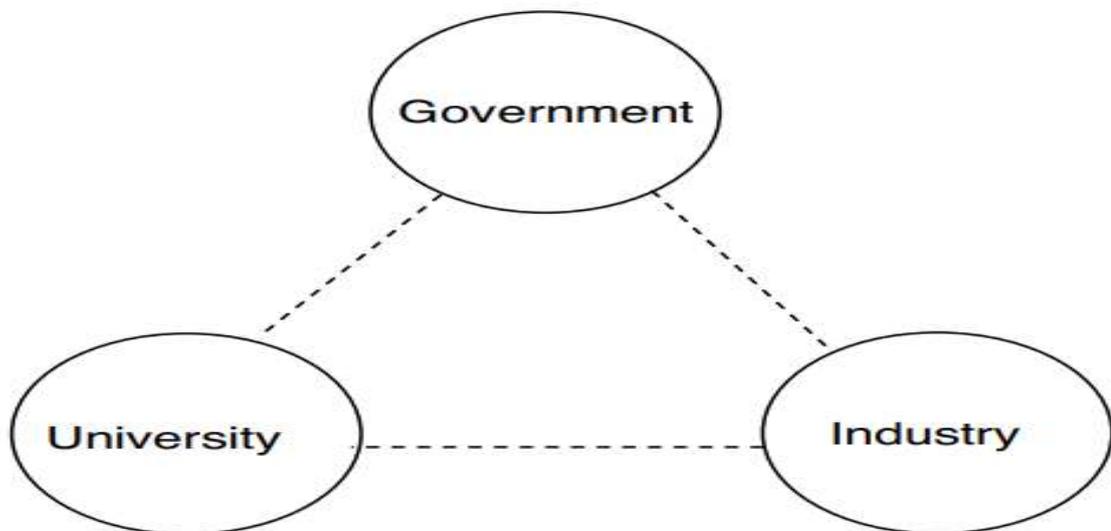


FIGURA 1 – Triângulo de Sabato (ETZKOWITZ, 2008, p. 26)

No triângulo ilustrado na Figura 1, observa-se que as relações entre os vértices devem ser sólidas. O Estado deve ter coerência no estabelecimento de suas políticas públicas,

¹⁴ EMBRAER. *História da EMBRAER*. Disponível em: <<https://historicalcenter.embraer.com/br/pt/historia>>. Acesso em: 11 abr. 2021.

¹⁵ PETROBRAS. *Fatos e Dados*. Cenpes: tecnologia para superar desafios em 60 anos de Petrobras. 2014. Disponível em: <<https://petrobras.com.br/fatos-e-dados/cenpes-tecnologia-para-superar-desafios-em-60-anos-de-petrobras.htm>>. Acesso em: 11 abr. 2021, p. 1.

motivando o desenvolvimento de C&T pela Academia, que deve atentar para as demandas da Indústria na aplicação das tecnologias desenvolvidas para a produção de bens e serviços.

Mais recentemente, o livro de Etzkowitz (2008), *The Triple Helix*, apresentou uma abordagem similar à de Sabato com base na “Universidade” – como indutora das relações com o setor produtivo (“Indústria”) – e o “Governo” – como regulador e fomentador da atividade econômica. A maior diferença desse entendimento para Sabato consiste na relevância dada por Etzkowitz à inovação em uma sociedade cada vez mais calcada no conhecimento; enquanto Sabato focou no desenvolvimento científico-tecnológico a partir do fomento estatal.

Para Etzkowitz, a interseção entre essas instituições relativamente independentes – Governo, Universidade (Academia) e Indústria – gera organizações híbridas, como escritórios de transferência de Tecnologia em universidades, firmas e laboratórios de pesquisa do governo e empresas e instituições de apoio financeiro, como redes de anjos e capital de risco para novas empresas baseadas em Tecnologia e startups, que estão cada vez mais se desenvolvendo em torno do mundo, representando, assim, o entrelaçamento das espirais de uma hélice tripla, como se infere na Figura 2:

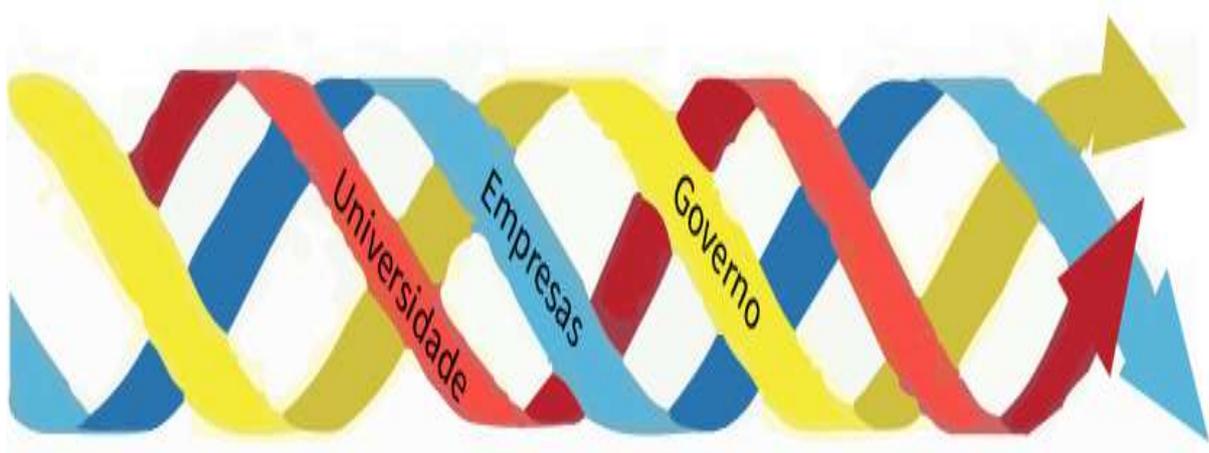


FIGURA 2 – Trílice Hélice da Inovação (EQUIPE AEVO, 2018)¹⁶

Inspirado na tríplice hélice da Mesopotâmia, que transportava água de um nível mais baixo para um mais alto, o Modelo da Trílice Hélice de Etzkowitz enxerga que as interações Academia-Indústria-Governo levam as empresas às incubadoras e aos parques tecnológicos, investindo em inovações que possam levar a vantagens competitivas (ETZKOWITZ, 2008).

¹⁶ Figura extraída de EQUIPE AEVO. *Tríplice Hélice da Inovação: empresas, universidades e governo*. Disponível em: <<https://blog.aevo.com.br/triplice-helice-da-inovacao-empresas-universidades-e-governo/>>. Acesso em: 19 abr. 2021.

Segundo esse modelo, a Academia abriga e desenvolve a base do conhecimento das sociedades, ao passo que, os Governos e a Indústria formam as instituições primárias de uma sociedade industrial. A Indústria, como “ator-chave” na produção de bens; e o Governo, como fonte das relações contratuais que garantam interações e trocas estáveis.

A grande vantagem das universidades em relação a outras instituições produtoras de conhecimento são seus alunos, na medida em que o ingresso regular de novos estudantes traz continuamente novas ideias ao meio acadêmico, em contraste com as unidades de P&D de empresas e laboratórios governamentais que tendem a engessar, sem o “fluxo de capital humano” que é construído na universidade.

Governos e Universidades são os “pais” do empreendedorismo. Problemas sociais ou locais podem gerar necessidades no desenvolvimento de conhecimentos novos para a solução de situações que coloquem em risco uma comunidade específica. Esses conhecimentos obtidos podem provocar um fenômeno conhecido como *spin-off*¹⁷, acarretando no desenvolvimento de novas tecnologias, que contribuem para o surgimento de empresas que as exploram comercialmente.

Para exemplificar o empreendedorismo na criação de empresas a partir de problemas do cotidiano, Etzkowitz (2008) cita uma avaria no sistema de telecomunicações na Zâmbia, que fez com que o Centro de Computação da Universidade da Zâmbia desenvolvesse para todo o País uma rede de e-mail baseada em seu campus. Essa iniciativa acabou por gerar uma empresa independente e serviu de base para futuras iniciativas empreendedoras.

A Tríplice Hélice surgiu de análises em diferentes países das relações de governos com universidades e indústrias locais, observando as respectivas contribuições na inovação. Essa análise revelou que sociedades, que têm como base o conhecimento, manifestam o crescimento de empresas a partir de pesquisas acadêmicas originadas em laboratórios de universidades existentes nas proximidades.

Nesses casos, a inovação surge das relações características da Tríplice Hélice, originando novos tipos de atores de inovação como incubadoras, parques científicos e empresas de capital de risco.

As espirais da Tríplice Hélice não são necessariamente iguais, pelo contrário, é raro haver um equilíbrio na participação de cada elemento. O que ocorre é a existência de um “organizador de inovação”, como elemento central, entorno do qual os outros giram.

¹⁷ Uma empresa *spin-off* é aquela que foi estabelecida com transferência de *core technology*, fundadores e insumos de uma organização existente, a empresa “mãe”, que decide abrir uma nova empresa, seja para fins de reestruturação ou exploração de novas oportunidades (FERRAZ, 2016).

Em um modelo de Tríplice Hélice mais liberal (ou *laissez-faire*¹⁸), “a Indústria é a força motriz, com as outras duas espirais como estruturas auxiliares de suporte” (ETZKOWITZ, 2008, p. 21). Em um regime estatista, o Governo passa a ter participação mais destacada, normalmente como fonte de fomento para a Academia e a Indústria.

Durante o processo de desenvolvimento de novos conhecimentos e tecnologias, a hélice tripla muda seu giro, enunciando a maior importância da Academia, passando a ser a “questão-chave” para o aprimoramento de uma atividade econômica, ou mesmo criando uma nova, com base no capital intelectual. Nesse momento, o Governo e a Indústria podem passar a apoiar o desenvolvimento acadêmico, principalmente no fornecimento de recursos adicionais a fim de aprimorar o desempenho da pesquisa.

Etzkowitz (2008) aborda a Tríplice Hélice em diferentes modelos de governo, mais estatais, com predominância da espiral governamental, e de governos mais *laissez-faire*, em que o mercado é o grande regulador da relação entre os atores de inovação, principalmente entre a Academia e a Indústria. Porém, há atividades necessárias ao bem-estar social cujo desenvolvimento de tecnologias e inovação não são interessantes ao financiamento da Indústria.

Nesse contexto, Phillips (2008, p. 1), da Universidade de Stanford, define a multiplicação de iniciativas de inovação social como:

(...) uma nova solução para um problema social, a qual é mais eficaz, eficiente, sustentável ou justa que as soluções existentes, e na qual o valor é criado e acumulado principalmente para a sociedade como um todo, e não para indivíduos de forma isolada (tradução livre).

Nesses casos, espera-se que o Governo assuma esse papel de “organizador da inovação”. Baseado no argumento de falha de mercado, o governo pode patrocinar e apoiar a pesquisa em universidades, pois o mercado não atenderá a essa necessidade. Havendo uma participação efetiva da sociedade e organizações civis como representado na Figura 3:

¹⁸ *Laissez-faire* é uma expressão em francês que significa “deixe fazer”. Ela é utilizada para identificar um modelo político e econômico de não-intervenção estatal (MILL, 1996).

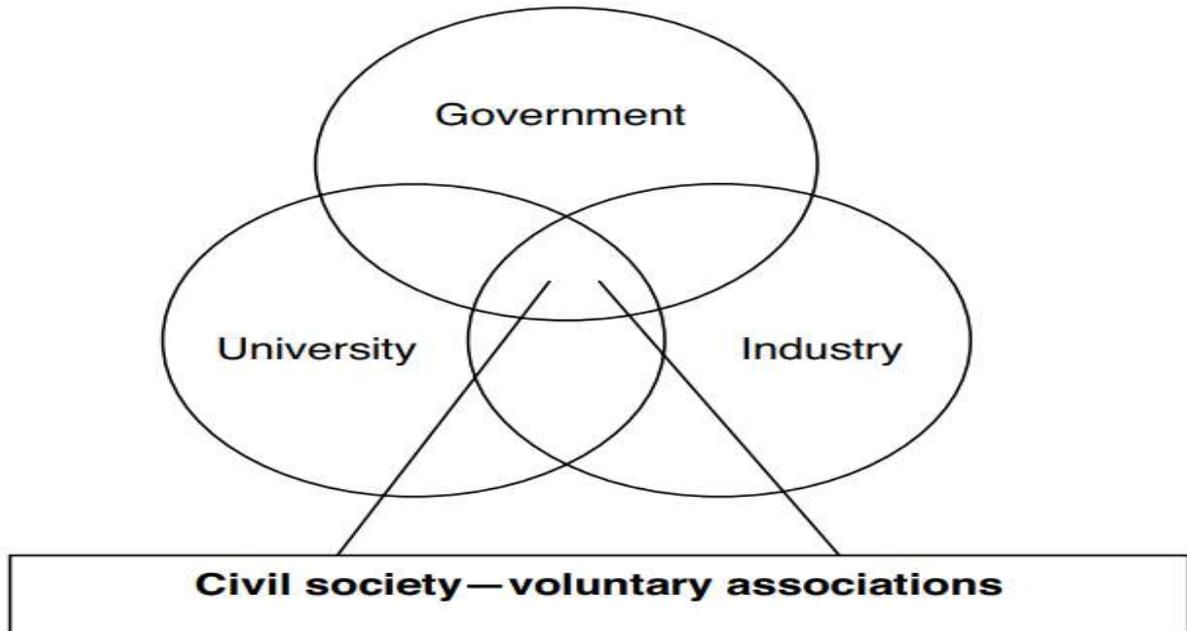


FIGURA 3 – Estrutura social da Tríplice Hélice (ETZKOWITZ, 2008, p. 29)

O modelo da Tríplice Hélice é motivo de muitos estudos voltados para o desenvolvimento de iniciativas voltadas à CT&I. Apesar de não ser o foco desta pesquisa, o entendimento da dinâmica do modelo será importante para o desdobramento dos argumentos que serão tratados no Capítulo 4.

2.4 CT&I no Brasil

O atraso na implantação de universidades no Brasil voltadas aos estudos de ciência básica e ao desenvolvimento de tecnologias contribuiu, substancialmente, para a demora no desenvolvimento de C&T no País.

A primeira universidade brasileira surge no ano de 1920, com o nome “Universidade do Rio de Janeiro”, a qual, em 1937, passou a ser denominada de Universidade do Brasil e, em 1965, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Porém, a primeira concepção moderna de universidade só veio a surgir no Brasil em 1934, com a criação da Universidade de São Paulo (USP) (VON HUMBOLDT, 2003).

As razões para esse atraso são históricas. Com a vinda de D. João VI e a Corte Portuguesa para o Brasil em 1808, as restrições que impediam que a Colônia desenvolvesse qualquer atividade cultural independente foram abolidas. O ensino superior¹⁹ era exclusivo da

¹⁹ Entende-se por “ensino superior” os cursos com relevância de pesquisa (LONGO, 2000).

metrópole. A imprensa era proibida e a entrada de livros era restrita. Dessa forma, o primeiro curso de ensino superior no Brasil é datado de 1808, com a criação das “aulas de anatomia e cirurgia” no Estado da Bahia, a primeira escola de medicina.

Após a independência do Brasil, D. Pedro I cria em 1827 cursos jurídicos nos Estados de São Paulo e Pernambuco. A expansão na abertura de escolas prosseguiu durante o período do Império, de 1822 a 1889, adquirindo mais força com a Proclamação da República, inclusive abrindo espaço para o surgimento e o crescimento do ensino superior privado (CUNHA, 1989).

No que tange ao ensino de engenharia, o primeiro registro é de 1792, com a instalação da Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho. Em 1810, a Academia Real Militar foi criada no Rio de Janeiro com a inclusão de ensinamentos de engenharia, geologia e topografia. Ao longo dos anos, essa academia deu origem a atual Escola de Engenharia da UFRJ e ao Instituto Militar de Engenharia (IME)²⁰.

Analisando especificamente a engenharia²¹, atividade diretamente relacionada ao desenvolvimento técnico-tecnológico, até os dias atuais, o Brasil não apresenta uma boa performance na formação de engenheiros, considerando suas dimensões em termos de população, economia e capacidade de infraestrutura.

A revista Forbes, de 9 de junho de 2015, fez um ranking dos países que mais formam esses profissionais. O Brasil se encontrava na 43ª posição, com a média de 40.000 engenheiros formados por ano, enquanto a Rússia, a primeira colocada, formava mais de 450.000 engenheiros anualmente. A China, a segunda no ranking, projeta superar a Rússia com a meta de 650.000 formandos por ano (McCARTHY, 2015).

Segundo o “Mapeamento e projeção da demanda por engenheiros por categoria, setor e microrregiões brasileiras”, publicado pela Doutora Kênia Barreiro de Souza e pelo Professor Edson Paulo Domingues, a projeção de 2014 previu “entre 1,5 e 1,8 milhão de pessoas formadas em engenharias – por instituições brasileiras de ensino superior –, aptas a atuar em ocupações típicas da área”, o que representa menos de dez engenheiros por milhão de habitantes. Dessa forma, comparativamente aos países que mais investem em C&T e P&D, o Brasil está muito defasado em termos de capacidade profissional técnica, justificando assim, o

²⁰ INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA. *História*. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

²¹ O conhecimento científico e a capacidade em engenharia são sustentáculos primários da inovação comercial. Na maioria dos países, eles residem, e passam por desenvolvimento adicional, em instituições de ciência e tecnologia do setor público. A produção global de conhecimento científico dessas instituições fornece um entendimento essencial e a base teórica para inovações comerciais (FINEP, 2004, p. 37).

atraso tecnológico do País frente ao estado da arte (SOUZA e DOMINGUES, 2014).

A pesquisa e os estudos avançados no Brasil se intensificaram a partir de iniciativas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com a criação do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC). Existente desde 1951, é um Programa com o objetivo de despertar vocações para pesquisa, por meio de quotas de bolsas distribuídas anualmente pelas universidades aos pesquisadores mais ativos, que escolhem os alunos mais dotados para trabalharem em conjunto e, assim, serem iniciados na pesquisa científica.

Para a iniciativa privada, o CNPq criou, em 1988, o Programa de Formação de Recursos Humanos para o Desenvolvimento Tecnológico (RHAE), voltado para áreas prioritárias no desenvolvimento de tecnologias avançadas, de tecnologia industrial básica, de inovação e modernização industrial, do meio ambiente e de energia, com o objetivo de melhorar a qualidade e a capacidade inovadora do setor produtivo, por meio da formação e treinamento dos recursos humanos.

Segundo Longo (2000), algumas indústrias mantêm institutos ou centros de pesquisa industrial, realizando desde testes a estudos para o desenvolvimento de produtos e processos que lhes promovam vantagens competitivas. Essas instituições e centros de pesquisa em C&T, são classificadas por Longo (2000, p. 58) quanto à natureza, à subordinação e à amplitude de atuação:

Quanto à natureza, podem ser públicas (federais, estaduais ou municipais) ou privadas. Quanto à subordinação podem ser cativas ou independentes. As cativas pertencem a uma ou mais empresas, trabalhando basicamente para elas, as independentes atuam no atendimento de demandas de indivíduos, empresas, órgãos de governo, etc. Já quanto à amplitude, podem ser dedicadas, atuando em único setor – como exemplo, na área de tecnologia da computação –, ou genéricas, atuando em mais de uma área de pesquisa.

O Brasil apresenta todos esses formatos de instituições e centros de pesquisa em C&T classificados por Longo (2000). Os maiores são atrelados ao Governo Federal, com destaque para: a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)²², vinculada ao Ministério da Agricultura, com foco em inovação, que possui uma extensa agenda de temas estratégicos, antecipando cenários e soluções para a agropecuária; a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)²³, vinculada ao Ministério da Saúde, que desenvolve pesquisa e produtos voltados

²² EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Quem somos*. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

²³ FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. *A Fundação*. Disponível em: <<https://www.portal.fiocruz.br/>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

para a saúde pública; o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (CENPES)²⁴, unidade da Petrobrás – empresa de capital misto administrada pelo Governo Federal –, voltada para a pesquisa, desenvolvimento e engenharia básica aplicada à indústria de energia no mundo; o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA)²⁵, subordinado a Força Aérea Brasileira (FAB), que tem como missão, “Desenvolver soluções científico-tecnológicas no campo do Poder Aeroespacial, a fim de contribuir para a manutenção da soberania do espaço aéreo e a integração nacional”; o Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT), do Estado de São Paulo²⁶, vinculado à Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo, que atua nas áreas de inovação, P&D, informação e educação em tecnologia; e o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE)²⁷, vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, voltado ao desenvolvimento de ciência e tecnologia aplicadas nas áreas do espaço exterior e do ambiente terrestre, oferecendo inovação em produtos e serviços.

O desenvolvimento de pesquisas tecnológicas por empresas privadas no Brasil ainda é limitado em comparação com países mais desenvolvidos. O PINTEC/IBGE (Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica do IBGE)²⁸ apontou que no triênio de 2014 a 2017, apenas 33,6% das empresas brasileiras implementaram inovações em produtos e, ou, em processos, com investimentos nas atividades inovativas de R\$ 67,3 bilhões em 2017 (IBGE, 2017). Por sua vez, as empresas na Coreia do Sul, apenas em 2017, investiram aproximadamente US\$ 70 bilhões²⁹.

²⁴ PETROBRAS. *Fatos e Dados*. Cenpes: tecnologia para superar desafios em 60 anos de Petrobras. 2014, p. 1.

²⁵ FORÇA AÉREA BRASILEIRA. *Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial*. Disponível em: <<https://www.fab.mil.br/organizacoes/mostra/96/>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

²⁶ INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA. *Sobre o IPT*. Disponível em: <<https://www.ipt.br/institucional>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

²⁷ INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. *Sobre o INPE. História*. Disponível em: <http://www.inpe.br/institucional/sobre_inpe/historia.php>. Acesso em: 12 abr. 2021.

²⁸ INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. PINTEC. *Pesquisa de Inovação*. 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/ciencia-tecnologia-e-inovacao/9141-pesquisa-de-inovacao.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em 12 abr. 2021.

²⁹ IBERDOLA. *What is the global innovation index*. Disponível em: <<https://www.iberdola.com/innovation/most-innovative-countries>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

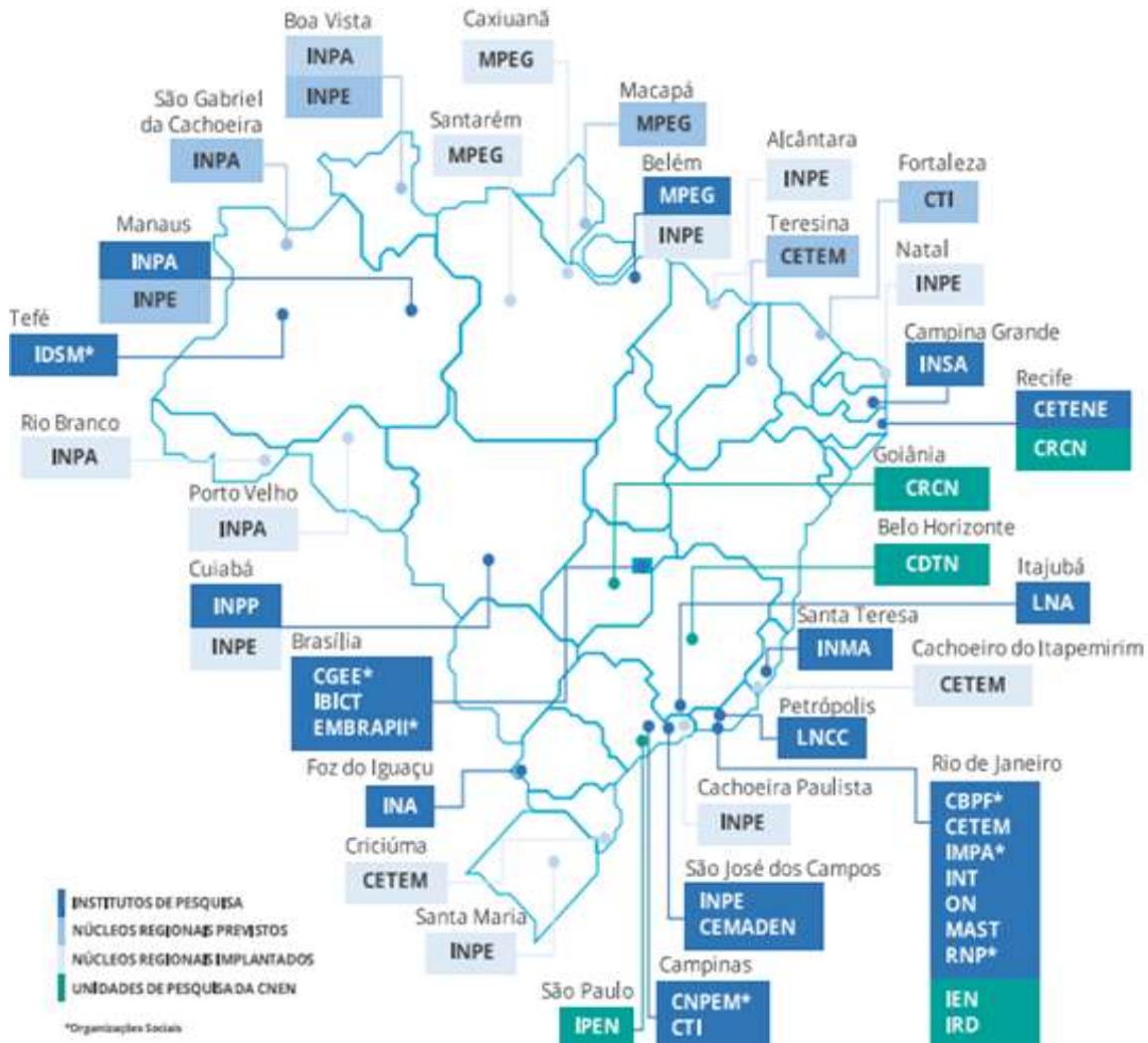


FIGURA 4 – Institutos de Pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações - MCTIC³⁰

Já em 2003, o Professor Ruy de Quadros Carvalho³¹, em artigo publicado no Jornal da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), alertava que fatores relacionados à macroeconomia do Brasil favoreciam decisivamente para a baixa propensão das empresas brasileiras em investir em P&D. A susceptibilidade da economia nacional a oscilações no ambiente externo, que invariavelmente provocam oscilações do real frente ao dólar, dificulta os planejamentos de longo prazo, aumentando sensivelmente os riscos. O desenvolvimento em

³⁰ Figura extraída do MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES. *Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022: Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Econômico e Social*, p. 33.

³¹ Professor docente do Instituto de Geociências e líder do Laboratório de Gestão da Tecnologia e Inovação da Universidade Estadual de Campinas. INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS. UNICAMP. *Biografia*. Disponível em: <<https://portal.ige.unicamp.br/docente/ruy-de-quadros-carvalho>>. Acesso em: 13 abr. 2021.

novas tecnologias são processos longos, cujo retorno é típico de longa maturação, inibindo o interesse nos investimentos em inovação (CARVALHO, 2003).

Apesar das dificuldades para o investimento de P&D no Brasil, algumas empresas se destacam como a TOTVS, a maior empresa brasileira no desenvolvimento de software³²; a WEG, no desenvolvimento de máquinas elétricas³³; a EMBRAER, já citada neste Capítulo, renomada fábrica de aeronaves comerciais e militares; e a Aviação Brasileira S/A (AVIBRAS), no desenvolvimento de tecnologias, principalmente na área de Defesa³⁴.

A Marinha do Brasil também possui capacidade no desenvolvimento de tecnologias, porém voltadas para o emprego da Força Naval, a partir de suas Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT). Além disso, busca constantemente a associação com a Academia e a Indústria no desenvolvimento de produtos com tecnologias nacionais, que permitam aumentar a independência do mercado externo, conjugando, assim, o modelo da Tríplice Hélice.

Portanto, após demonstrar a importância da CT&I para o desenvolvimento do Brasil e apresentar algumas das capacidades do País nessa área, o próximo Capítulo focará no desenvolvimento de Tecnologia na Marinha do Brasil.

³² TOTVS. *Sobre*. Disponível em: <<https://www.totvs.com/sobre/>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

³³ WEG. *Isto é WEG*. Disponível em: <<https://www.weg.net/institucional/BR/pt/this-is-weg>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

³⁴ AVIAÇÃO BRASILEIRA S/A. *Quem somos*. Disponível em: <<https://www.avibras.com.br/site/institucional/quem-somos.html>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

3 CT&I NA MARINHA DO BRASIL

A relação entre tecnologia e guerra se confunde ao longo da história com profundos impactos na introdução de diferentes técnicas e equipamentos que modificaram, inexoravelmente, os contornos dos conflitos militares. Van Creveld (1991), em *Technology and War*, parte da premissa que a tecnologia governa a guerra.

Dessa forma, os conflitos militares passaram a sofrer transformações profundas provocadas pela Tecnologia, seja no planejamento militar; na logística; e nas bases de comando e controle, em suma, em tudo que permeia uma força armada no antes, durante e posterior ao combate.

A superioridade militar está diretamente relacionada à supremacia científica e tecnológica, pois as principais inovações das indústrias de armamentos não provêm simplesmente da produção de armas, mas sim, do desenvolvimento de equipamentos com alto grau de sofisticação tecnológica (SQUEFF, 2014).

A tecnologia militar³⁵ modificou a guerra mais do que qualquer outra variável na história. Ainda que também tenha sido largamente influenciada por fatores políticos, econômicos, ideológicos, culturais, táticos, estratégicos, psicológicos, entre outros, nenhuma dessas variáveis é capaz de explicar a evolução da prática dos conflitos tão adequadamente quanto a Tecnologia (ROLAND, 2016).

O desenvolvimento tecnológico no campo militar a partir da segunda metade do século XX é um legado da II Guerra Mundial, que culminou na Guerra Fria no desenvolvimento de armamentos cada vez mais sofisticados. A competição pela supremacia entre os EUA e a extinta União Soviética produziram avanços tecnológicos significativos que alteraram definitivamente a guerra contemporânea.

O crescimento exponencial na capacidade de processamento de dados computacionais, iniciado no período da Guerra Fria, foi fator crucial no desenvolvimento de tecnologias militares emergentes, despertando, inclusive, o interesse de empresas privadas que passaram a capitanear esse desenvolvimento que, até então, era patrocinado pelo Estado a partir da ampliação do emprego de tecnologias civis para a guerra (BORNE, 2019).

Em 1988, quando já se observavam mudanças visíveis na política da União

³⁵ Conceitualmente, tecnologia militar pode ser entendida como o conjunto organizado de conhecimentos - científicos, empíricos e intuitivos - habilidades, experiências e organização necessários para “produzir, disponibilizar e empregar bens e serviços para fins bélicos” (LONGO, 2007, p. 120).

Soviética, antecipando o que viria a ser o fim da Guerra Fria, o *National Security Strategy of the United States* (NSS)³⁶ já considerava a evolução da tecnologia mundial como uma tendência de transição em assuntos de Segurança Nacional. Atentava para a necessidade em manter a superioridade tecnológica a fim de manter a deterrência na guerra convencional. Também apontava para a necessidade na manutenção da superioridade tecnológica da indústria estadunidense a partir de uma ampla base de mobilização, com uma participação mais intensa da Academia e da Indústria, do País como um elemento fundamental de sua política de defesa.

Para os EUA, a mudança em relação ao período mais intenso da Guerra Fria foi a dependência do poder militar às novas tecnologias avançadas e na produção industrial. O Pentágono se readequou fundamentalmente nas tecnologias disruptivas, na estrutura de P&D do país e na sua Base Industrial de Defesa (BID), que passou a constituir intrinsecamente o poder tecnológico-militar dos Estados Unidos a partir dos anos 1990 (DA SILVA, 2019).

Analisando as NSS publicadas após o fim da Guerra Fria, constata-se maior ênfase para incentivos e programas voltados à P&D e à BID, com a finalidade de readequação militar a uma nova realidade nacional e mundial, criando um ambiente altamente propício a uma resiliência das bases do poder tecnológico militar (DA SILVA, 2019).

No Brasil, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), reconhecendo a importância da CT&I para a área de Defesa, aponta que as demandas militares e as necessidades relativas à área de Defesa estimulam o avanço tecnológico em países que priorizam a inovação em seus gastos militares (ANDRADE E FRANCO, 2016).

Nesse contexto, em que o desenvolvimento de tecnologia autóctone e a busca pela inovação passa a constituir elemento essencial à Defesa Nacional, é preciso que no Brasil haja uma base sólida para a pesquisa científica e o desenvolvimento de tecnologias que possam suprir as demandas das Forças Armadas.

Na perspectiva de estimular a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias no País, leis foram promulgadas e incentivos governamentais foram criados, a fim de fomentar a iniciativa privada, a exemplo do Marco Civil de CT&I, estatuído pela Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016³⁷.

³⁶ ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. *National Security Strategy of the United States*. 1988. Disponível em: <<https://nssarchive.us/national-security-strategy-1988/>>. Acesso em: 3 mai. 2021.

³⁷ BRASIL. Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei nº 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei nº 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015. *Diário Oficial da União*. Brasília: 12 jan. 2016. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13243.htm>. Acesso em: 8 mai.

3.1 O desenvolvimento de CT&I na Defesa Nacional Brasileira

O Brasil, a partir da década de 1950, iniciou o esforço em desenvolver uma infraestrutura para sua modernização, principalmente nas áreas de transporte, comunicação, energia e educação, tentando atrair investimentos para uma indústria moderna, conduzindo com sucesso sua política de industrialização a partir da prática de reserva de mercado para as indústrias nacionais ou estrangeiras que se instalaram no País, o que possibilitou a substituição de produtos manufaturados importados por produtos fabricados no território brasileiro (LONGO, 2000).

Os anos compreendidos entre as décadas de 1950 e 1960 são classificados por Ianni (2010) como um período de emancipação econômica. Em 1951, criou-se o Plano de Reaparelhamento Econômico, com um fundo administrado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

A análise do desenvolvimento de CT&I no arcabouço jurídico brasileiro parte da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (CRFB/88). O Capítulo IV – com redação final dada pela Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015³⁸ – trata exclusivamente de Ciência, Tecnologia e Inovação. Por sua vez, o artigo 218 da CRFB/88, constante desse Capítulo, define que “O Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa, a capacitação científica e tecnológica e a inovação”³⁹.

O § 1º do artigo supracitado concede tratamento prioritário à pesquisa científica básica, tecnológica e inovação, tendo em vista o bem público. Já o § 4º, apoia e estimula as empresas que investem em pesquisa, na criação de tecnologia adequada ao País, na formação e no aperfeiçoamento de seus recursos humanos. Por sua vez, o § 5º faculta aos Estados e ao Distrito Federal vincular parcela de sua receita orçamentária a entidades públicas de fomento ao ensino e à pesquisa científica e tecnológica. E, por fim, o § 7º afirma que o Estado promoverá e incentivará a atuação no exterior das instituições públicas de ciência, tecnologia e inovação. De maneira que, instituições do Estado brasileiro, como a Marinha do Brasil, possam interagir tanto com órgãos públicos – universidades e outras instituições governamentais –, quanto com

2021.

³⁸ BRASIL. Emenda Constitucional nº 85. Altera e adiciona dispositivos na Constituição Federal para atualizar o tratamento das atividades de ciência, tecnologia e inovação. *Diário Oficial da União*. Brasília: 26 fev. 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Emendas/Emc/emc85.htm#art1>. Acesso em: 8 mai. 2021.

³⁹ BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Capítulo IV. *Diário Oficial da União*. Brasília: 5 out. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 8 mai. 2021.

empresas privadas no desenvolvimento de CT&I.

O artigo 219 da CRFB/88 define que “o mercado interno integra o patrimônio nacional e será incentivado de modo a viabilizar o desenvolvimento cultural e socioeconômico, o bem-estar da população e a autonomia tecnológica do País, nos termos de lei federal”. Em seu parágrafo único dispõe que

O Estado estimulará a formação e o fortalecimento da inovação nas empresas e nos entes públicos ou privados, a constituição e a manutenção de parques e polos tecnológicos e de demais ambientes promotores da inovação, a atuação dos inventores independentes e a criação, absorção, difusão e transferência de tecnologia (CRFB/88, art. 219, § único).

Esse artigo permite, ainda, que o Estado estabeleça instrumentos de cooperação para o compartilhamento de recursos humanos especializados e infraestrutura para a execução de projetos de pesquisa, de desenvolvimento científico e tecnológico e de inovação. Além de instituir o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI).

Coordenado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), o SNCTI foi criado para integrar continuamente as políticas governamentais com as estratégias empresariais, balizando os gestores que lidam com CT&I na busca de cooperação no desenvolvimento de vantagens competitivas para o País no mercado internacional. As ICT – privadas e públicas –, as entidades da gestão pública e as empresas são os principais componentes desse sistema (MCTIC, 2016).

Em complemento à CRFB/88, no dia 02 de dezembro de 2004, o Presidente da República sancionou a Lei nº 10.973⁴⁰, com a finalidade de incentivar a inovação e a pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo.

A Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016, conhecida como o “Marco Civil da Ciência, Tecnologia e Inovação”, promove alterações substanciais na Lei nº 10.973. Além de modificar algumas definições e incluir novas, altera a possibilidade de constituição de alianças estratégicas e o desenvolvimento de projetos de cooperação envolvendo empresas, ICT e entidades privadas sem fins lucrativos voltados para atividades de pesquisa e desenvolvimento.

O Marco de CT&I também inseriu na legislação brasileira a possibilidade do Estado apoiar a criação, a implantação e a consolidação de ambientes promotores da inovação, incluindo parques e polos tecnológicos e incubadoras de empresas.

Além disso, criou as seguintes possibilidades de cooperação de órgãos

⁴⁰ BRASIL. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. Brasília: 2 dez. 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm>. Acesso em: 8 mai. 2021.

governamentais com entes privados:

- a possibilidade das ICT Públicas, mediante contrapartida financeira ou não financeira, compartilharem laboratórios, equipamentos e capital intelectual com outras ICT ou empresas;

- a possibilidade das ICT prestarem a instituições públicas ou privadas serviços técnicos especializados;

- a possibilidade das ICT celebrarem acordos de parceria com instituições públicas e privadas para a realização de atividades conjuntas de pesquisa científica e tecnológica e de desenvolvimento de tecnologia, produto, serviço ou processo, com pagamento de bolsa de estímulo à inovação a servidores, militares e empregados das ICT públicas e alunos de curso técnico, de graduação ou de pós-graduação, diretamente da ICT a que estejam vinculados, de fundação de apoio ou de agência de fomento;

- a possibilidade do Pesquisador Público, em regime de dedicação exclusiva, se afastar para prestar colaboração a outra ICT, mantendo as gratificações específicas;

- a possibilidade de o Pesquisador Público em regime de dedicação exclusiva exercer atividade remunerada de pesquisa, desenvolvimento e inovação em ICT ou em empresa;

e

- a alteração na forma de prestação de contas das ICT Públicas ao MCTI.

Além de leis direcionadas ao estímulo de CT&I no País, o Governo Federal também desenvolveu políticas de incentivo voltadas a essa temática, inclusive na área de Defesa.

As políticas de apoio à CT&I no campo da Defesa Nacional se desenvolveram a partir do início do século XXI. A criação do Ministério da Defesa (MD), em 1999, contribuiu significativamente para o aumento na percepção da importância do desenvolvimento de CT&I para as Forças Armadas (TURCHI e MORAIS, 2017).

Segundo Andrade et al. (2016), dois foram os aspectos que impulsionaram a busca pela melhora das capacidades voltadas à Defesa do Brasil: 1) as iniciativas do Estado para o fortalecimento de medidas de estímulo à inovação, inclusive com a Lei de Inovação de 2004 (Lei nº 10.973), incentivando instituições financiadoras de programas de CT&I, a exemplo do BNDES e da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP); e 2) o crescimento econômico observado pelo Brasil na década de 2000.

Atuando institucionalmente de maneira conjunta e coordenada a outros Ministérios - principalmente com o MCTI -, e com contribuições do Poder Legislativo e da sociedade civil, em 2003, o MD lançou a “Concepção Estratégica de Ciência, Tecnologia e Inovação de Interesse da Defesa Nacional” (TURCHI e MORAIS, 2017).

Servindo de base para a “Política de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Defesa Nacional”, a Portaria normativa do MD nº 1.317, de 04 de novembro de 2004⁴¹, tem por finalidade: apresentar objetivos estratégicos aos componentes e órgãos de expressão militar do Poder Nacional; orientar as instituições que venham a participar de atividades de CT&I de interesse da Defesa; criar ambiente capaz de estimular a pesquisa e o aproveitamento do conhecimento científico existente; fomentar o desenvolvimento industrial; e gerar produtos inovadores alinhados aos interesses comuns das Forças Armadas.

A Política Nacional de Defesa (PND)⁴² – denominada até 2015 como Política de Defesa Nacional (PDN) – é o primeiro documento condicionante no nível Federal para o planejamento de ações de Defesa no aspecto de CT&I.

A PND, voltada prioritariamente para ameaças externas, tem por finalidade estabelecer os objetivos para o preparo e emprego das expressões do Poder Nacional⁴³ em prol da Defesa Nacional⁴⁴. Ao descrever o Ambiente Internacional, a PND afirma que

(...) os países que investem em inovação e produzem tecnologias disruptivas aumentarão o seu nível de desenvolvimento e bem-estar da população, enquanto que aqueles que absorvem tecnologias sem investir em seu próprio processo de conhecimento, e na modernização autóctone de suas capacidades produtivas seguirão exercendo papel secundário no cenário mundial, sem agregar benefícios às suas populações (MINISTÉRIO DA DEFESA. Política Nacional de Defesa, 2020, p. 18).

Dessa forma, a PND – ao definir em sua Concepção de Política de Defesa os pressupostos da Defesa Nacional – prioriza investimentos em CT&I aplicados a produtos de defesa de uso dual (civil e militar), que favoreçam o fortalecimento da BID⁴⁵.

Um dos Objetivos Nacionais de Defesa (OND)⁴⁶ da PND é “Promover a autonomia

⁴¹ MINISTÉRIO DA DEFESA. Portaria Normativa nº 1.317/MD de 04 de novembro de 2004. Aprova a Política de Ciência, Tecnologia e Inovação (C, T & I) para a Defesa Nacional. *Diário Oficial da União*. Brasília: 8 nov. 2004. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/seprod/servicos-e-informacoes/arquivos/Portaria_Normativa_1317_MD.PDF>. Acesso em: 8 mai. 2021.

⁴² MINISTÉRIO DA DEFESA. *Política Nacional de Defesa*. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso_.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2021, p. 11; 18; 25; 75.

⁴³ Compreende-se por “Poder Nacional”: “(...) a capacidade que tem a Nação para alcançar e manter os objetivos nacionais, o qual se manifesta em cinco expressões: a política, a economia, a psicossocial, a militar e a científico-tecnológico” (MINISTÉRIO DA DEFESA. *Política Nacional de Defesa*, 2020, p. 11).

⁴⁴ Conceitua-se “Defesa Nacional” como sendo: “(...) o conjunto de atitudes, medidas e ações do Estado, com ênfase na expressão militar, para a defesa do Território Nacional, da soberania e dos interesses nacionais contra as ameaças preponderantemente externas, potenciais ou manifestas” (MINISTÉRIO DA DEFESA. *Política Nacional de Defesa*, 2020, p. 11).

⁴⁵ Pelo glossário da PND, “Base Industrial de Defesa (BID)” é definido como: “Órgãos e entidades da administração pública direta e indireta e pessoas jurídicas de direito privado que realizem ou conduzam pesquisas, projetos, desenvolvimento, industrialização, produção, reparo, conservação, revisão, conversão, modernização ou manutenção ou desativação de Produto de Defesa - PRODE ou Sistema de Defesa - SD, no País” (MINISTÉRIO DA DEFESA. *Política Nacional de Defesa*, 2020, p. 75).

⁴⁶ “Objetivos Nacionais de Defesa (OND)” decorre de análise dos ambientes internacional e nacional e suas

tecnológica e produtiva na área de defesa”, que visa a necessidade de se obter autonomia tecnológica e produtiva na área de defesa; incentivos à pesquisa e ao desenvolvimento de tecnologias autóctones, principalmente as mais críticas; a qualificação do capital humano; o fortalecimento da BID; o desenvolvimento de produtos de emprego dual; e a geração de empregos.

No mesmo sentido, a Estratégia Nacional de Defesa (END)⁴⁷ – que tem por fim orientar os segmentos do Estado Brasileiro, indicando as ações necessárias para que os objetivos nacionais sejam alcançados –, também realça a importância do desenvolvimento da CT&I nacional para a defesa da nação, definindo que os setores governamentais e industriais e o meio acadêmico, voltados para a Ciência, Tecnologia e Inovação – CT&I, devem ser priorizados e integrados de modo a contribuir para assegurar que o atendimento às necessidades de produtos de defesa seja apoiado por tecnologias críticas sob o domínio nacional (MINISTÉRIO DA DEFESA. *Estratégia Nacional de Defesa*, 2020).

Outrossim, a END inclui o Desenvolvimento Tecnológico de Defesa como uma das Capacidades Nacionais (CND)⁴⁸, proporcionando o desenvolvimento e a modernização de Produtos de Defesa na busca de atualização e independência tecnológica. Para a consecução dos OND, a END define Estratégias de Defesa (ED), as quais estabelecem Ações Estratégicas (AED) para a orientação das medidas que deverão ser implementadas.

A END elenca várias AED voltadas ao desenvolvimento de CT&I e ao fortalecimento da capacidade industrial do País, condicionando a política das Forças Armadas a incentivar o desenvolvimento de tecnologias nacionais que contribuam, de maneira específica ou de caráter geral, para a Defesa Nacional e que concorram para o ambiente de bem-estar do povo brasileiro.

As AED que têm essa finalidade são:

– AED-10, ação incorporada à ED-2 (“Fortalecimento da capacidade de dissuasão”)⁴⁹, que orienta para o desenvolvimento de capacidades de monitoramento do espaço

projeções, bem como da Concepção Política, devem ser interpretados como as condições a serem alcançadas e mantidas permanentemente pela nação brasileira no âmbito da Defesa (MINISTÉRIO DA DEFESA. *Política Nacional de Defesa*, 2020, p. 25).

⁴⁷ MINISTÉRIO DA DEFESA. *Estratégia Nacional de Defesa*. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso_.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2021, p. 35; 77.

⁴⁸ A END considera “Capacidades Nacionais de Defesa (CND)”, como sendo: “(...) aquelas compostas por diferentes parcelas do Poder Nacional. São implementadas da participação coordenada e sinérgica de órgãos governamentais e, quando pertinente, de entes privados orientados para a defesa e para a segurança em seu sentido mais amplo” (MINISTÉRIO DA DEFESA. *Estratégia Nacional de Defesa*, 2020, p. 77).

⁴⁹ ED alinhada ao “OND I - Garantir a soberania, o patrimônio Nacional e a integridade do território”

aéreo, do espaço cibernético, do território, das águas jurisdicionais brasileiras e de outras áreas de interesse;

– AED-37, incorporada à ED-7 (“Desenvolvimento da capacidade de mobilização nacional”)⁵⁰, que orienta para o aperfeiçoamento do gerenciamento e da capacitação técnica das instalações industriais pertencentes ou vinculadas às Forças Armadas;

– AED-14, incorporada à ED-8 (“Promoção da sustentabilidade da cadeia produtiva da Base Industrial de Defesa”)⁵¹, orientando para a busca de destinação de recursos orçamentários e financeiros que permitam atender as necessidades do Plano de Articulação e Equipamentos de Defesa (PAED)⁵²;

– AED-39, também incorporada à ED-8, que visa o estímulo de projetos de interesse da defesa que empreguem produtos e tecnologias duais;

– AED-44, da ED-8, para a extensão da BID a produtos ou sistemas destinados à segurança pública;

– AED-46, da ED-8, para a promoção do conteúdo local nos produtos da BID;

– AED-47, também da ED-8, para o estímulo à obtenção de compensação comercial, industrial e tecnológica nas aquisições do exterior (*offset*);

– AED-48, da ED-8, para que as Forças coordenem os processos de certificação de produtos, serviços e Sistemas de Defesa concernentes à BID;

– AED-49, incorporada à ED-9 (“Fortalecimento da área de Ciência e Tecnologia de defesa”)²⁷, para a promoção do desenvolvimento de tecnologias críticas para a defesa;

– AED-54, também da ED-9, para o estímulo ao estabelecimento de parcerias e intercâmbios na área de pesquisa de tecnologias de interesse da defesa;

– AED-55, da ED-9, para a utilização de encomendas tecnológicas para a promoção do aumento do conteúdo tecnológico nacional nos produtos de defesa;

– AED-56, da ED-9, para a promoção da formação em ciências básicas e aplicadas, a fim de aproximar a produção científica com o desenvolvimento de análises estratégicas, o desenvolvimento tecnológico da BID e a formulação de doutrinas; e

(MINISTÉRIO DA DEFESA. *Estratégia Nacional de Defesa*, 2020, p. 63).

⁵⁰ ED alinhada ao “OND II - Assegurar a capacidade de defesa para o cumprimento das missões constitucionais das Forças Armadas” (MINISTÉRIO DA DEFESA, *Estratégia Nacional de Defesa*, p. 66).

⁵¹ ED alinhada ao “OND III - Promover a independência tecnológica e produtiva na área de defesa” (MINISTÉRIO DA DEFESA, *Estratégia Nacional de Defesa*, p. 67).

⁵² O Plano de Articulação e Equipamentos de Defesa (PAED) contempla a articulação do Setor de Defesa no território nacional e o delineamento dos equipamentos necessários ao cumprimento das atribuições das Forças Armadas, com base nos conjuntos de Capacidades Militares de Defesa sistematizados e dimensionados na PND e na END (MINISTÉRIO DA DEFESA, *Estratégia Nacional de Defesa*, p. 47).

– AED-57, da ED-9, para a promoção da integração do Setor de Defesa nas áreas de metrologia, normatização e de certificação de produtos, serviços e de sistemas de Defesa concernentes à BID.

Além das diretrizes constantes nas AED referentes à C&T e BID, a END estabelece três setores tecnológicos como estratégicos e essenciais à Defesa Nacional, que devem ser desenvolvidos e coordenados em nível nacional sob a responsabilidade das Forças Armadas: o Setor Nuclear, pela Marinha; o Setor Cibernético, pelo Exército; e o Setor Espacial, pela Força Aérea.

A Marinha do Brasil, condicionada pela PND e pela END, incorpora o desenvolvimento de CT&I nacional e o fortalecimento da BID em seus documentos de alto nível: a Política Naval e o Plano Estratégico da Marinha (PEM), que estabelecem objetivos e ações para o aparelhamento da Força com o máximo de tecnologias e produtos autóctones.

3.2 Documentos condicionantes para o desenvolvimento de CT&I na Marinha

A Política Naval – que tem por finalidade orientar o planejamento estratégico da Marinha do Brasil para o emprego do Poder Naval⁵³ – alerta para “os gargalos” existentes no Brasil na área de CT&I, como ameaças ao desenvolvimento do País e à soberania nacional. Estabelece ainda, que a Marinha “deve buscar mais investimentos em Ciência, Tecnologia e Inovação, em qualificação do capital humano e em infraestrutura (transporte, energia, comunicação etc.)” (MARINHA DO BRASIL. Política Naval, 2020, p. 13).

A Concepção da Política Naval orienta que os diversos setores da Marinha devem contribuir para a consecução dos Objetivos Navais⁵⁴ e estabelece pressupostos básicos para que esses objetivos sejam alcançados.

No que tange ao assunto em tela, CT&I, o documento pressupõe a autonomia tecnológica do País por meio do incremento no emprego de recursos em P&D, inclusive com parcerias com a academia, e a capacidade de atração e manutenção de recursos humanos necessários, além de priorizar os investimentos em CT&I para produtos de defesa de aplicação naval e, se possível, observando a dualidade (MARINHA DO BRASIL. Política Naval, 2020).

⁵³ O Poder Naval é um dos componentes da expressão militar do Poder Nacional e integrante do Poder Marítimo (MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. *EMA-305*. Doutrina Militar Naval. Brasília-DF. Publicado em 13 de setembro de 2017. Capítulo 1, p. 4).

⁵⁴ “Os Objetivos Navais consubstanciam a Política Naval e são os objetivos de alto nível estabelecidos pela MB, que orientarão o Planejamento Estratégico da Instituição, a fim de viabilizar o alcance de sua visão de futuro para 2039” (MARINHA DO BRASIL. *Política Naval*, 2020, p. 26).

Nesse sentido, a Marinha estabelece como um de seus Objetivos Navais a cooperação com o desenvolvimento nacional, a partir do investimento e incentivo ao desenvolvimento de tecnologias de emprego dual que possam ser incorporadas à indústria brasileira. E orienta, ainda, sobre o domínio da tecnologia do ciclo do combustível e da construção de reatores nucleares e os Programas Estratégicos da Marinha como potenciais instrumentos para a expansão do setor industrial nacional (MARINHA DO BRASIL. Política Naval, 2020).

Outro Objetivo Naval que reforça a necessidade da Marinha em investir em CT&I é voltado para a modernização da Força Naval, a partir do ponto em que prioriza a busca da redução de dependência do exterior relativo a tecnologias aplicadas aos meios e sistemas navais (MARINHA DO BRASIL. Política Naval, 2020).

Esse mesmo viés, de busca da independência tecnológica, aplica-se ao Objetivo Naval de ampliar a consciência situacional marítima das áreas de interesse, com a implementação do SisGAAz (MARINHA DO BRASIL. Política Naval, 2020). Os sistemas que estarão presentes no SisGAAz irão requerer tecnologias que o Brasil pouco ou nada domina como: *Big data*; Inteligência Artificial (IA); dentre outros.

Conforme enfatiza Sturari (2010, p. 10),

(...) a política estabelece ‘o que’ deve ser feito e a estratégia, ‘como’ deve ser feito. A primeira, por si só, configura mero exercício de retórica; a segunda, sem a orientação política, corre o risco de perder-se em ações divergentes ou mesmo conflitantes.

De modo análogo, Costa (2019, p. 17) afirma que a Política é a arte de estabelecer objetivos, enquanto que a Estratégia é a arte de se empregar o poder para que os objetivos apresentados pela política sejam alcançados. Acrescenta que o Poder é a conjunção dos meios de que se dispõe para que os objetivos sejam alcançados.

Portanto, a Política Naval apresenta os Objetivos Navais na ideia do “o que fazer”. Entretanto, a Marinha não possui uma “Estratégia Naval” estabelecendo o “como fazer”. O documento de alto nível da Marinha que define as ações necessárias para que seus objetivos sejam alcançados é o Plano Estratégico da Marinha 2040 (PEM)⁵⁵.

O PEM, atualizado em 2020, tem por propósito orientar o planejamento para um horizonte temporal de 20 anos (MARINHA DO BRASIL. Plano Estratégico da Marinha, 2020). Além disso, organiza os Objetivos Navais (OBNAV), definidos na Política Naval, em uma

⁵⁵ MARINHA DO BRASIL. *Plano Estratégico da Marinha 2040 (PEM 2040)*. Estado-Maior da Armada. Brasília-DF: 2020. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/pem2040>>. Acesso em: 18 mai. 2021. pp. 51; 59; 60; 68.

cadeia de valores e orientados pela Visão de Futuro da Marinha⁵⁶.

Assim como no nível nacional, a END apresenta as estratégias necessárias à consecução dos OND definidos pelo PND, o PEM estabelece as Estratégias Navais (EN) para atingir tais objetivos e orienta de que forma as capacidades da Força serão “preservadas, aperfeiçoadas, obtidas ou desenvolvidas em curto prazo, ou seja, em um espaço temporal de quatro anos” (MARINHA DO BRASIL. Plano Estratégico da Marinha, 2020).

As EN são desmembradas em Ações Estratégicas Navais (AEN). Ações concretas que servem de base para os Planos de Ações dos ODS da Força.

As AEN devem atender obrigatoriamente a alguns critérios, tais como: ter características de Programa e, ou, Projeto, com a definição de término, indicadores de desempenho, faseamento e custos associados; ter Viabilidade Orçamentária; envolver dois ou mais setores da Marinha, ou seja, ser transversal; representar uma inovação na Força, seja em produto ou na melhora de processos ou serviços; produzir resultados à sociedade; e incrementar a capacidade operacional da Força (MARINHA DO BRASIL. Plano Estratégico da Marinha, 2020).

A Visão de Futuro da Marinha preconiza que “A Marinha do Brasil será uma Força moderna, aprestada e motivada, com **alto grau de independência tecnológica (...)**” (grifo do autor). Na busca para atingir o “alto grau de independência tecnológica” almejado, a Marinha, por meio do PEM, estabelece as AEN apresentadas a seguir, que requeiram explicitamente o desenvolvimento de CT&I e que contribuem para o fortalecimento da capacidade industrial do País:

– AEN AEN-DEFESA-2, incorporada à EN 1 (Sistemática de Planejamento de Força)⁵⁷, que tem como ação “Implantar a Defesa Proativa da Amazônia Azul”. Esta AEN prevê a implementação do SisGAAz (constante de um dos objetivos da Política Naval citado neste texto, “Ampliar a consciência situacional marítima das áreas de interesse”). Prevê, também, o emprego de inovações militares que incorporem tecnologias disruptivas às Forças Navais e suas vertentes doutrinárias e organizacionais;

– AEN AEN-FORÇA NAVAL-1, incorporada à EN 6.1 [Programa Nuclear da

⁵⁶ Visão de Futuro da MB: “A Marinha do Brasil será uma Força moderna, aprestada e motivada, com alto grau de independência tecnológica, de dimensão compatível com a estatura político-estratégica do Brasil no cenário internacional, capaz de contribuir para a defesa da Pátria e salvaguarda dos interesses nacionais, no mar e em águas interiores, em sintonia com os anseios da sociedade” (MARINHA DO BRASIL. *Plano Estratégico da Marinha*, 2020, p. 51).

⁵⁷ EN alinhada ao OBNAV 1 - “Contribuir para a defesa da Pátria” (MARINHA DO BRASIL. *Plano Estratégico da Marinha*, 2020, p. 62).

Marinha (PNM)]⁵⁸, que visa “Desenvolver o Programa Nuclear da Marinha (PNM)” para o desenvolvimento de capacidade na execução autóctone das principais fases do ciclo do combustível nuclear, e do protótipo de reator do submarino convencional de propulsão nuclear;

– AEN-FORÇA NAVAL-9, incorporada à EN 6.3 (Poder Naval do Futuro)⁵⁹, tem como ação “Obter o Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas Embarcadas (SAERP-E);

– AEN-FORÇA NAVAL-10, também incorporada à EN 6.3, para “Desenvolver no País os produtos aplicados em navios, aeronaves e equipamentos para os Fuzileiros Navais”, projetando equipamentos e sistemas com alto conteúdo tecnológico, de aquisição restrita no exterior e que contribuam para o desenvolvimento da BID;

– AEN-FORÇA NAVAL-12, também EN 6.3, visa “Desenvolver o programa ESPORÃO”, projetos dos Mísseis Antinavio Nacional (MANSUP) e Mísseis Antinavio Ar-Superfície (MANAER);

– AEN-INTEL-1, incorporada à EN 9 [Sistema de Inteligência Marítima (SIMAR)]⁶⁰, que visa desenvolver a capacidade de interceptação de comunicações por satélite, além de incrementar a produção de conhecimentos operacionais na área de fontes de sinais;

– AEN-CSM-1, incorporada à EN 10 (SisGAAz)⁶¹, tem como ação “Desenvolver o SisGAAz”;

– AEN-CSM-2, também incorporada à EN 10, visa “Aprimorar a estrutura do Sistema de coleta, processamento e disseminação de dados ambientais, permitindo a implementação do conceito de *e-navigation* (navegação aprimorada) nas Áreas Jurisdicionais Brasileiras (AJB); e

– AEN-CSM-3, EN 10, para “Aprimorar a base de dados ambientais integrada para produtos e serviços cartográficos e meteorológicos”.

Para atingir os resultados esperados pelos OBNAV, com as respectivas EN e AEN necessárias para alcançá-los, a Marinha organizou suas necessidades em Programas Estratégicos. Essa sistemática tem por finalidade empregar eficientemente práticas de governança e gestão de recursos públicos, organizando essas necessidades em Programas Estratégicos (MARINHA DO BRASIL. Plano Estratégico da Marinha, 2020).

⁵⁸ EN alinhada ao OBNAV 6 - “Modernizar a força Naval” (MARINHA DO BRASIL. *Plano Estratégico da Marinha*, 2020, p. 68).

⁵⁹ EN alinhada ao OBNAV 6 - “Modernizar a força Naval” (MARINHA DO BRASIL. *Plano Estratégico da Marinha*, 2020, p. 68).

⁶⁰ EN alinhada ao OBNAV 9 - “Sistema de Inteligência da Marinha” (MARINHA DO BRASIL. *Plano Estratégico da Marinha*, 2020, p. 76).

⁶¹ EN alinhada ao OBNAV 10 - “Ampliar a Consciência Situacional Marítima (CSM) nas áreas de interesse da MB” (MARINHA DO BRASIL. *Plano Estratégico da Marinha*, 2020, p. 77).

O modelo de gestão escolhido pela Marinha tem como base o *Project Management Institute* (PMI), à luz das práticas do *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK).

A publicação do Estado Maior da Armada (EMA), Portfólio Estratégico da Marinha (EMA-418), na sua Introdução apresenta os Programas Estratégicos em sete capítulos (MARINHA DO BRASIL. EMA-418, 2017, p. VII):

- 1 - PESSOAL - NOSSO MAIOR PATRIMÔNIO;
- 2 - CONSTRUÇÃO DO NÚCLEO DO PODER NAVAL;
- 3 - OBTENÇÃO DA CAPACIDADE OPERACIONAL PLENA;
- 4 - PROGRAMA NUCLEAR DA MARINHA;
- 5 - SISTEMA DE GERENCIAMENTO DA AMAZÔNIA AZUL;
- 6 - SEGURANÇA DA NAVEGAÇÃO; e
- 7 - CRIAÇÃO DA 2ª ESQUADRA E DA 2ª FORÇA DE FUZILEIROS DA ESQUADRA.

O Programa Pessoal, Nosso Maior Patrimônio, em seus cinco subprogramas, visa aperfeiçoar os sistemas e os procedimentos para a Gestão de Pessoal da Marinha, não havendo demanda concreta de CT&I.

É evidente que inovação pode ser aplicada em qualquer área. A Gestão de Pessoal também atende às necessidades de capacitação e competências para desenvolver e operar novas tecnologias em equipamentos e meios. Entretanto, tal Programa Estratégico, em particular, não será abordado nesta pesquisa (MARINHA DO BRASIL. EMA-418, 2017, Capítulo 1).

O Programa de Construção do Núcleo do Poder Naval é de caráter estratégico, alinhado com o OBNAV 6, “Modernizar a Força Naval”, e a EN 6.2, “Construção do Poder Naval”. Esse Programa Estratégico possui dez subprogramas e um projeto independente relacionados à obtenção de meios, por aquisição ou construção, visando aumentar a capacidade operacional da MB para o atendimento de sua missão constitucional.

A END orienta que os meios sejam, preferencialmente, concebidos e construídos no País, com potencial de alavancar o desenvolvimento da indústria nacional. No que concerne à CT&I, poderá contribuir para a capacitação da BID a partir da transferência de tecnologia e, ou, nacionalização de sistemas, equipamentos e componentes. Além de fomentar a construção naval no País, permitindo a concepção de projetos nacionais e no aumento da qualificação em todas as áreas de CT&I (MARINHA DO BRASIL. EMA-418, 2017, Capítulo 2).

A Obtenção da Capacidade Operacional Plena (OCOP), alinhado ao OBNAV 7, “Obter a Capacidade Operacional Plena”, tem a finalidade de manter ou modernizar instalações e meios existentes, incluindo o abastecimento de dotações de sobressalentes, armas e munições. O OCOP está dividido em dez subprogramas e quatro projetos independentes.

Alinhado à PND para a promoção da autonomia produtiva e tecnológica na área de

defesa, prevê a incorporação de tecnologias com conteúdo nacional e de uso dual, contribuindo para a geração e manutenção de empregos diretos e indiretos (MARINHA DO BRASIL. EMA-418, 2017, Capítulo 3).

O PNM está alinhado à EN 6.1, com o mesmo título PNM, constante da OBNAV 6. Programa altamente dependente do desenvolvimento de CT&I, devido principalmente ao fato de que os países detentores das tecnologias necessárias negam qualquer tipo de transferência tecnológica. Este Programa possui quatro projetos independentes.

Os campos de CT&I aplicados neste Programa apresentam grandes perspectivas de: uso de tecnologia dual; integração com universidades, institutos e centros tecnológicos com as ICT da Marinha no desenvolvimento e absorção de tecnologia sensível; capacitação da Indústria Nacional, mediante a transferência de tecnologia; e relação com o desenvolvimento na construção de navios, aeronaves e viaturas blindadas de alta complexidade, permitindo a concepção de projetos nacionais e a construção no País.

Os conhecimentos adquiridos com o domínio do ciclo do combustível também beneficiam as Indústrias Nucleares do Brasil S.A. (INB), atendendo as necessidades das Centrais Nucleares no País na geração de energia elétrica e na produção de radiofármacos (MARINHA DO BRASIL. EMA-418, 2017, Capítulo 4).

O SisGAAz pode ser encontrado em mais de um OBNAV. No OBNAV 1, “Contribuir para a defesa da Pátria”, na AEN-DEFESA-2, “Implantar a Defesa Proativa da Amazônia Azul”, abordando, em sua descrição, a implantação de um “sistema de defesa proativo, (...), consoante ao SisGAAz”. Por sua vez, no OBNAV 10, “Ampliar a Consciência Situacional Marítima (CSM) nas áreas de interesse da MB”, em sua AEN-CSM-1, trata do desenvolvimento do sistema propriamente dito.

O desenvolvimento do SisGAAz irá contribuir para a qualificação de recursos humanos na área de CT&I e na promoção do desenvolvimento da indústria de material e de defesa nacionais, e por melhorias associadas no setor de PD&I (MARINHA DO BRASIL. EMA-418, 2017, Capítulo 5).

O Programa Estratégico sobre Segurança da Navegação, dividido em um subprograma e nove projetos independentes, é voltado para a atividade subsidiária da Marinha relacionada à Autoridade Marítima. Sem grande destaque no desenvolvimento de CT&I, também não será abordado nesta pesquisa (MARINHA DO BRASIL. EMA-418, 2017, Capítulo 6).

Por fim, o Programa da Criação da 2ª Esquadra e da 2ª Força de Fuzileiros da Esquadra está dividido em sete projetos independentes. No aspecto de CT&I, possibilitará a

nacionalização de sistemas, equipamentos e componentes, de modo a atender aos meios estacionados nas bases (MARINHA DO BRASIL. EMA-418, 2017, Capítulo 7).

Para atender aos Programas Estratégicos e às demandas de CT&I da Força em geral, a Marinha estruturou o Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (SCTMB), cujas diretrizes e composição estão descritas na Doutrina de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (EMA-413) de 2016⁶².

O Estado Maior da Armada (EMA) é o Diretor Geral do SCTMB e a Diretoria Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha (DGDNTM)⁶³ o órgão de Direção Setorial. O SCTMB também é composto pelos ODS⁶⁴; pelas Organizações Militares da Força que realizam atividades de CT&I; as Organizações Militares Prestadoras de Serviços de Ciência e Tecnologia (OMPS-C)⁶⁵ e as ICT⁶⁶; a AMAZUL Tecnologias de Defesa S.A.⁶⁷; e Fundações de Apoio à CT&I vinculadas à Marinha.

O alinhamento estratégico da Marinha para o desenvolvimento de CT&I, em consonância aos documentos condicionantes de alto nível, é definido pelo Conselho de Ciência e Tecnologia da Marinha (CONCITEM) e pela Comissão Técnica de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (ComTecCTM).

O CONCITEM “é um órgão consultivo, deliberativo, de caráter permanente, com o propósito de assessorar o Comandante da Marinha, dentro da estrutura de CT&I da Marinha do Brasil, no trato dos assuntos de alto nível, relacionados à CT&I” (MARINHA DO BRASIL. EMA-413, 2016, Capítulo 1, p. 4).

O ComTecCTM “é o órgão colegiado superior de ICT da MB, responsável pelo assessoramento ao Secretário de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha nos assuntos relacionados às atividades de CT&I” (MARINHA DO BRASIL. EMA-413, 2016, Capítulo 1,

⁶² MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. EMA-413. *Doutrina de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha*. Brasília-DF. Publicado em 02 mai. 2016.

⁶³ Antiga Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (SecCTM), cuja alteração de nome e elevação a ODS foi promulgada pelo Decreto nº 7.809, de 20 de setembro de 2012.

⁶⁴ São ODS da Marinha: o Comando de Operações Navais (ComOpNav); a Diretoria Geral de Navegação (DGN); a Diretoria Geral de Material da Marinha (DGMM); a Diretoria Geral de Pessoal da Marinha (DGPM); o Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais (CGCFN); a própria DGDNTM; e a Secretaria Geral da Marinha (SGM).

⁶⁵ OMPS-C é a Organização Militar (OM) que tem como atividade principal a pesquisa e desenvolvimento de C&T para a Marinha e, eventualmente, para clientes Extra-MB (MARINHA DO BRASIL. Secretaria Geral da Marinha. SGM-307. *Normas sobre o Sistema de Custos da Marinha do Brasil*. Brasília-DF, 2020, Anexo F, p. 1).

⁶⁶ As ICT e as OMPS-C da MB estão apresentados no Anexo A.

⁶⁷ AMAZUL Tecnologias de Defesa S.A., empresa constituída em 2013 com o objetivo de absorver, promover, desenvolver, transferir e manter atividades sensíveis às atividades do PNM, do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) e do Programa Nuclear Brasileiro (PNB).

p. 4).

A Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (EMA-415)⁶⁸ (2021) orienta o assessoramento do CONCITEM e toda a atividade de CT&I da Força.

O EMA-415 também tem como propósito orientar a coordenação de P&D de CT&I para atender às demandas da Marinha do Amanhã⁶⁹ e do Futuro⁷⁰, otimizando a aplicação de recursos financeiros do setor de CT&I para execução de sua carteira de projetos no atendimento aos Programas Estratégicos.

Essa Publicação deve ser revisada sempre que houver alteração no PEM, ressaltando o alinhamento de alto nível. É direcionada pelo OBNAV 6 (“Modernizar a Força Naval”) e suas respectivas Estratégias Navais, EN 6.1 (PNM); EN 6.2 (“Construção do Núcleo do Poder Naval”); e EN 6.3 (“Poder Naval do Futuro”).

As lacunas tecnológicas no aparelhamento da Força são identificadas no processo de determinação das capacidades militares⁷¹ necessárias aos meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais da Marinha do Amanhã e do Futuro. A estratégia de CT&I define que o SCTMB é o responsável por preencher essas lacunas.

Para tanto, o SCTMB define Áreas Temáticas (AT) de CT&I, com subáreas e linhas de pesquisa, cujas ações e projetos possibilitam e facilitam “as postulações e as deliberações quanto às admissibilidades de projetos de CT&I, bem como, priorizá-los dentre os referidos projetos, atinentes ao SCTMB (MARINHA DO BRASIL, EMA-415, 2021, Anexo A, p. 1).

As AT da Marinha são:

- a) Sistemas de Comando e Controle;
- b) Defesa e Segurança Cibernéticas;
- c) Meio Ambiente Operacional;
- d) Nuclear e Energia;

⁶⁸ MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. EMA-415. *Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha*. Brasília-DF, 2021.

⁶⁹ Marinha do Amanhã: “Se refere aos meios Navais, Aeronavais e de Fuzileiros Navais, bem como aos respectivos sistemas e subsistemas, que estão sendo construídos e/ou obtidos. Os aspectos relativos a ‘compras de oportunidade’ também estão aqui incluídos” (MARINHA DO BRASIL. EMA-415, 2021, p. 11).

⁷⁰ Marinha do Futuro: “Reúne os estudos, as pesquisas, os desenvolvimentos tecnológicos, a análise da conjuntura em nível estratégico, a prospecção tecnológica e os primeiros passos para a concepção de futuros meios Navais, Aeronavais e de Fuzileiros Navais, bem como os respectivos sistemas, subsistemas e suprassistemas” (MARINHA DO BRASIL. EMA-415, 2021, p. 11).

⁷¹ O Glossário das Forças Armadas define “capacidade militar” como um conceito de nível estratégico que representa a aptidão de uma Força Armada para executar as operações que lhe cabem como instrumento da expressão militar do poder nacional (MINISTÉRIO DA DEFESA. Portaria Normativa nº 9/GAP/MD, de 13 de janeiro de 2016. *Glossário das Forças Armadas - MD35-G-01* (5ª Edição/2015). Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/141/1/MD35_G01.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2021, p. 55).

- e) Plataformas Navais, Aeronavais e de Fuzileiros Navais;
- f) Desempenho do Combatente; e
- g) Defesa Nuclear, Biológica, Química, Radiológica e Artefatos Explosivos (DefNBQRE).

Para superar os desafios tecnológicos identificados pelo SCTMB, ao atendimento das demandas de CT&I na obtenção das capacidades militares desejadas, é necessário planejamento, gestão efetiva, ações coordenadas e **o estabelecimento de parcerias**, de modo a otimizar a aplicação de recursos, reduzir prazos e garantir a consecução dos objetivos. (grifo do autor).

O EMA-415 retrata, ainda, que os planejamentos e as execuções de P&D devem priorizar o modelo da Tríplice Hélice, de modo a dinamizar a sinergia com a Academia e a Indústria, o que possibilita reduzir prazos, mitigar riscos, compartilhar instalações e recursos laboratoriais, produzir protótipos, executar testes, capacitar a BID, entre outros (MARINHA DO BRASIL. EMA-415, 2021, Capítulo 4, p. 1).

Para a consecução da Estratégia de CT&I, a DGDNTM emitiu o Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (PCT&I), detalhando ações e diretrizes a serem implementadas para a gestão de CT&I. A partir do planejamento e controle dos projetos de P&D, o Plano prioriza e aloca recursos financeiros, considerando as necessidades de capacitação em CT&I e de infraestrutura tecnológica. E, por meio de indicadores de eficácia, de eficiência e de efetividade, monitora os resultados alcançados.

O SCTM define a admissibilidade dos projetos de CT&I apresentados pelos ODS, ou ainda pelo Instituto Naval de Pós-Graduação (INPG), porém, os projetos devem ser atinentes ao desempenho do combatente e aos meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais relativos à Marinha do Amanhã ou à Marinha do Futuro. Os projetos admitidos são encaminhados ao EMA para subsidiar as decisões estratégicas da Alta Administração Naval (CONCITEM).

O Nível de Prontidão Tecnológica (*Technology Readiness Level* - TRL de momento da tecnologia associada ao projeto)⁷², apresentado esquematicamente na Figura 5, é um dos fatores cruciais na análise para a priorização dos investimentos em CT&I.

⁷² O TRL, estabelecido pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e posteriormente utilizado pelo Departamento de Defesa dos EUA (DoD), é um subsídio necessário para o planejamento das atividades de CT&I e para a determinação da sistemática de fomento dos projetos candidatos.

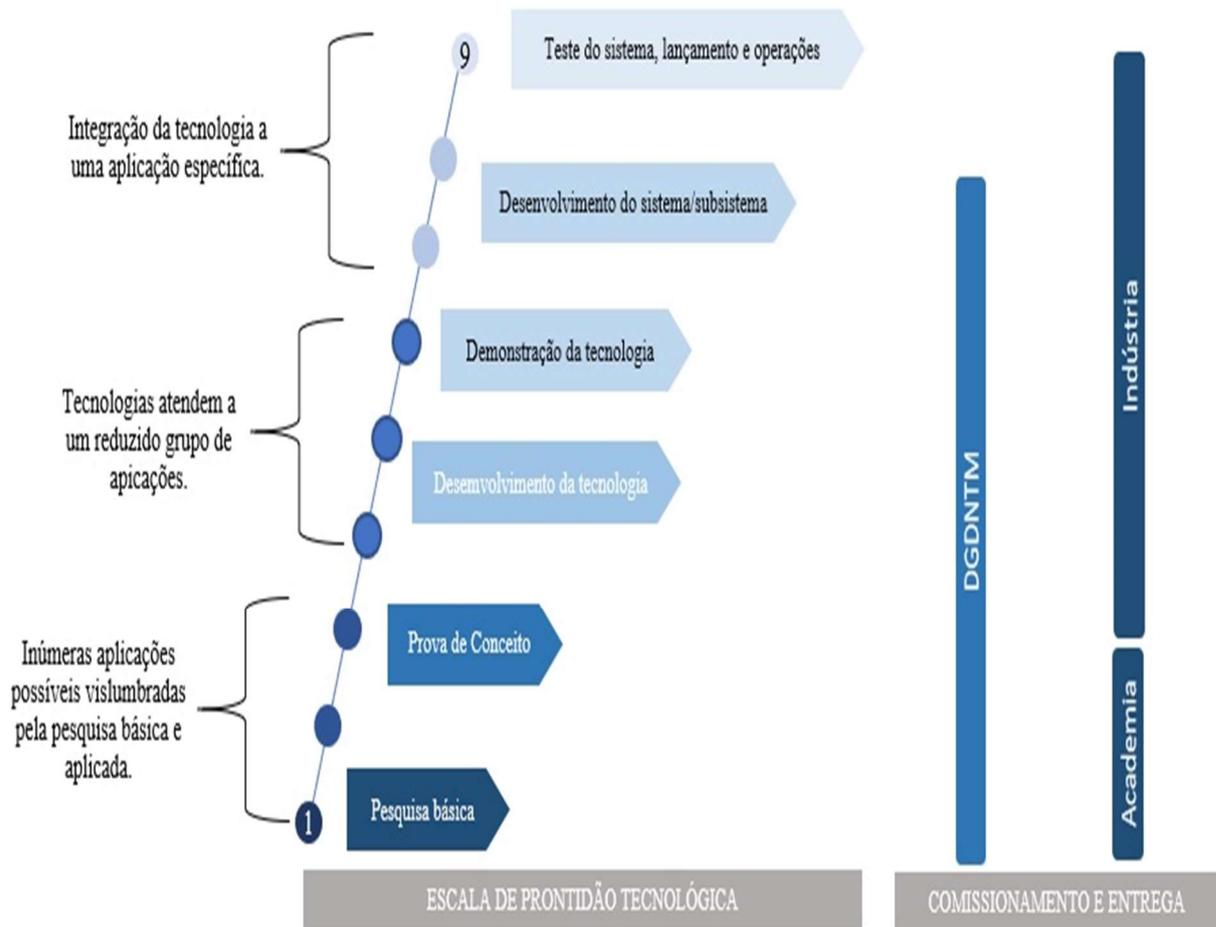


FIGURA 5 – Escala da Prontidão Tecnológica na Marinha (MARINHA DO BRASIL. EMA-415, 2021, Capítulo 4, p. 3)

As Diretorias Especializadas (DE)⁷³, junto aos ODS solicitantes, são os responsáveis pela gestão dos projetos aprovados pelo CONCITEM, a partir da busca pelo cumprimento de metas pré-estabelecidas com foco na futura transferência da tecnologia para a BID, a fim de fomentar o desenvolvimento industrial brasileiro.

A celebração de parcerias estratégicas com o setor acadêmico e a iniciativa privada deve ser explorada, visando o compartilhamento de conhecimentos e a inserção da tecnologia desenvolvida na cadeia produtiva da indústria nacional.

O EMA-415 também considera que a Governança de CT&I poderá ser em parceria com um ODS, que possua jurisdição técnica sobre a área tecnológica envolvida e com a Indústria a partir do nível de prontidão 7 (TRL 7) (MARINHA DO BRASIL. EMA-415, 2021,

⁷³ As Diretorias Especializadas são os Órgãos que integram o sistema de apoio às Forças Navais e Aeronavais, Unidades do Corpo de Fuzileiros Navais e Estabelecimentos, com a responsabilidade das funções logísticas pertinentes.

Capítulo 4, p. 3). Ou seja, o ODS solicitante do projeto de CT&I, ou responsável pelo seu emprego, poderá ter maior participação no desenvolvimento tecnológico a partir do TRL 7, na integração e aplicação da tecnologia, por ocasião da demonstração do protótipo do sistema em escala real, em um ambiente operacional, a fim de comprovar se a tecnologia em sua forma final atende às condições esperadas.

O Centro Tecnológico da Marinha no Rio de Janeiro (CTMRJ) é o Coordenador de Inovação Tecnológica da Marinha, atuando em tecnologias não nucleares junto aos agentes institucionais, que integram a Tríplice Hélice para identificar oportunidades de inovação com a incorporação de tecnologias disruptivas, e auxiliar a transposição dos projetos em nível de pesquisa e desenvolvimento até o desenvolvimento de um produto. Os assuntos relacionados ao PNM são conduzidos pelo Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP) (MARINHA DO BRASIL. EMA-415, 2021, Capítulo 4, p. 4).

As análises dos documentos condicionantes ao desenvolvimento de CT&I na Marinha do Brasil são essenciais à definição de como se processa o alinhamento estratégico da Força. O Plano de CT&I, produzido em consonância à Estratégia de CT&I, indica as ações no nível operacional para o desenvolvimento de CT&I.

Portanto, no próximo Capítulo será retratado como o Plano de CT&I é executado pelas OM da Força e será apresentado um diagnóstico de problemas no desenvolvimento de CT&I da Marinha do Brasil à luz da Tríplice Hélice.

4 O DESENVOLVIMENTO DE CT&I NA MARINHA DO BRASIL

Os documentos condicionantes abordados no Capítulo 3 apresentam o alinhamento estratégico para o desenvolvimento de CT&I necessário ao aparelhamento dos sistemas e meios navais empregados nas tarefas institucionais da Marinha do Brasil.

Este Capítulo vai apresentar, inicialmente, como a Força executa as ações necessárias ao desenvolvimento de Tecnologia a partir do Plano de CT&I da Marinha do Brasil; uma análise de como as demais Forças Armadas do Brasil desenvolvem CT&I, frisando as diferenças com os processos executados pela Marinha; um estudo da DARPA, Agência estadunidense responsável pelo desenvolvimento de tecnologias para as Forças Armadas dos EUA; e, por fim, propostas de alterações na sistemática da Marinha do Brasil no desenvolvimento das tecnologias necessárias às capacidades militares da Força, a partir de comparações e análises críticas.

4.1 Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha

O Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha 2018-2021 (PCT&I), conhecido na Força como DGDNTM-1500⁷⁴, atualizado quadrienalmente, tem por propósito “Definir as ações decorrentes da Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha do Brasil (CT&I da MB), a serem empreendidas no período de 2018 a 2021” (MARINHA DO BRASIL, DGDNTM-1500, 2017, p. IV).

A DGDNTM é o ODS que centraliza e coordena as atividades de Gestão de CT&I da Marinha no atendimento às demandas de C&T dos demais ODS no que se refere ao desempenho de combatentes, meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais relativos à Marinha do Amanhã ou à Marinha do Futuro.

Todo novo projeto é precedido de um estudo realizado por pessoal qualificado da área de CT&I, para a apresentação das linhas de ação ao atendimento das demandas dos ODS; do grau de capacitação da Força para o desenvolvimento da tecnologia demandada; da necessidade de estabelecimento de parcerias para a execução do projeto; e da análise dos riscos envolvidos.

⁷⁴ MARINHA DO BRASIL. Diretoria Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha. DGDNTM-1500. *Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha 2018-2021 (PCT&I)*. Brasília-DF. Publicado em 22 nov. 2017, p. IV.

Existem, ainda, projetos estratégicos de interesse da Alta Administração Naval que não obedecem ao preconizado neste Plano, mas que seguem critérios próprios, como por exemplo, o desenvolvimento do MAGE (Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica) Defensor MK1A pelo Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), cujo protótipo está em fase de construção com o apoio da Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa (FUNDEP)⁷⁵. Nos demais casos, o PCT&I rege os projetos de P&D e de CT&I que atendam aos seguintes requisitos de admissibilidade:

- propostos por pelo menos um ODS;
- atendimento ao desempenho do combatente, meios navais, aeronavais ou de fuzileiros navais;
- relacionados à Marinha do Amanhã ou à Marinha do Futuro; e
- aderentes a, pelos menos, uma das sete Áreas Temáticas de CT&I constantes na Estratégia de CT&I da Marinha.

O PCT&I apresenta as premissas descritas abaixo, que são adotadas para a criação das AT definidas pela Estratégia de CT&I:

- a) O conceito de AT de CT&I, estabelecido pela Estratégia, expressa o ponto de vista dos Setores clientes;
- b) Uma das finalidades da distribuição por AT é possibilitar um melhor acompanhamento de projetos com diferentes níveis de maturidade tecnológica (TRL) pelo cliente, que poderá sugerir diferentes prioridades em função dos interesses do seu Setor;
- c) As AT serão empregadas em nível estratégico (DGDNTM/ComTecCTM/CONCITEM) e são compostas por diversas Sub Áreas e Linhas de Pesquisa, as quais serão empregadas em nível tático-operacional (CTMRJ/ICT); e
- d) Farão parte do conjunto de critérios de priorização apenas as AT, as quais estão relacionadas com as respectivas Sub Áreas e Linhas de Pesquisa no Anexo D da Estratégia de CT&I da MB. O conceito de Sub Área e Linha de Pesquisa não interfere na priorização de projetos no nível estratégico e será somente empregado pelo nível tático operacional do SCTMB⁷⁶, para orientar o esforço de obtenção de infraestrutura e de formação de recursos humanos das ICT responsáveis pela execução de projetos. (MARINHA DO BRASIL, DGDNTM-1500, 2017, p. 2)

O Plano apresenta também as ICT líder em cada AT, responsável pelas atividades a serem executadas, o que não exclui a participação de outras ICT, ou outras OM em geral, em

⁷⁵ Conforme o Termo de Contrato de prestação de serviços celebrado entre o IPqM e a FUNDEP. MARINHA DO BRASIL. Instituto de Pesquisas de Marinha. *Termo de Contrato de prestação de serviços que entre si celebram a UNIÃO FEDERAL, por intermédio da MARINHA DO BRASIL, neste ato representado pelo INSTITUTO DE PESQUISAS DA MARINHA (IPqM) E A FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA (FUNDEP)*. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/ipqm/sites/www.marinha.mil.br/ipqm/files/Contrato_20301-2018-003-00_MAGE.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2021.

⁷⁶ SCTMB – Sistema de Ciência e Tecnologia da Marinha.

ações ou tarefas específicas. O CTMRJ exerce a supervisão técnica sobre os demais ICT, exceto nas diversas atividades relacionadas à pesquisa, desenvolvimento e capacitação em CT&I na área nuclear e de energia, que estão sob a supervisão do CTMSP.

O Quadro, a seguir, relaciona as ICT líderes para cada Área Temática com a respectiva OM supervisora:

ÁREA TEMÁTICA	SUPERVISÃO	ICT LÍDER
Sistemas de C4ISR ⁷⁷	CTMRJ	CASNAV ⁷⁸
Defesa e Segurança Cibernéticas	CTMRJ	CASNAV
Meio Ambiente Operacional	CTMRJ	IEAPM ⁷⁹
Nuclear e Energia	CTMSP	DDNM ⁸⁰
Plataformas Navais, Aeronavais e de Fuzileiros Navais	CTMRJ	IPqM ⁸¹
Desempenho do Combatente	CTMRJ	IPqM
Defesa Nuclear, Biológica, Química, Radiológica e Artefatos Explosivos (DefNBQRe)	CTMRJ	CTecCFN ⁸²

QUADRO 1 - Relação de Áreas Temáticas, OM responsáveis e ICT líderes (MARINHA DO BRASIL, DGDNTM-1500, 2017, p. 3).

Apesar de ser considerado AT, os Sistemas Digitais (SDig) não recebem projeto específico, apesar de serem um tema transversal às tecnologias constantes do PCT&I, são considerados objetos de P&D e estão contidos nos Planos de Trabalhos das ICT.

A Marinha do Brasil planeja e executa a aplicação de recursos da Força agrupando suas necessidades funcionalmente e em áreas de expertise, em Planos de Metas (PM) conforme o preconizado na SGM-401 (MARINHA DO BRASIL, 2013). Para a área de CT&I, o PM é o VICTOR (PM-V), cujo Relator é a DGDNTM.

Os projetos relacionados aos Programas e Projetos Estratégicos da Marinha serão prioritários na aplicação dos recursos do Plano de Metas-VICTOR, seguidos das pesquisas para demandas tecnológicas voltadas à Marinha do Amanhã e do Futuro.

Os esforços das ICT voltadas à execução de um determinado projeto selecionado

⁷⁷ *Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance.*

⁷⁸ Centro de Análises de Sistemas Navais.

⁷⁹ Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira.

⁸⁰ Diretoria de Desenvolvimento Nuclear da Marinha.

⁸¹ Instituto de Pesquisas da Marinha.

⁸² Centro Tecnológico do Corpo de Fuzileiros Navais.

são denominados de “Ação de P&D”. As Ações de P&D direcionam as ICT para a prospecção tecnológica⁸³ de interesse da Marinha, e servem de referência para a definição das linhas de pesquisa dos cursos de Pós-Graduação a serem realizados no âmbito da CT&I da MB.

Os planos de trabalho de cada ICT, que possuem Ações de P&D em um determinado projeto, são compilados em um Projeto de P&D, e este, passa a compor a Carteira de Projetos de P&D da Marinha. Os Projetos de P&D das AT são coordenadas pela ICT Líder.

Considerando que alguns projetos de CT&I são muitas vezes onerosos e de longa duração, o PCT&I orienta para a constituição de parcerias no desenvolvimento de projetos de P&D, seja na execução conjunta de pesquisas, no apoio da infraestrutura tecnológica, no intercâmbio de conhecimentos, na redução de trabalhos ou no aporte de recursos financeiros.

Essas parcerias podem ser com outras Forças ou Órgãos extra-MB, com instituições científicas e tecnológicas, civis e militares, e especialmente com a Indústria e a Academia, seguindo o modelo da Tríplice Hélice. Como exemplo, citam-se as parcerias realizadas pela Marinha no PNM, em cooperação com instituições de pesquisas, a seguir nominadas: com o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN); com a USP; com o IPT; com o DCTA; e com a UNICAMP (DE MATTOS e GUIMARÃES, 2002); e no PROSUB, com a construção de quatro submarinos convencionais e um com propulsão nuclear pelas empresas Naval Group, Itaguaí Construções Navais (ICN) e Nuclebrás Equipamentos Pesados S.A (NUCLEP)⁸⁴.

As parcerias podem promover a dualidade de produtos; a nacionalização de sistemas e equipamentos; e maior capacitação do corpo técnico da Marinha. A DGDNTM deve buscar estabelecer parcerias estratégicas com objetivos e metas a serem atingidos, observando a concordância dos ODS e as orientações do EMA. Os Centros Tecnológicos (CTMRJ e CTMSP) operacionalizam essas parcerias, e as ICT prospectam junto a Universidades projetos de interesse da Marinha, de forma contínua e por meio dos Escritórios de CT&I.

Os Escritórios de CT&I foram criados após deliberações do CONCITEM, em 2011, com a finalidade de incrementar o relacionamento com os ambientes acadêmicos. À época, foram criados os Núcleos de Escritórios de CT&I na UFRJ e na Universidade Federal Fluminense (UFF), bem como criado em 2016 o Núcleo do Escritório na Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Esses Escritórios respondem diretamente ao Núcleo de Inovação

⁸³ A Doutrina de CT&I da Marinha, “prospecção tecnológica” é definida como sendo uma sistemática de busca para identificar áreas estratégicas e tecnologias genéricas emergentes, com potencial para produzir grandes benefícios econômicos e sociais (MARINHA DO BRASIL, EMA-413, 2016, Capítulo 1, p. 7).

⁸⁴ MARINHA DO BRASIL. Programa de Desenvolvimento de Submarinos. *COGESN e parceiros*. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/prosub/parceiros>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

Tecnológica (NIT) da DGDNTM⁸⁵.

A posteriori, a DGDNTM criou os Escritórios Regionais Sudeste, Sul e Nordeste, para apoiar as atividades de pesquisa e a prospecção científico-tecnológica junto às instituições com as quais foram celebrados Protocolos de Intenções Mútuas (PIM)⁸⁶ ou Acordos de Cooperação. Os Escritórios Regionais também buscam interagir com outras instituições e empresas que possam interessar no estabelecimento de novas parcerias (MARINHA DO BRASIL, DGDNTM-2204, 2020).

Um dos Objetivos Estratégicos do SCTMB é a busca do domínio do conhecimento, englobando a capacitação dos recursos humanos e a atualização da infraestrutura tecnológica. Desta forma, uma das diretrizes do SCTMB é a busca, junto ao setor acadêmico, da qualificação de pessoal, da consultoria técnica e de parcerias em pesquisa básica e aplicada, com ênfase nas AT. Uma das tarefas dos Escritórios Regionais de CT&I é justamente essa, de “prospectar, em auxílio às ICT da MB, a capacitação tecnológica que atenda às demandas intelectuais das áreas de interesse do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha do Brasil” (MARINHA DO BRASIL, DGDNTM-2204, 2020, Capítulo 2, p. 1-2).

Os Escritórios Regionais também buscam identificar, em coordenação com as ICT da Marinha, estudos, teses, projetos e atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação que possam interessar à Força.

Tanto os Escritórios Regionais quanto o NIT estão na estrutura do Sistema de Prospecção Tecnológica da Marinha (SPTMB), que ainda conta com todos os componentes do SCTMB, Adidâncias e Missões Navais no exterior, dentre outros.

O SPTMB é um subsistema do SCTMB para monitorar as pesquisas, desenvolvimentos, inovações e identificar as tendências tecnológicas de interesse, em consonância com a Estratégia de CT&I da Marinha e com o PCT&I.

Em um ambiente inter, multi, transdisciplinar, dinâmico, colaborativo e ambivalente, o SPTMB tem por estratégia as tecnologias a serem nacionalizadas, em especial, àquelas definidas nos projetos estratégicos em execução e em outros projetos de interesse para a Defesa do País. Alicerçada nos fundamentos da busca da autonomia tecnológica como fator

⁸⁵ A Lei nº 13.243/2016 define o NIT como sendo uma estrutura instituída por uma ou mais ICT, com ou sem personalidade jurídica própria, que tenha por finalidade a gestão de política institucional de inovação e por competências mínimas. A Marinha, em sua Doutrina de CT&I, define que o NIT da Força é de responsabilidade da DGDNTM.

⁸⁶ A DGDNTM-2204 define PIM como sendo um “instrumento jurídico formalizado entre órgãos e entidades da administração pública ou entre estes e entidades privadas sem fins lucrativos, visando à execução de programas de trabalho, projeto/atividade ou evento de interesse recíproco, do qual não decorra obrigação de repasse entre os participantes” (MARINHA DO BRASIL, DGDNTM-2204, 2020, Capítulo 1, p. 5).

de independência e soberania, e na identificação das tecnologias – inclusive as de fronteira – por áreas de interesse da Marinha, opera por meio do SIMAR na manutenção e ampliação do relacionamento direto com a Área Acadêmica e com Instituições de Pesquisa, no país e no exterior.

A disseminação das informações prospectadas é realizada pelas ICT no nível operacional e pela DGDNTM no nível estratégico. As novas linhas de pesquisa são propostas pela DGDNTM e avaliadas pelo ComTecCTM, constituindo-se projetos de pesquisa a serem desenvolvidos isoladamente pelas ICT ou em parcerias com universidades, outras ICT ou empresas (MARINHA DO BRASIL, DGDNTM-1202, 2018).

4.2 Normas para o Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha do Brasil (SCTMB)

O EMA-413 - Doutrina de CT&I da Marinha - apresenta o propósito e a estruturação do SCTMB, todavia, as normas específicas para o seu funcionamento estão descritas na publicação DGDNTM-2101 – Normas para o Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha do Brasil –, por meio da qual são estabelecidos os procedimentos e orientações para o planejamento, execução e controle das atividades do SCTMB.

A DGDNTM-2101 aponta os fatores imprescindíveis para o cumprimento dos objetivos estratégicos de CT&I, compreendidos pelo capital intelectual; pela infraestrutura tecnológica; pelos recursos financeiros; pelos recursos imateriais; pela capacidade de gestão; e pela relevância (MARINHA DO BRASIL, DGDNTM-2101, 2019, Capítulo 1, p. 2).

Entende-se por capital intelectual a experiência adquirida na geração de produtos e serviços de CT&I, tanto na sua manutenção quanto na proteção da propriedade intelectual desenvolvida.

A infraestrutura tecnológica está calcada na existência, manutenção e atualização dos recursos materiais do SCTMB. Os recursos financeiros para a realização de produção tecnológica e pesquisas podem ser orçamentários ou advindos de fontes extra-Marinha. A busca de recursos provenientes de fundos de fomento de CT&I do Governo Federal – como o BNDES, FINEP, entre outros – é uma alternativa de financiamento de P&D, devido à imprevisibilidade orçamentária vivida anualmente pela MB.

Os recursos imateriais representam a capacidade da Força para a elaboração da prospecção tecnológica, além dos valores agregados e a cultura organizacional da Instituição.

A capacidade de gestão é a existência de mecanismos que permitam a otimização

dos recursos humanos, materiais e financeiros para o atendimento dos programas e projetos da Marinha.

E, a relevância, é a percepção do impacto da CT&I no cumprimento da missão da Força.

O desenvolvimento de CT&I da MB é um processo composto pelos seguintes macroprocessos: “Obtenção de produtos e serviços por meio de pesquisa e desenvolvimento tecnológicos; Execução de pesquisa e desenvolvimento tecnológicos; Prestação de serviços tecnológicos; Administração do SCTMB; e Disseminação de produtos e serviços” (MARINHA DO BRASIL, DGDNTM-2101, 2019, Capítulo 2, p. 1).

O macroprocesso de obtenção de produtos e serviços por meio de pesquisa e desenvolvimento tecnológicos se desenvolve a partir dos Programas Estratégicos da Marinha, principalmente no PNM e no Programa de Modernização de Meios da Marinha (PMM), além do aparelhamento da Força no atendimento ao Plano de Articulação e Equipamentos da Marinha do Brasil (PAEMB)⁸⁷. Esse macroprocesso também engloba serviços tecnológicos em geral que venham a ser demandados por um dos ODS.

O macroprocesso de execução de P&D tecnológicos tem como principais critérios para a priorização de projetos: o alinhamento com os Programas Estratégicos; o atendimento às demandas da Marinha do Amanhã e do Futuro; e estar enquadrado nos objetivos estratégicos do SCTMB.

Já o macroprocesso de prestação de serviços tecnológicos não é uma prioridade das ICT, mas podem ser realizados em atendimento às necessidades das OMPS-C e dos demais setores da Marinha, desde que não conflitam com a execução de P&D das ICT.

Nos três macroprocessos – de obtenção de produtos e serviços; de execução de pesquisa e desenvolvimento tecnológicos; e de prestação de serviços tecnológicos –, os procedimentos para a implementação de projetos e serviços de CT&I obedecem ao fluxograma constante do Anexo B⁸⁸, que retrata como o processo de P&D se inicia a partir de uma demanda gerada por um dos ODS ou OM cliente, seguindo para a submissão ao ComTecCTM e, na sequência, para a aprovação do CONCITEM.

A Administração Estratégica do SCTMB (AESCTMB) também é um macroprocesso específico, composto pelos seguintes processos: Planejamento; Direção; Controle; e Desenvolvimento Estratégico (MARINHA DO BRASIL, DGDNTM-2101, 2019,

⁸⁷ O Plano de Articulação e Equipamento da Marinha do Brasil (PAEMB) tem como objetivo a recuperação e a ampliação da capacidade operacional da Força (MARINHA DO BRASIL, EMA-418, 2017, Introdução, p. V).

⁸⁸ O fluxograma apresentado no Anexo B foi extraído do Anexo da DGDNTM-2101.

Capítulo 2, p. 4).

O processo de Planejamento é cíclico, definindo objetivos e metas para as atividades do SCTMB e sendo realizado em dois níveis: institucional e intermediário. O nível institucional é realizado pela DGDNTM por meio do PCT&I. O nível intermediário é elaborado pelas OMPS-C e pelas ICT da Marinha.

O processo de Direção Estratégica tem por finalidade:

- a) a supervisão da aplicação dos recursos financeiros;
- b) o relacionamento institucional interno e externamente;
- c) os processos decisórios e de comunicação; e
- d) a liderança estratégica.

A liderança estratégica exercida no alto nível do SCTMB e a liderança organizacional da Marinha do Brasil devem ter agilidade para perceber os sinais de disrupções tecnológicas e as possibilidades de prospecção para suprir as lacunas existentes nas capacidades militares da Força.

Além disso, a Marinha deve cultivar o relacionamento com atores externos, seja no campo governamental – na prospecção de recursos extraorçamentários –, quanto nos meios acadêmicos e industrial na perspectiva de parcerias.

4.3 CT&I nas demais Forças Armadas do Brasil

Após a análise da Estratégia de CT&I da Marinha – por meio do aprofundamento no estudo do PCT&I – chega-se ao ponto fulcral desta pesquisa, que é a definição de propostas que qualifiquem ainda mais a competência da Marinha do Brasil no desenvolvimento de tecnologias que atendam às capacidades militares da Força, a partir de comparações com os procedimentos adotados pelas demais Forças Armadas do Brasil em suas Estratégias de CT&I e do funcionamento da agência DARPA.

4.3.1 CT&I no Exército Brasileiro

O Exército Brasileiro define seu planejamento estratégico por meio do Sistema de Planejamento Estratégico do Exército (SIPLEx). As prioridades na obtenção de sistemas e materiais de emprego militar e a gestão nas atividades de TI são atendidos pelo Sistema de

Ciência, Tecnologia e Inovação do Exército (SCTIEx), concebido à luz do SIPLEx.

O ODS do Exército Brasileiro incumbido de desenvolver tecnologias que atendam às capacidades necessárias ao cumprimento da missão constitucional da Força é o Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT).

As tarefas designadas ao DCT são similares ao que compete à DGDNTM na MB. Assim como na Marinha, o DCT assessora o Estado Maior do Exército (EME) no conselho de alto nível da Força na aprovação de projetos de CT&I e coordena o Conselho Superior de Tecnologia da Informação (CONTIEx). Também assessora o EME nos assuntos afetos ao Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação do Exército (SCTIEx).

Apesar da similaridade de funções entre o DCT e a DGDNTM, há uma tarefa que se sobressai na comparação entre esses dois ODS, que é a do DCT subsidiar o Comando de Operações Terrestres (COTER) no Planejamento da Doutrina Militar Terrestre. Ou seja, o desenvolvimento da doutrina, e conseqüentemente das capacidades militares do Exército, é diretamente influenciada pelas tecnologias prospectadas pelo DCT.

Para orientar as atividades do SCTIEx, o DCT elaborou o Plano Estratégico de Ciência, Tecnologia e Inovação do Exército (PECTI) para o quadriênio 2020-2023, harmonizando premissas de planejamento e metodologias de execução de tarefas atinentes ao desenvolvimento e prospecção de tecnologia (EXÉRCITO BRASILEIRO, Separata ao Boletim do Exército, 2018).

O PECTI tem por finalidade orientar a consecução dos Objetivos Estratégicos de Tecnologia da Informação (OETI), que são definidos na Concepção Estratégica de Tecnologia da Informação (CETI), e são alinhados com o Sistema de Planejamento do Exército (SIPLEx) a partir do estabelecimento das Estratégias de Tecnologia da Informação (TI), Ações Estratégicas de TI, atividades planejadas e metas para as Organizações Militares (OM) do Exército Brasileiro (EB) (EXÉRCITO BRASILEIRO, PECTI, 2020).

O texto que define o propósito do PECTI, citado acima, apresenta uma diferença em relação à abordagem de CT&I adotada pela MB. O EB formula uma concepção estratégica para balizar as ações que a Força adotará para atender as demandas de desenvolvimento de CT&I, denominada de CETI.

Além de apresentar uma ideia de cenário de CT&I, o CETI apresenta um diagnóstico estratégico das ações necessárias para atingir as demandas operativas, considerando análises referentes à tecnologia de informação; aos ambientes externos e internos da Força; às possíveis ameaças; às oportunidades; e aos pontos fortes e fracos (EXÉRCITO BRASILEIRO, CETI, 2018).

Baseado na visão de futuro da TI no Exército⁸⁹, o CETI apresenta de forma clara os objetivos e as orientações estratégicas às atividades de CT&I da Força.

O DCT, reconhecendo a importância dos pilares da Tríplice Hélice na promoção da Inovação, implementou o Sistema Defesa, Indústria e Academia de Inovação (SisDIA) de abrangência nacional, que tem por objetivo incrementar a cooperação entre as instâncias governamentais de todos os níveis, bem como a base industrial brasileira e as universidades, atuando em três níveis: Local; Regional; e Nacional (EXÉRCITO BRASILEIRO, SisDIA, 2021).

O SisDIA é empregado nos níveis de atuação conforme esquematizado no Quadro 2 abaixo:

NÍVEL	COORDENAÇÃO COM	ATUAÇÃO	AÇÕES
LOCAL	Indústrias, Universidades, Polos de C&T, Incubadoras de empresas.	No nível Operacional	Execução de projetos;
			Melhor caracterização da Hélice Tríplice;
REGIONAL	Federações das Indústrias, SENAI ⁹⁰ , Universidades, Órgãos de Fomento e os Arranjos Produtivos Locais (APL) ⁹¹ .	No nível Estratégico-Operacional	Realização de prospecções estratégicas e tecnológicas;
			Identificação e apoio aos possíveis APLs;
			Identificação de parceiros para recebimento de tecnologia;
NACIONAL	Ministérios, Confederação Nacional das Indústrias, Órgãos de Fomento.	No nível Político	Reuniões, seminários e visitas;
			Identificação de oportunidades.

QUADRO 2 – Níveis de atuação do SisDIA (Elaborado pelo autor)

O Exército, por meio do SisDIA, atua fomentando ações voltadas ao desenvolvimento de CT&I para a Força, oferecendo recursos humanos e capacitação,

⁸⁹ A visão de futuro de TI no EB é: “Até 2022, garantir soluções tecnológicas de qualidade, particularmente em apoio ao Processo de Transformação do EB, e ser reconhecida, interna e externamente, como modelo de excelência na governança e gestão, projetando o Exército como uma organização moderna e capaz” (EXÉRCITO BRASILEIRO, CETI, 2018, p. 17).

⁹⁰ Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial.

⁹¹ Os “Arranjos Produtivos Locais (APL)” fazem parte de um programa do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) é uma estratégia de Governo para promover o desenvolvimento produtivo local, elevando a competitividade e a internacionalização dos mercados das empresas de micro, pequeno e médio portes (INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA QUALIDADE E TECNOLOGIA. *O Inmetro e os Arranjos Produtivos Locais*. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/apls/>>. Acesso em: 13 jun. 2021).

realizando prospecção tecnológica e figurando como potencial comprador dos sistemas e produtos desenvolvidos pelos diversos atores da Hélice Tríplice (Governo, Indústria e Academia).

Dessa forma, por meio da inovação tecnológica, o SisDIA de Inovação tende a contribuir com o desenvolvimento nacional, visando a busca das capacitações produtivas brasileiras de Produtos e de Sistemas de Defesa duais.

Consciente da importância em desenvolver a Gestão da Inovação na Força, o Exército Brasileiro criou, em 2020, uma nova Organização Militar para esse fim: a Agência de Gestão e Inovação Tecnológica (AGITEC).

A AGITEC é subordinada diretamente à Chefia de Ensino, Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (Ch EPDI) que, por sua vez, é subordinada ao DCT. As principais tarefas da AGITEC relevantes ao presente estudo são as discriminadas abaixo:

- I - prestar assessoramento técnico ao Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT) nos assuntos ligados à **Gestão da Inovação**, por intermédio da Chefia de Ensino, Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (Ch EPDI);
- II - contribuir para a execução dos projetos e atividades da competência da Ch EPDI/DCT, com os meios necessários e disponíveis, no que diz respeito à **Gestão da Inovação**;
- III - apoiar a **Gestão da Inovação** no contexto do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação do Exército (SCTIEx);
- IV - buscar integração com outras Organizações Militares (OM) das Forças Armadas, com Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT), com Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT), com empresas públicas e privadas pertencentes à base industrial e com órgãos de fomento à Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), estimulando o desenvolvimento de projetos, produtos e serviços de defesa inovadores, sob orientação da Ch EPDI/DCT;
- V - realizar estudos de prospecção tecnológica com vistas a produzir conhecimentos relevantes para a composição de cenários atuais e futuros de interesse do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação (SCT&I) e do Exército Brasileiro (EB);
- VI - promover a gestão do conhecimento científico-tecnológico, em atendimento às demandas estabelecidas pelo SCT&I;
- (...)
- VIII - estimular o desenvolvimento de um ambiente favorável à inovação, por meio da divulgação da inovação, da promoção da cultura inovadora, da mensuração e avaliação da inovação, e do incentivo e recompensa à inovação;
- IX - propor à Ch EPDI/DCT a capacitação de seus integrantes para o aperfeiçoamento da execução da atividade de **Gestão da Inovação**, por meio da participação em programas de treinamento, seminários, congressos, cursos de especialização e visitas a NIT e ICT de interesse da Agência, solicitando os recursos necessários à execução dessas demandas;
- X - levantar as necessidades de recursos humanos para as atividades de sua competência, propondo as movimentações à Ch EPDI/DCT;
- XI - executar as atividades previstas nos programas setoriais de ciência e tecnologia que lhe couberem, sob a orientação da Ch EPDI/DCT;
- (...)
- XVI - promover a inovação aberta, quanto pertinente, no âmbito do SCTIEx;
- XVII - apoiar a Coordenadoria do Sistema Defesa, Indústria e Academia de Inovação (CoorSisDIA de Inovação) no tocante às atividades de prospecção tecnológica e de

PI⁹², bem como no monitoramento de projetos resultantes das interações entre governo, academia e indústria; e
 XVIII - realizar a pesquisa básica ou aplicada de caráter científico ou tecnológico, na área de **Gestão da Inovação**, envolvendo, particularmente, as áreas de PI, de gestão do conhecimento, de cultura de inovação e de prospecção tecnológica. (EXÉRCITO BRASILEIRO, AGITEC, 2020, p. 7) (grifos do autor).

Na transcrição acima, destacou-se o número de vezes que o termo “Gestão da Inovação” é citado nas tarefas da AGITEC para o fim de explicitar a preocupação do Exército em desenvolver a Cultura de Inovação na Força.

Por sua vez, observa-se que AGITEC, assim como o SisDIA, é um dos instrumentos do Exército para a prospecção tecnológica e a gestão de recursos para a produção de conhecimentos relevantes ao desenvolvimento de CT&I, em atendimento às necessidades de aparelhamento e organização da Força. Já o SisDIA evidencia a atenção do EB sobre a necessidade de integração junto a organizações e instituições que desenvolvem CT&I, na Academia, na Indústria e nas demais Forças coirmãs.

4.3.2 CT&I na Força Aérea Brasileira

A FAB é o maior exemplo no Brasil de integração da Academia e da Indústria com uma Força Armada. A EMBRAER, solução brasileira para o desenvolvimento e a produção de aeronaves, surgiu dos quadros da FAB, mantendo um relacionamento estreito com a Força em projetos voltados para área de defesa, haja vista que a empresa mantém uma divisão com unidade industrial própria denominada “Embraer Defesa e Segurança”. E tornou-se uma das maiores propulsoras do desenvolvimento de tecnologias de ponta e exemplo de projeção e fortalecimento da Indústria Nacional.

O Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) é outro elemento da Força que aproxima a instituição da Academia e do desenvolvimento constante de CT&I.

Para atingir os objetivos da Força, a FAB, assim como a Marinha, orienta seus ODS nas ações a serem desenvolvidas na área de CT&I por meio do Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação da Aeronáutica. Produzido pelo Estado Maior da Aeronáutica (EMAER), apresenta as prioridades e as estratégias a serem seguidas na gestão do setor aeroespacial, considerando o horizonte temporal de 2020 a 2029. O Plano é atualizado a cada dois anos e revisado a cada quatro anos (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, PCA⁹³ 11-217, 2021).

⁹² Propriedade Intelectual (PI).

⁹³ Plano do Comando da Aeronáutica (PCA).

A FAB contextualiza em seu Plano de CT&I a importância de integração dos processos de desenvolvimento de capacidades da Força com a aquisição e o desenvolvimento de CT&I. A Força considera que as necessidades de longo prazo são atingidas pela pesquisa científica. As demandas de médio prazo são supridas pelo desenvolvimento da Tecnologia. Além disso, as necessidades de curto prazo são obtidas pela geração de capacidade por meio da busca de soluções existentes e, ou, adaptação do conhecimento disponível em atendimento dessas necessidades.

O atendimento às demandas das necessidades tecnológicas dos ODS é definido em etapas bem definidas no Plano de CT&I da Aeronáutica. Em uma dessas etapas, há uma associação direta do desenvolvimento de Tecnologia e as capacidades da Força. É realizada uma comparação das capacidades militares da FAB com as potencialidades de possíveis oponentes, em um horizonte de vinte anos, a fim de definir as tecnologias que deverão ser desenvolvidas em um espaço temporal de dez anos. Isso ocorre, no presente, a FAB está desenvolvendo as tecnologias necessárias para o enfrentamento de seus possíveis oponentes nos próximos dez anos.

A FAB também enfatiza o relacionamento com a BID e as parcerias estratégicas com instituições de pesquisa e ICT extra Comando da Aeronáutica (COMAER), públicas e privadas que permitam alavancar conhecimento e competências que atendam à Força e à sociedade civil.

O Plano de CT&I observa a necessidade na implementação de processos de transformação corporativa para a captação e a incorporação dos avanços tecnológicos, que sejam associados aos recursos humanos e à Gestão do Conhecimento. A FAB busca modernizar suas técnicas de formação e de especialização, preservando as normas e as disciplinas necessárias para alcançar sua visão para o futuro⁹⁴.

A FAB considera como fatores críticos na área de CT&I: o fluxo estável e adequado de recursos orçamentários e financeiros; o incentivo às parcerias nacionais e internacionais; a adequada gestão de recursos humanos; a utilização dos incentivos e da legislação especial para a área de CT&I pelas ICT da FAB; a ampliação da capacidade científico-tecnológica e de inovação; e a modernização do modelo de relacionamento na área tecnológica com a Indústria Aeroespacial Brasileira (FORÇA AÉREA, PCA 11-217, 2021).

Em uma comparação parcial com o Plano de CT&I da Marinha, constata-se uma maior preocupação com o estabelecimento de parcerias estratégicas para o desenvolvimento de

⁹⁴ Visão de Futuro da FAB: “Uma Força Aérea de grande capacidade dissuasória, operacionalmente moderna e atuando de forma integrada para a defesa dos interesses nacionais” (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, PCA 11-217, 2021, p. 16).

tecnologia e com a utilização de recursos disponibilizados em planos de incentivo proporcionados pela legislação brasileira.

O Alinhamento Estratégico do Plano de CT&I da FAB tem como marco os documentos orientadores do MD, que condicionam a Concepção Estratégica da Força, denominada de “Força Aérea 100”, que orienta o Plano Estratégico Militar da Aeronáutica (PMAER).

O Plano de CT&I da Aeronáutica alinha-se ao PMAER e com os documentos do Governo Federal voltados à CT&I, como: a Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais - PNDAE (Decreto nº 1.332/1994)⁹⁵; a ENCTI; o Sistema Nacional de Atividades Espaciais (SINDAE); e a Lei nº 10.973/2004⁹⁶. Conectando a Concepção Estratégica “Força Aérea 100” aos documentos que dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, PCA 11-217, 2021).

Na área de Gestão de CT&I, o Plano pauta a relação de parcerias com a indústria atendendo aos seguintes princípios: alinhamento estratégico entre a FAB e o MD; foco na aplicação efetiva da pesquisa; conexão entre pesquisa e a capacidade operacional; inovação; aplicação prática da CT&I na conexão entre a pesquisa e a capacidade desejada, considerando os aspectos de legalidade, segurança, viabilidade de implementação e o retorno esperado do investimento; e colaboração no estabelecimento de parcerias entre a área de CT&I da Força e setores de interesse, incluindo Governo, a própria Indústria e instituições acadêmicas, visando a obtenção de melhores resultados.

O Plano especifica que a utilização de *offset* deve ter a finalidade de promover o crescimento dos níveis tecnológicos e de qualidade da BID, em especial para a indústria aeroespacial e o incremento da capacidade de desenvolvimento tecnológico no âmbito da Força Aérea.

Assim como o EB, a FAB imprimi grande ênfase à Gestão da Inovação. O Plano de CT&I cita o Núcleo de Gestão da Inovação (NGI), incorporado ao DCTA, que funciona como um Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) da FAB, proporcionando agilidade para a integração

⁹⁵ BRASIL. Decreto nº 1.332, de 8 de dezembro de 1994. Aprova a atualização da Política de Desenvolvimento das Atividades Espaciais - PNDAE. *Diário Oficial da União*. Brasília: 09 dez. 1994. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d1332.htm>. Acesso em: 11 jun. 2021.

⁹⁶ BRASIL. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. Brasília: 2 dez. 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm>. Acesso em: 11 jun. 2021.

entre a indústria, a academia e os órgãos de governo, permitindo uma mudança cultural dos processos e principalmente das barreiras burocráticas relacionadas com a Inovação.

O DCTA, por intermédio de sua Coordenadoria de Relações Institucionais (CRI), orienta e cria mecanismos de integração com entidades externas à Força, sejam elas nacionais ou internacionais, públicas ou privadas, a fim de viabilizar as atividades de CT&I de interesse do Comando da Aeronáutica (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, ICA 80-2, 2020).

O processo de seleção de projetos para o desenvolvimento de Tecnologia na, e para, a Força Aérea é similar ao realizado pela Marinha do Brasil, porém com uma significativa diferença: na FAB, o processo tem uma participação mais proeminente do DCTA; enquanto que na MB, a DGDNTM delega atribuições aos seus Centros Tecnológicos subordinados, o CTMRJ e o CTMSP.

O processo na FAB é iniciado por uma OM proponente com o envio de proposta de projeto para o CRI, que realiza uma análise técnica para a aprovação do Conselho Técnico Científico (CONTEC), presidido pelo DCTA. Vale ressaltar que na MB a mesma aprovação é executada pelo CONCITEM, presidido pelo Chefe do Estado Maior da Armada (CEMA).

Outra diferença significativa é a inclusão no processo do envio dos projetos autorizados a agências de fomento de CT&I governamentais. Após a aprovação para o desenvolvimento ou aquisição de uma tecnologia específica, o projeto é encaminhado ao MD para que seja inserido no Plano Anual de Investimento do MD, visando aportes financeiros do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT)⁹⁷.

O fluxograma do processo de encaminhamento de propostas para o desenvolvimento ou aquisição de Tecnologia está apresentado no Anexo C⁹⁸.

A FAB credita grande importância no estabelecimento de parcerias para o desenvolvimento de CT&I, ao ponto de criar uma Publicação específica, denominada “Parcerias Institucionais no âmbito do Sistema de Inovação da Aeronáutica”, NSCA⁹⁹ 80-12.

O NSCA 80-12 estabelece procedimentos para a formalização de parcerias institucionais das ICT da Força com instituições públicas ou privadas para a execução de atividades ou projetos conjuntos de PD&I no processo de inovação tecnológica nacional e

⁹⁷ O Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) tem como objetivo financiar a inovação e o desenvolvimento científico e tecnológico para o desenvolvimento econômico e social do País (FINEP. *Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (FNDCT). Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fndct>>. Acesso em: 11 jun. 2021).

⁹⁸ Fluxograma do Anexo C extraído do Anexo A da Publicação da FORÇA AÉREA BRASILEIRA, ICA 80-2, 2020.

⁹⁹ Norma Sistêmica do Comando da Aeronáutica (NSCA).

internacional. Considerando, inclusive, o aporte financeiro extra orçamentário da Força nas ICT do DCTA (FORÇA AÉREA BRASILEIRA, NSCA 80-12, 2020).

A análise de como o EB e a FAB direcionam o desenvolvimento de CT&I nas respectivas Forças e, de como se relacionam com a o meio externo (a Academia e a Indústria), permitem observar práticas e abordagens diferentes das realizadas pela MB. O fato de estarem inseridas na mesma realidade de restrições orçamentárias decorrentes da política e economia do País auxilia no estabelecimento de parâmetros de comparação e análise de possíveis aperfeiçoamentos nos processos da MB no que tange ao desenvolvimento de CT&I.

Outra análise relevante para esse aperfeiçoamento pode ser feita sobre um dos maiores sucessos no desenvolvimento de tecnologia militar da história: a criação da DARPA. Dessa forma, esta pesquisa irá discorrer sobre algumas das características do funcionamento da DARPA que possam inspirar iniciativas similares na Marinha do Brasil.

4.4 *Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA)*¹⁰⁰

Citada em Capítulos pretéritos, a DARPA é uma agência do DoD dos EUA para realizar os investimentos essenciais ao desenvolvimento de tecnologias para a área de defesa. Segundo Singh (2014), é o principal motor de inovação do Departamento de Defesa dos EUA, conduzindo projetos de duração finita, mas que criam mudanças revolucionárias e duradouras.

No período da Segunda Guerra Mundial e da Guerra Fria, os EUA investiram maciçamente em P&D na área de defesa. Em 1940, sob a coordenação do engenheiro e político Vannevar Bush, o *National Defense Research Council* (NRDC) e o *Office of Science Research and Development* (OSRD) foram criados para o desenvolvimento de P&D nos EUA em tempos de guerra, com o objetivo de criar projetos em áreas críticas. Portando, é creditado à Vannevar Bush o surgimento do modelo de “ciência conectada”, que interliga diretamente os avanços tecnológicos a estágios seguintes de desenvolvimento de prototipagem e produção industrial de caráter dual (BONVILLIAN, 2008).

Outra característica fundamental desse modelo é a participação de equipes não burocráticas e interdisciplinares na organização de projetos voltados para a solução de desafios tecnológicos. Mantendo o controle das instituições de pesquisa e dos próprios pesquisadores, a cargo de civis, distante da burocracia militar (BONVILLIAN, 2008). Esse modelo acabou por gerar incentivos ao desenvolvimento de C&T em uma indústria de defesa diversificada.

¹⁰⁰ Tradução do autor: Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa.

A DARPA surgiu nesse contexto, vindo a se tornar uma referência mundial em promoção de Inovação no desenvolvimento tecnológico. O termo “modelo DARPA” passou a ser empregado por organizações públicas e privadas como exemplo de gerenciamento para soluções de CT&I (DUGAN e GABRIEL, 2013).

O lançamento do satélite Sputnik, em 1957, e de um míssil balístico intercontinental pela União Soviética gerou nos EUA a necessidade de não ser novamente “vítima” de surpresas tecnológicas estratégicas, criando nesse mesmo ano a DARPA.

Trabalhando com pessoas inovadoras, dentro e fora do governo, a DARPA tem por missão transformar conceitos revolucionários e impossibilidades aparentes em capacidades reais e práticas que permitam o desenvolvimento de armamentos inovadores que revolucionem a arte da guerra de maneira vantajosa para os EUA. Como exemplos de projetos desenvolvidos pela DARPA, citam-se: armas de precisão; tecnologia furtiva; e veículos aéreos não tripulados. Além de tecnologias que revolucionaram o mundo contemporâneo, como a Internet; o reconhecimento de voz automatizado e tradução de idiomas; e receptores de Sistema de Posicionamento Global pequenos o suficiente para serem incorporados em dispositivos voltados para o consumo civil (DARPA, 2019).

A agência DARPA tem por principal objetivo impulsionar os avanços tecnológicos e recursos que irão determinar o futuro, com a finalidade de garantir a segurança da nação. A DARPA possui autonomia para selecionar e executar projetos. Essa independência lhe permite rapidez no desenvolvimento de inovações, porém assumindo riscos altos. A forma como opera faz com que seja reconhecida como a agência com a maior quantidade de registros de invenções radicais na história. Os projetos desenvolvidos pela DARPA, e a forma como interage com a Indústria, contribuem para a criação de empresas multibilionárias, assegurando assim, a sobrevivência e perenidade da indústria de defesa do País (DUGAN e GABRIEL, 2013).

A DARPA não realiza pesquisas diretamente. Atua basicamente na concepção de uma necessidade tecnológica e no financiamento de encomendas de produtos que atendam às capacidades militares das Forças Armadas dos EUA (SQUEFF e NEGRI, 2017). Segundo Singh (2014), a agência é um *broker*¹⁰¹.

Com uma estrutura organizacional enxuta, ágil e com poucos níveis hierárquicos, a DARPA funciona como um “nó de rede” no desenvolvimento de relacionamentos entre múltiplos atores, que atuando juntos promovem o desenvolvimento de tecnologias inovadoras que atendam às demandas da estratégia de defesa do país e fortalecem a indústria nacional.

¹⁰¹ Para Burt (1995), um *broker* é um indivíduo que forma a única ligação entre agentes desconectados.

Segundo Fuchs (2010), esse é um dos fatores determinantes do sucesso da agência. A Figura 6, abaixo, apresenta o macroambiente de atuação da DARPA:

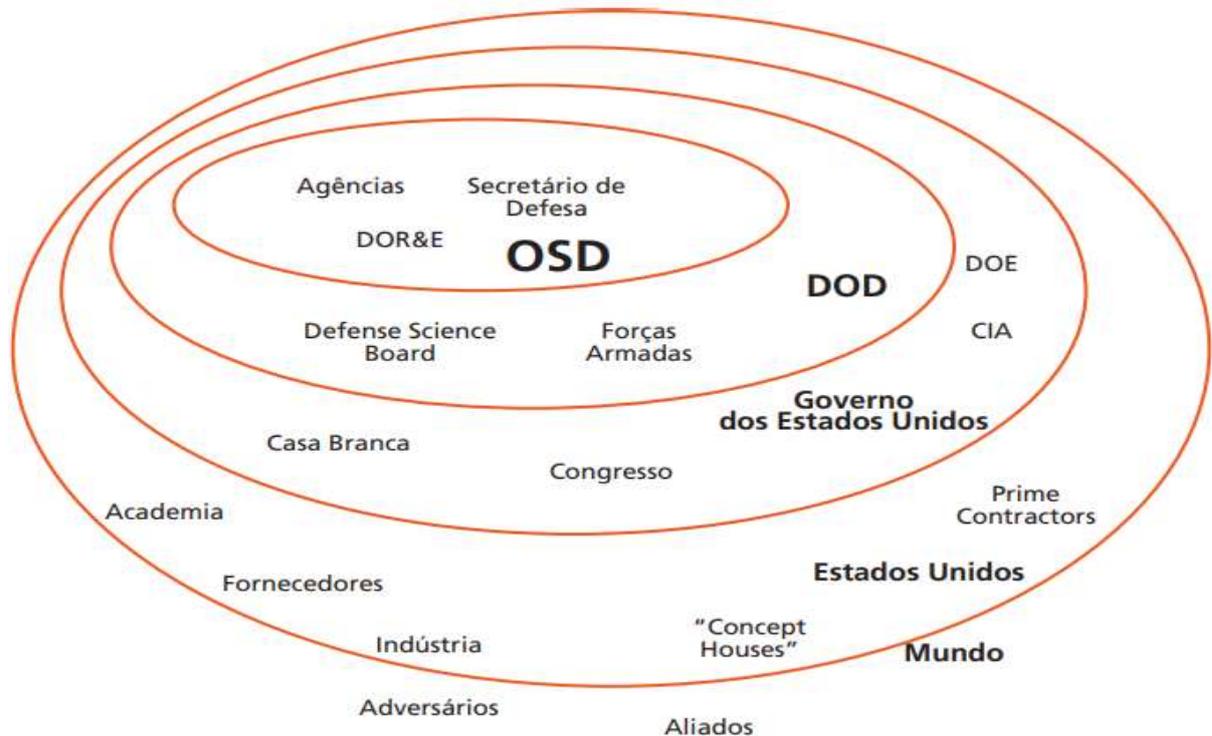


FIGURA 6 – Macroambiente de atuação da DARPA (SQUEFF e NEGRI, 2017, p. 426)

Dugan e Gabriel (2013) afirmam que a DARPA se afastou radicalmente do modelo linear de desenvolvimento de C&T, cuja ideia central é “gaste muito dinheiro em pesquisa e idealmente alguma coisa boa vai sair disso” (*science-push*). A DARPA, por sua vez, define antecipadamente o produto ou processo que deseja, antecipando quais as necessidades tecnológicas deverão ser desenvolvidas. As organizações ou equipes de pesquisadores contratados têm a liberdade de coordenar seus esforços para obter a maior taxa de retorno possível, desde que apresentem os resultados esperados. Os contratos preveem o desenvolvimento da pesquisa básica, da pesquisa aplicada, do desenvolvimento, da prototipagem e da demonstração final do produto ou processo.

Para cada projeto, a DARPA define um Gerente de Projeto, que vai além de um líder de projeto usual. Este Gerente será o responsável por orquestrar todo o esforço de desenvolvimento, determinando as partes do trabalho necessários a produzir um resultado global específico; conduzir competições entre propostas e ideias; e contratar organizações ou equipes de pesquisadores para a realização do trabalho de pesquisa e desenvolvimento. Os Gerentes de Projetos da DARPA realizam o papel de “parteiro da tecnologia”, assegurando que

as descobertas importantes migrem do laboratório para o mercado de maneira rápida (DUGAN e GABRIEL, 2013).

Para o DoD, a DARPA tem importante papel na estratégia de defesa e segurança dos EUA. Em paralelo a sua atuação na busca de tecnologias revolucionárias e ideias inovadoras que proporcionem vantagens às Forças Armadas estadunidense frente aos seus desafios, a Agência participa ativamente com a imaginação de novas ameaças e novas soluções, influenciando diretamente na formulação da Estratégia Nacional de Defesa (DARPA, 2019).

Não se tem como afirmar se o imenso potencial da capacidade industrial norte americana permitiu o desenvolvimento da DARPA, ou se foi a Agência que contribuiu, e contribui, para o fortalecimento dessa indústria, pois com o fim da Segunda Guerra Mundial, novas e variadas instituições de pesquisa surgiram nos EUA, diversificando o desenvolvimento de tecnologias para além das aquisições voltadas para o aparelhamento das forças de defesa. Esse fenômeno pode ser observado no Gráfico 1, abaixo, onde se constata um equilíbrio entre os investimentos em CT&I (em bilhões de dólares) para a indústria militar e não militar:



GRÁFICO 1 - Investimento e CT&I dos EUA, em bilhões de dólares, de 1942 a 2020¹⁰².

¹⁰² Dados obtidos em WHITEHOUSE. *Historical Tables, Office of Management and Budget from White House – Table 9.7-Summary of Outlays for the Conduct of Research and Development: 1949–2022* (In Current Dollars, as Percentages of Total Outlays, as Percentages of GDP, and in Constant (FY 2012) Dollars). Disponível em: <<https://www.whitehouse.gov/omb/historical-tables/>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

Considerando que os gastos militares concentram os investimentos públicos em CT&I, em 2020, o governo estadunidense foi responsável por 47% de todo o investimento nacional em CT&I. Para 2022, a estimativa é que a participação do poder público caia para 46% do todo¹⁰³.

A DARPA se vale dessa diversificação para buscar e desenvolver tecnologias que possam ser incorporadas nas capacidades militares necessárias às Forças Armadas do país, ou mesmo desenvolver novas capacidades disruptivas na arte da guerra.

4.5 Propostas para o aperfeiçoamento do desenvolvimento de CT&I na Marinha do Brasil e no MD com impactos na Força

O EB e a FAB convivem na mesma realidade da MB no que tange às restrições orçamentárias e às políticas governamentais, que ora incentivam e por vezes limitam as ações das Forças. Os processos de aprovação e priorização dos investimentos em Tecnologia são similares, com comissões técnicas¹⁰⁴ que assessoram os ODS¹⁰⁵ responsáveis por CT&I nas respectivas Forças para a decisão de conselhos de alto nível¹⁰⁶.

As Estratégias de CT&I das três Forças orientam as ações, definidas nos respectivos planos de CT&I, para o desenvolvimento de tecnologias que atendam às lacunas das capacidades militares necessárias ao cumprimento de suas tarefas constitucionais. Porém, ao se analisar como abordam o tema de desenvolvimento de CT&I, observam-se algumas diferenças de como solucionam suas necessidades tecnológicas. São essas diferenças, exploradas nesta pesquisa, que podem servir de inspiração para possíveis aperfeiçoamentos para a Marinha no Brasil nos seus processos de desenvolvimento de Tecnologia.

Para a MB, o modelo DARPA – em uma primeira análise – pode parecer inconcebível, considerando o orçamento para o aparelhamento militar dos EUA e a grandiosidade da indústria de defesa estadunidense. Entretanto, a participação da DARPA no desenvolvimento de projetos direcionados às lacunas tecnológicas das Forças, participando de forma ativa na formulação de capacidades militares, inclusive, na estruturação da estratégia de

¹⁰³ Dados extraídos de WHITEHOUSE. *Historical Tables, Office of Management and Budget from White House – Table 9.7-Summary of Outlays for the Conduct of Research and Development: 1949–2022 (In Current Dollars, as Percentages of Total Outlays, as Percentages of GDP, and in Constant (FY 2012) Dollars)*. Disponível em: <<https://www.whitehouse.gov/omb/historical-tables/>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

¹⁰⁴ Na MB é o ComTecCTM; no EB é o Comitê Técnico de Tecnologia da Informação (COMTEC-TI); e na FAB é o Coordenadoria de Relações Institucionais do DCTA (CRI).

¹⁰⁵ Na MB é a DGDNTM; no EB é o DCT; e na FAB é o DCTA.

¹⁰⁶ Na MB é o CONCITM; no EB é o CONTIEx; e na FAB é o CONTEC.

defesa dos EUA, pode e deve ser analisado para a criação de um modelo similar adequado à realidade econômica e estrutural do Brasil.

Com o enfoque nas diferenças entre os processos de CT&I das demais Forças Armadas do Brasil e da DARPA, esta pesquisa propõe ações que podem ser implementadas pela MB para o desenvolvimento de CT&I de forma mais eficiente e sustentável ao atendimento das necessidades operativas da Força.

Além das sugestões de aperfeiçoamento de procedimentos para a implementação de mudanças na Cultura de Inovação da Força singular, também se propõe a criação de uma estrutura similar à DARPA no âmbito do MD, o que poderá impactar diretamente no desenvolvimento de CT&I na Marinha do Brasil.

a) O aperfeiçoamento nas relações com a Academia e a Indústria.

O modelo da Tríplice Hélice é perseguido por todas as instituições que buscam o desenvolvimento de Tecnologia e Inovação. As Forças Armadas não poderiam ser diferentes. A MB reconhece a importância de estar próxima da Academia e da Indústria para preencher as lacunas tecnológicas que atendam às capacidades militares da Força.

Contudo, ao se analisar as estratégias de CT&I do EB e da FAB, observa-se que estas Forças atuam com mais ênfase na aproximação com as instituições de ensino e com o setor produtivo do que a MB, pois o EB e a FAB expressam a aproximação com as instituições de ensino e o setor produtivo de forma clara em suas estratégias de uma forma sistêmica; enquanto a MB atua junto à Academia e à Indústria em projetos pontuais, citando genericamente em sua estratégia de CT&I.

O Plano de CT&I da Marinha – a Publicação DGDNTM-1500 –, praticamente não trata de ações voltadas à interação com instituições extra Força. A DGDNTM possui um Núcleo de Escritórios de CT&I, cujas instruções são regidas pelas Normas de Funcionamento dos Escritórios Regionais de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha do Brasil que é a DGDNTM-2204 – outrora abordada nesta pesquisa – com ênfase na prospecção junto a universidades e centros de ensino específicos: o Escritório Regional Sudeste (EscRegSE), voltado para a UFRJ e para a USP, esta última por meio do Centro de Coordenação de Estudos da Marinha em São Paulo (CEMSP); o Escritório Regional Sul (EscRS), localizado em Florianópolis, com foco na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); e o Escritório Regional Nordeste (EscRegNE), localizado em Salvador, ligado mais especificamente ao SENAI-CIMATEC (Campus Integrado de Manufatura e Tecnologia).

Similar ao Núcleo de Escritórios Regionais da Marinha, o EB possui o SisDIA, Sistema Defesa, Indústria e Academia de Inovação. Entretanto, com tarefas mais diversificadas, atuando nos diversos níveis organizacionais – político, estratégico e operacional –, realizando não só prospecção tecnológica, mas também buscando aproximação com ministérios do governo, confederações nacionais das indústrias e órgãos de fomento, na busca de parcerias e recursos financeiros para os projetos da Força. O SisDIA apresenta uma abrangência de atuação maior que os Escritórios Regionais.

Já na FAB, o ITA é um grande elemento de ligação com a Academia, haja vista que, como instituição de ensino, desenvolve ideias e pesquisas em nível acadêmico. O fato da EMBRAER ter nascido da FAB e permanecer trabalhando junto à Força por meio da EMBRAER Defesa e Segurança, proporciona uma maior aproximação com a Indústria, não apenas com a EMBRAER, mais também com os fornecedores da empresa e até com seus concorrentes, explicitando uma aproximação com a Academia e a Indústria no modelo da Tríplice Hélice em um nível maior que o observado na estrutura de CT&I da MB.

Essa comparação, dos modelos de abordagem das Forças com a Academia e a Indústria, sugere que a Marinha do Brasil deve ampliar o nível de interação no modelo Tríplice Hélice, buscando uma relação mais próxima com os centros de pesquisa e com a cadeia produtiva nacional, tendo como referência a FAB.

A Marinha também deve promover ações para parcerias com confederações de indústrias e com ministérios do Governo Federal, buscando interesses comuns que permitam financiamentos em P&D extra orçamentários da Força.

A Marinha deve expandir a atuação dos Escritórios Regionais, atribuindo a estas tarefas de ampliação de relacionamentos institucionais não apenas no nível acadêmico, mas também com indústrias e órgãos governamentais locais, municipais e estaduais. Ampliando a consciência situacional da Força no que está sendo pesquisado nos centros de ensino e pesquisa e produzido nos parques industriais nas áreas de atuação dos Escritórios.

Os Escritórios Regionais também podem prospectar as capacidades industriais das empresas locais, fornecendo às OM do setor do material da Marinha, principalmente à DGMM, informações sobre as possibilidades de “nacionalização” de equipamentos, componentes eletrônicos, sobressalentes, ferramentas, entre outros, e manutenções dos meios navais da Força.

A concentração em um único local da prospecção de tecnologias e de capacidades produtivas permite a conjugação de interesses comuns que amplificam as possibilidades de desenvolvimento de produtos com fins militares e de consumo para a sociedade civil.

Os Escritórios Regionais devem ser mais ativos no estabelecimento de relações institucionais com o *establishment* de suas áreas de atuação, buscando incentivos fiscais e possibilidades de parcerias no financiamento de pesquisas e projetos de interesse local.

Portanto, a Marinha do Brasil deve explorar mais as possibilidades de prospecção e de estabelecimento de relações institucionais dos Escritórios Regionais, empregando-os como “ponta de lança” dos interesses da Força na busca de oportunidades nos campos do desenvolvimento de CT&I, da cadeia produtiva e de arranjos governamentais, concentrando em um único local o relacionamento com os atores regionais da economia brasileira.

b) O aperfeiçoamento na formação de parcerias.

Como apresentado nesta pesquisa, os projetos voltados ao desenvolvimento de Tecnologia costumam ser de longa duração, tornando-os onerosos e de alto risco. As restrições orçamentárias, em decorrência das dificuldades econômicas de um país em desenvolvimento como o Brasil, desafiam ainda mais as Forças Armadas na aquisição ou desenvolvimento de tecnologias que atendam às suas necessidades de aparelhamento militar.

O resultado de PD&I é, invariavelmente, um processo de longa duração, alto custo e de risco elevado. A imprevisibilidade orçamentária observada anualmente pela MB, e pelas demais Forças Armadas do Brasil, é um fator limitador importante para o desenvolvimento de tecnologia na Força.

Além das restrições orçamentárias devido à realidade de um país em desenvolvimento e com sérios problemas sociais e, a imprevisibilidade orçamentária citada, ainda há a dispersão pelas três Forças – Marinha, Exército e Força Aérea – dos recursos destinados a PD&I do MD. Esse problema específico pode ser atenuado pelo estabelecimento de parcerias estratégicas entre às Forças, unindo programas de P&D na busca de tecnologias que possam ter emprego comum nas capacidades militares das Forças, concentrando competências, infraestruturas de pesquisa e os recursos financeiros voltados para a Defesa.

Ao se compararem as estratégias de CT&I das Forças, observa-se que a FAB busca mitigar as dificuldades orçamentárias para PD&I por meio da formação de parcerias estratégicas com instituições públicas e privadas no desenvolvimento de tecnologias de interesse comum. Isso pode ser constatado na importância que a Força denota às parcerias. O DCTA possui uma seção exclusiva para o relacionamento com entidades externas, tanto nacionais como internacionais.

A formação de parcerias é tão relevante para a FAB, que há duas Publicações exclusivas para a orientação na formação dessas parcerias: a NSCA 80-12, cujo título é “Parcerias Institucionais no âmbito do Sistema de Inovação da Aeronáutica”, para o estabelecimento de parcerias; e a ICA 80-2, “Processos da Área de Relacionamento Institucional no Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial”, com instruções relativas à gestão dos processos da área de Relacionamento Institucional (RI) no contexto de atividades e projetos de Ciência, Tecnologia e Inovação, coordenados pelo DCTA e com participação das ICT.

A FAB também busca parcerias com órgãos de fomento ao desenvolvimento de CT&I do Governo Federal, incluindo seus projetos estratégicos no Plano Anual de Investimento do MD, visando aportes financeiros do FNDCT.

O EB também reconhece a importância do estabelecimento de parcerias no desenvolvimento de CT&I. Em sua Estratégia de CT&I, estabelece como um dos OETI, o de nº 7, “Incrementar o relacionamento com instituições nacionais e internacionais em proveito da TI” (EXÉRCITO BRASILEIRO, Separata ao Boletim do Exército, 2020, p. 25).

O Plano Estratégico de CT&I do Exército também cita parcerias para a obtenção de recursos. O OETI nº 8, “Maximizar a obtenção de recursos orçamentários e de outras fontes para a área de TI”, orienta para a obtenção de recursos oriundos de instrumentos de parcerias com órgãos de fomento à pesquisa e ao desenvolvimento de CT&I, como a FINEP, o CNPq, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), o BNDES, o MCTI, fundações de apoio a pesquisas estaduais etc.

O Plano Estratégico de CT&I da Marinha orienta o SCTMB no estabelecimento de parcerias no anexo B da DGDNTM-1500. Observando-se os documentos das demais Forças que tratam do assunto, constata-se uma diferença significativa em termos de importância para as Instituições.

O anexo B da DGDNTM-1500 define que cabe à DGDNTM “estabelecer as parcerias estratégicas a serem acertadas pelos atores do SCTMB, com a concordância dos demais ODS e a orientação do ODG, estabelecendo os objetivos e metas a serem atingidos por parcerias”. As demais Forças consideram que a definição das parcerias estratégicas deve caber exclusivamente aos ODS responsáveis pela atividade de CT&I, no caso, o DCT no EB e o DCTA na FAB, com a aprovação dos respectivos ODG. O que indica uma maior autonomia ao setor técnico das Forças na definição das instituições de interesse na formulação de parcerias.

A Marinha do Brasil deve ser mais ativa na busca de parcerias no desenvolvimento de CT&I, criando normas mais específicas e atribuindo tarefas claras e diretas às OM do

SCTMB. As parcerias com as demais Forças devem ser buscadas com ênfase no desenvolvimento de tecnologias com emprego comum, o que permitirá a partilha de investimentos no âmbito do MD, além de contribuir para o aumento na interoperabilidade das Forças.

Assim como a FAB, a MB deve estabelecer como um padrão a ser seguido a inclusão dos seus projetos estratégicos no Plano Anual de Investimento do MD, a fim de competir por recursos do FNDCT. Os fluxogramas constantes dos Anexos A e B, nos quais se observam, respectivamente, os processos de desenvolvimento de projetos de Tecnologia da Marinha e da Força Aérea; constata-se que, na FAB, as propostas de projetos são encaminhadas para o MD após a aprovação do conselho de alto nível da Força.

E, por fim, o fortalecimento dos Escritórios Regionais – como o proposto na alínea “a” – permitirá maior estrutura organizacional na busca de parcerias com empresas privadas e organizações de fomento estaduais no desenvolvimento de tecnologias.

c) A implementação da Gestão da Inovação em toda a Força.

Ao analisar os documentos condicionantes de CT&I da Marinha do Brasil, não se observa uma Cultura de Inovação na Força, principalmente se comparada à FAB. O termo “Gestão da Inovação” não é mencionado no PEM, tampouco na Estratégia de CT&I e no Plano Estratégico de CT&I da MB.

Segundo o Dicionário Financeiro,

Gestão da inovação (*innovation management*, em inglês) é a área responsável por acompanhar as etapas do ciclo de inovação nas organizações, ou seja, a sequência de atividades que vão da ideia de um novo produto, serviço ou processo até sua oferta no mercado ou aplicação prática no dia a dia da companhia. No caso da inovação de produtos, essa área é responsável tanto pelas pesquisas tecnológicas como pela construção de um mercado consumidor para a novidade desenvolvida (DICIONÁRIO FINANCEIRO, 2017, p. 1).

O Plano de CT&I da FAB orienta para o incremento da Gestão da Inovação com base em uma Diretriz do Comando da Aeronáutica denominada de “Sistema de Inovação da Aeronáutica (SINAER)”, o DCTA possui uma publicação (DCTA 80-5) que aborda a Inovação como um foco da Força na Defesa, atribuindo ações ao NGI como já citado ao longo deste Capítulo (FORÇA AÉREA, DCTA, 2021).

Criado em 2017, o SINAER – que tem o DCTA como órgão central e a participação das ICT – gerencia as atividades relacionadas à Gestão da Inovação Tecnológica no âmbito do

COMAER, para a formação de um ambiente de convenções e normas que auxiliem a condução de pesquisa e desenvolvimento de CT&I (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2017)¹⁰⁷.

O maior objetivo do SINAER é o licenciamento e a transferência tecnológica para a Indústria; enquanto o NGI coordena as atividades de Gestão da Inovação relacionada à prospecção tecnológica.

Para a FAB, a Gestão da Inovação proporciona agilidade na integração entre a indústria, a academia e os órgãos de governo, imprimindo uma mudança de cultura nos processos de desenvolvimento de CT&I e de parcerias, reduzindo substancialmente barreiras burocráticas relacionadas com a Inovação. Muito similar ao modelo DARPA.

Para facilitar a comunicação e o envolvimento das OM da Força com o Sistema de Inovação da FAB, o DCTA criou um Portal de Inovação e de Defesa, integrando a inovação interna da Força e, desta forma, permitindo a transição de ideias inovadoras para as capacidades militares e para os diversos setores da Defesa.

O Plano de CT&I da FAB define que a Inovação deve incrementar os processos de aquisição, de modernização e de desenvolvimento tecnológico. Assim, a FAB possui uma Cultura de Inovação no desenvolvimento de tecnologias para suas capacidades militares, com foco no transbordamento para a iniciativa privada, desenvolvendo uma simbiose que favorece a Instituição e o fortalecimento da indústria nacional.

O EB criou, em 2020, uma OM específica para o desenvolvimento da Cultura de Inovação, a AGITEC, com ramificações em toda a Força e que tem por finalidade precípua gerir a Inovação dos projetos tecnológicos para o atendimento às suas capacidades militares.

Assim como a FAB e o EB, a MB deve criar dispositivos e ações que promovam uma mudança de cultura da Força voltada para a Inovação. Investir na formação de Gestores da Inovação para trabalharem nas OM do SCTMB, a fim permitir uma administração mais eficiente de recursos e objetivando a criação de negócios voltados ao desenvolvimento de tecnologias de interesse da Marinha e da Indústria. Além disso, despertar a visão de Inovação nos militares da Instituição, a partir da inclusão de noções de Inovação em currículos de formação de Oficiais e Praças, criando gerações de militares que tenham a capacidade de inovar e gerenciar processos de Inovação.

¹⁰⁷ MINISTÉRIO DA DEFESA. *Comando da Aeronáutica/Gabinete do Comandante*. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19114753/do1-2017-06-13-portaria-n-881-gc3-de-12-de-junho-de-2017-19114667>. Acesso em: 26 jun. 2021.

d) A prospecção tecnológica no desenvolvimento de capacidades militares.

No contexto da Guerra Fria, a corrida armamentista, tecnológica e ideológica entre os EUA e a ex-União Soviética fazia com que os recursos na área de Defesa fossem praticamente ilimitados. Com a extinção da União Soviética e o fim da bipolaridade, os EUA emergiram como potência hegemônica (HALLIDAY, 1994).

Apesar do vertiginoso crescimento das Forças Armadas chinesas, decorrentes dos massivos investimentos estatais e, também, o reaquecimento da corrida armamentista promovida pela Rússia, os conflitos armados deixaram de ter uma conformação linear com uma ameaça bem definida. O cenário da geopolítica mundial sugeria conflitos de baixa intensidade e com ameaças difusas (BORGES, 2016).

Esse novo paradigma dos conflitos e ameaças gerou nas sociedades dos países ocidentais questionamentos sobre os altos investimentos militares, reduzindo significativamente os orçamentos destinados à Defesa e maior controle nos gastos públicos (SILVA FILHO e DE MORAES, 2012).

Essa conjuntura conduziu para uma mudança no sistema de planejamento estratégico dos países da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN). Havia a necessidade de um planejamento que não abordasse somente situações de emprego da expressão militar, mas que também considerasse os recursos orçamentários, tecnológicos e humanos. Desta forma, os países do bloco ocidental passaram a adotar o Planejamento Baseado em Capacidades (PBC) como ferramenta para a elaboração de seus Planejamentos Estratégicos de Defesa, definindo capacidades militares que ofereçam respostas satisfatórias a ameaças de um oponente conhecido, mas também a desafios de amplo espectro de letalidade (DA SILVA, 2020).

A Portaria nº 646/GM-MD, de 11 de fevereiro de 2020, do Ministério da Defesa, instituiu um Grupo de Trabalho para a implementação de uma metodologia de PBC no âmbito do MD. Ou seja, o Ministério da Defesa e, conseqüentemente, as Forças Singulares passarão a planejar as Forças militares a partir do estabelecimento de capacidades militares (MINISTÉRIO DA DEFESA, MD646-GM, 2020).

Pela definição contida no Glossário das Forças Armadas, a “capacidade militar” é “(...) a combinação de soluções organizacionais que integram múltiplas áreas: doutrina; organização; adestramento; material; liderança; educação; pessoal; e infraestrutura” (MINISTÉRIO DA DEFESA, MD35-G-01, 2016, p. 55). A área do “material” define os meios e sistemas necessários para se obter uma determinada capacidade militar. É nesse momento que a Tecnologia influencia mais diretamente na obtenção de uma capacidade militar.

É importante esclarecer que tecnologia não é uma capacidade militar. A Tecnologia se insere nos sistemas e equipamentos que permitem o emprego de uma capacidade, ou mesmo potencializando os efeitos das respostas esperadas. Portanto, há uma relação de simbiose entre Tecnologia e Capacidade Militar. No fim, as Forças Singulares buscam obter tecnologia para construir as capacidades que lhes permite cumprir suas tarefas constitucionais.

Como citado anteriormente, o PBC foi desenvolvido em uma expectativa de redução de gastos orçamentários na composição de Forças militares a fim de atender a uma estratégia de defesa. Logo, o PBC tem um viés administrativo na busca de soluções com forte influência orçamentária e estruturante, porém, com finalidade operativa. O PBC visa a seleção e a priorização de investimentos na formação da Força.

Ao se desenvolver uma Estratégia de CT&I, uma Força Armada busca não apenas se desenvolver estruturalmente para desenvolver tecnologias que atendam às necessidades tecnológicas das capacidades militares necessárias ao cumprimento de suas tarefas, mas também, priorizar em quais tecnologias investir. Dessa forma, a definição das tecnologias que a Força deverá obter impactam diretamente nas capacidades militares que serão desenvolvidas.

A DARPA, responsável por desenvolver as tecnologias necessárias para que as capacidades militares estadunidenses possam obter superioridade frente às ameaças ao País, participa de forma efetiva na definição das capacidades militares das Forças Armadas, influenciando inclusive, na própria Estratégia de Defesa dos EUA.

Da mesma forma, a FAB em seu Plano Estratégico de CT&I, apresenta um enfoque de transformação de tecnologia em capacidades militares. Ou seja, de uma forma implícita, há um condicionamento na definição das capacidades a partir das tecnologias disponíveis ou a serem desenvolvidas. Ao contrário do pensamento em que condiciona o desenvolvimento de Tecnologia às lacunas tecnológicas para o atendimento das capacidades militares.

O EB que não possui uma Cultura de Inovação tão desenvolvida como a FAB, possibilita que a Tecnologia influencie na definição das capacidades da Força. A evidência disso pode ser constatada quando atribui ao DCT – ODS responsável pelo desenvolvimento de tecnologia na Força – a tarefa de subsidiar o COTER no Planejamento da Doutrina Militar Terrestre. Vale ressaltar que a doutrina é uma das áreas que definem uma capacidade militar.

A MB, em sua Estratégia de CT&I, pouco detalha sobre a participação do SCTMB na definição das capacidades militares da Força, considerando o desenvolvimento de tecnologias basicamente para o preenchimento de lacunas às necessidades tecnológicas das capacidades estabelecidas.

O EMA-415, Publicação que trata da Estratégia de CT&I da Marinha do Brasil, cita a participação do SCTMB no planejamento estratégico da Força e apresenta a visão de futuro para o sistema de CT&I. Entretanto, não faz menção alguma às capacidades militares, explicitando uma desconexão do desenvolvimento tecnológico com a doutrina do Poder Naval.

No século XXI, a Tecnologia obteve uma relevância tão significativa em todos os processos do cotidiano da humanidade, que passou a ser tema central na definição de toda sorte de acontecimentos envolvendo a sociedade mundial. A Tecnologia deixa de ser apenas uma ferramenta para se tornar um dos eixos centrais em decisões estratégicas. Portanto, na definição das estratégias de defesa, a Tecnologia passa a ter um peso cada vez mais significativo.

Nesse contexto, a Marinha do Brasil deve desenvolver uma Concepção Estratégica de CT&I, que orientará os procedimentos necessários para a definição de suas capacidades militares com uma participação mais efetiva do SCTMB. Como mencionado nesta pesquisa, a “tecnologia” não é “capacidade”, mas passa a ter uma influência tão significativa, que uma capacidade pode surgir a partir da existência de uma tecnologia, ou mesmo da possibilidade de uma tecnologia específica ser desenvolvida.

O próprio Vice-Almirante Caminha (1980, p. 558) diz que é muito comum “que a visão operativa deixa-se ofuscar ou controlar por considerações de ordem técnica numa inversão perigosa”. E que sempre há a possibilidade de que os avanços tecnológicos possam gerar novos requisitos para armas e equipamentos, abrindo novas perspectivas que afetem a doutrina e, por conseguinte, afetando a capacidade militar.

A interdependência entre a doutrina e a tecnologia devem ser observadas a partir do processo de desenvolvimento da capacidade militar. A proposta, nesse caso, é que o setor de CT&I da MB, no caso as OM do SCTMB, participem diretamente do processo de desenvolvimento da Força Naval, assessorando sobre as tendências tecnológicas que possam impactar nas capacidades necessárias para o cumprimento das tarefas da Força.

Essa participação do SCTMB nos fóruns de definição de capacidades também prestará assessoria relevante na exequibilidade da inclusão de tecnologias nas capacidades militares, considerando os custos e o estágio de maturidade das referidas tecnologias.

Outra proposta nesse item é que as decisões de investimento no desenvolvimento de tecnologias partam do alto nível da Administração Naval, em um sentido *top down*¹⁰⁸. A partir da definição das tecnologias que possam ser agregadas às capacidades, a Administração

¹⁰⁸ “*Top down*” (traduzido como “de cima para baixo”) é um conceito do meio empresarial que visa a arquitetura da gestão que começa por uma abordagem geral e desce até níveis específicos (SUNO. *Top down: o que é e como funciona esse conceito?*. Disponível em: <<https://www.suno.com.br/artigos/top-down/>>. Acesso em: 28 jun. 2021).

Naval deverá ser assessorada em relação a custos e prazos, para que haja uma priorização clara dos investimentos orçamentários e que as ações para o desenvolvimento das referidas tecnologias sejam coordenadas no âmbito de todos os ODS da Força. Desse modo, o desenvolvimento técnico corre em paralelo às previsões orçamentárias; ao desenvolvimento de capacitações nos níveis de qualificação das ICT, de manutenção das OMPS-C e de operação no nível tático; e ao setor operativo, no desenvolvimento de doutrinas adequadas ao emprego dos sistemas ou equipamentos que receberão a tecnologia desenvolvida.

e) A implementação do modelo DARPA no Ministério da Defesa.

Como última proposta, sugere-se a implementação do modelo DARPA para as Forças Armadas do Brasil. Neste caso, essa iniciativa não seria na MB especificamente, mas sim, no âmbito do MD.

No transcorrer desta pesquisa, mencionaram-se as diferenças de orçamentos na área de defesa e das capacidades industriais dos EUA e do Brasil, como limitadores à implementação desse modelo na Marinha. Porém, pode-se – com adaptações à realidade brasileira – ser empregado no nível ministerial, abrangendo as três Forças de Defesa do País.

Assim como a DARPA é uma agência do DoD, ao qual as Forças Armadas dos EUA estão subordinadas, uma “DARPA brasileira” deverá estar diretamente subordinada ao MD.

A DARPA tem por principal tarefa rastrear o horizonte tecnológico e inventar o futuro. Essa capacidade de antever as necessidades frente às ameaças e aos desafios na área de Defesa, criando armas e técnicas disruptivas, é ambicionado por muitos governos, como da Alemanha, Reino Unido, Japão e até mesmo pelos EUA em outras áreas de atuação do Estado, como energia e saúde para exemplificar (THE ECONOMIST, 2021).

Entretanto, para aqueles que têm a intenção de replicar a DARPA deve-se ter em mente que um dos fatores do sucesso da agência é uma certa liberdade em falhar (FUCHS, 2009), o que é possível, principalmente, pelo orçamento na ordem de 3 bilhões de dólares. Em 1980, a DARPA construiu um protótipo de navio com a tecnologia furtiva empregada nos caças-bombardeiros F-117A Nighthawk, porém, devido aos altos custos, o navio teve que ser desmontado em 2006 (FUCHS, 2009).

As tentativas em se copiar o modelo DARPA são várias. Nos EUA, além da defesa, há experiências nas áreas de segurança interna, inteligência e energia. Em 2021, o Presidente Joe Biden pretende criar uma versão para a saúde, com a missão de descobrir a cura do câncer,

além da intenção de criar outra agência no modelo DARPA para enfrentar mudanças climáticas (THE ECONOMIST, 2021).

O Governo da Alemanha criou duas agências nesse modelo: *Federal Agency for Disruptive Innovation – SPRIN-D*¹⁰⁹, como a finalidade de desenvolver projetos de pesquisa altamente inovadores com potencial disruptivo e que possam servir à cadeia produtiva do País na criação de produtos para o mercado (RESEARCH IN GERMANY, 2020); e o *Cybersecurity Innovation Agency*¹¹⁰, com a finalidade de identificar inovações no campo da segurança cibernética, contribuindo para a soberania do País, e permitir contratos específicos para o desenvolvimento de soluções inovadoras (SCHACHT, 2018).

No Japão, a interpretação da DARPA é denominada *Moonshot R&D* (MOONSHOT, 2020). No Reino Unido, por sua vez, há um projeto de lei tramitando no Parlamento para a criação de uma agência denominada *Advanced Research and Invention Agency* (ARPA) (UK PARLAMENT, 2021).

As iniciativas em se copiar esse modelo tem como base o descontentamento com a burocracia, principalmente na utilização de dinheiro público no desenvolvimento de Inovação. A expectativa é que o modelo DARPA possa permitir reduzir a burocracia. Todavia, a maior dificuldade em se replicar a DARPA é o compromisso com as bases estruturais desta Agência de alinhar, alocar e acelerar: de alinhar a pesquisa ao desenvolvimento de produtos; de alocar investimentos em produtos com maior letalidade, integração e interoperabilidade; e acelerar investimentos para a busca da vanguarda tecnológica, que invariavelmente se chocam com o regime político dos países.

Esse desafio, em se copiar a DARPA, é a garantia estatal para a experimentação. A exigência do Tribunal de Contas da Alemanha sobre a SPRIN-D, suspendendo a isenção da regra padrão de aquisições do setor público e tabelas salariais, restringindo as contratações e os tipos de riscos que poderia assumir, exemplificam a influência da falta de flexibilidade legal para o funcionamento pleno do modelo DARPA (THE ECONOMIST, 2021).

O problema enfrentado pela agência alemã também pode ocorrer no Brasil, caso seja desenvolvido uma DARPA no MD. Porém, sugere-se uma análise das possibilidades em se adotar procedimentos similares no desenvolvimento de inovações para as Forças Armadas do Brasil.

Em suma, como possibilidades viáveis, recomendam-se: o estabelecimento de

¹⁰⁹ Tradução do autor: Agência Federal de Inovação Disruptiva - SPRIN-D.

¹¹⁰ Tradução do autor: Agência para a Inovação em Segurança Cibernética.

grupos de trabalho ecléticos para a concepção de cenários prospectivos, identificando possíveis ameaças, capacidades militares para a Segurança Nacional e tecnologias que possam ser disruptivas, ou que pelo menos sejam inovadoras para as Forças Armadas do Brasil; e contratações de centros de P&D, ou de equipes de pesquisadores específicos, para o desenvolvimento de produtos acabados que atendam às necessidades tecnológicas das capacidades militares das Forças para este fim. Para tanto, como forma de financiamento a Força pode se valer das facilidades apresentadas pela Lei da Inovação (Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016) e pelo Marco Legal das startups (Lei Complementar nº 182, de 1º de junho de 2021)¹¹¹.

¹¹¹ BRASIL. Lei Complementar nº 182, de 1º de junho de 2021. *Diário Oficial da União*. Brasília: 2 jun. 2021. Disponível em: < <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-complementar-n-182-de-1-de-junho-de-2021-323558527>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

5 CONCLUSÃO

Com a realização desta pesquisa, chegam-se a algumas considerações finais acerca do tema proposto.

Este trabalho, de um modo geral, **tratou de** reunir informações **constantes** em documentos e publicações normativas de alto nível da MB e das demais Forças Armadas do Brasil, além de literatura nacional e estrangeira, voltadas ao desenvolvimento de tecnologias e inovação, a fim de demonstrar que os Programas Estratégicos da Marinha apresentam grandes desafios à Força.

A análise da forma como o Exército Brasileiro, a Força Aérea Brasileira e a agência estadunidense DARPA desenvolvem tecnologias para as necessidades de suas capacidades militares permitiu, de forma comparativa, apontar iniciativas e procedimentos diferentes das adotadas pela Marinha do Brasil para suas necessidades operativas, permitindo assim, a esta pesquisa a apresentação de sugestões para o aperfeiçoamento da estratégia de CT&I da Marinha.

A PND, no estabelecimento dos OND, e a END, que estabelece as AED, condicionam as Forças Armadas no desenvolvimento de CT&I para suprir suas necessidades tecnológicas para a obtenção ou o aperfeiçoamento de capacidades militares, e se possível, que possam contribuir ainda para o fortalecimento da BID. Esses documentos são condicionantes para o Plano Estratégico da Marinha 2040 (PEM), que orienta a sua Estratégia de CT&I.

Conforme foi apresentado no Capítulo 4, o EB e a FAB também possuem suas respectivas Estratégias de CT&I, que apesar de guardarem diferenças culturais e operacionais intrínsecas à natureza de suas atividades, permitem-se análises comparativas importantes, principalmente pelo fato de conviverem no mesmo ambiente Estatal, com as mesmas realidades orçamentárias e a mesma Base Industrial de Defesa.

Por conseguinte, ao se comparar os macroprocessos voltados para o desenvolvimento de PD&I da MB com as demais forças, observam-se as seguintes diferenças:

– A FAB possui o desenvolvimento de CT&I intrínseco à sua história. A partir da criação do ITA em 1950, a Força passou a discutir e desenvolver Tecnologia como Academia, o que levou a desenvolver a EMBRAER, passando a ser também Indústria, ou seja, a FAB passou a girar as três pás da Tríplice Hélice internamente, criando uma mentalidade voltada ao desenvolvimento de Ciência e Tecnologia aplicadas às suas necessidades operativas. Por sua vez, o DCTA – ODS da Força responsável pela CT&I – trata a PD&I com naturalidade no

estabelecimento de parcerias e na utilização dos mecanismos de fomento voltados ao desenvolvimento de CT&I.

– O EB também percebeu a importância no desenvolvimento de uma Cultura de Inovação, caracterizado pela criação da AGITEC no final dos anos da década de 2010. A implementação do SisDIA – com a finalidade de incrementar a cooperação entre as instâncias governamentais, Academia e Indústria em diferentes níveis, tanto geográfico (local, regional e nacional), quanto decisório (estratégico, operacional e tático) – também é um exemplo de tentativa de transformação de mentalidade da Força na busca de suas necessidades tecnológicas.

Portanto, a comparação dos modelos de abordagem das Forças com a Academia e a Indústria, sugere que a Marinha do Brasil deve ampliar o nível de interação no modelo Tríplice Hélice, buscando uma relação mais próxima com os centros de pesquisa e com a cadeia produtiva nacional, tendo como referência a FAB.

Outro aspecto evidente constatado ao longo deste estudo é a preocupação do EB e da FAB em associar o desenvolvimento de suas capacidades militares com a prospecção tecnológica, algo que o *Department of Defense* (DoD) dos EUA faz com maestria por meio da DARPA, que não apenas busca desenvolver as tecnologias necessárias às Forças de Defesa estadunidenses, mas também pensa nas ameaças aos interesses nacionais, formulando cenários de forma livre e inovadora, ao ponto de criar novas capacidades militares disruptivas, inclusive, influenciando na Estratégia Nacional de Defesa dos EUA.

Muito embora qualquer comparação das Forças Armadas do Brasil com a DARPA seja desigual, considerando o orçamento de defesa dos EUA e a base industrial disponível naquele País, a forma como a agência estadunidense contrata instituições de P&D – para fins específicos com a apresentação de produtos prontos com aplicações diretas nas capacidades militares das Forças Armadas dos EUA –, pode servir de exemplo de como desenvolver, pragmaticamente, tecnologias que atendam às necessidades das Forças de Defesa de um país.

O modelo DARPA, que financia pesquisas desenvolvidas nos níveis acadêmico e industrial, é um exemplo de como se processa a Cultura de Inovação na área de Defesa, propiciando o desenvolvimento de tecnologias disruptivas que contribuem para o status das Forças Armadas dos EUA como a potência hegemônica militar do planeta.

Dessa forma, para o aprimoramento do desenvolvimento de CT&I para as Forças Armadas, sugere-se ao MD que estude a possibilidade em se estabelecer grupos de trabalho ecléticos para a concepção de cenários prospectivos, identificando possíveis ameaças, capacidades militares para a Segurança Nacional e tecnologias que possam ser disruptivas, ou que pelo menos sejam inovadoras para as Forças Armadas do Brasil; e contratações de centros

de P&D, ou de equipes de pesquisadores específicos, para o desenvolvimento de produtos acabados que atendam às necessidades tecnológicas das capacidades militares das Forças. Para esse fim, pode-se valer das facilidades apresentadas pela Lei da Inovação e pelo Marco Legal das startups.

Portanto, sugere-se a implementação de uma “DARPA brasileira” subordinada diretamente ao MD, com a tarefa de rastrear o horizonte tecnológico e pensar como será o mundo no futuro, antevendo ameaças à Defesa Nacional e criando armas e técnicas disruptivas.

As comparações apresentadas nesta pesquisa podem contribuir para a Marinha do Brasil no aperfeiçoamento de sua sistemática de desenvolvimento de Tecnologia voltada às suas necessidades operativas. As análises realizadas sugerem propostas factíveis que possam aperfeiçoar a Cultura de Inovação na Força.

A MB deve incrementar suas relações com a Academia e a Indústria, aumentando sua proximidade dos principais centros de P&D e incubadoras de empresas existentes em todo o território nacional, haja vista que os Escritórios Regionais da Força foram criados com essa finalidade.

Porém, ao se analisar a Publicação DGDNTM-2204 – que trata das Normas de Funcionamento dos Escritórios Regionais de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha –, observa-se uma limitação no estabelecimento de parcerias, por privilegiar centros de pesquisas em projetos específicos e pontuais, a exemplo do Programa Nuclear da Marinha (PNM), desenvolvido em parceria com a USP, quando de fato, deveria criar estímulos para uma maior abrangência no estabelecimento de parcerias. O EB, por sua vez, relaciona-se com o meio externo à Força por meio do SisDIA, obtendo uma postura muito mais proativa no estabelecimento de relacionamentos com a Academia, a Indústria e com outros órgãos governamentais no âmbito Federal e Estadual.

Por conseguinte, sugere-se que a Marinha do Brasil fortaleça estruturalmente os Escritórios Regionais, com equipes que conjuguem competências técnicas e operativas, para que se possa identificar na Academia e em startups oportunidades tecnológicas que não só atendam às lacunas das capacidades militares, mas que, também, possam apresentar potencial disruptivo.

Essa nova estrutura dos Escritórios deverá propiciar maior proatividade na prospecção de pesquisas de tecnologias emergentes de interesse da Força, e maior eficácia na busca de parcerias estratégicas relevantes para as ICT da MB.

A parceria da USP para o PNM, citado anteriormente, e também a parceria das empresas ligadas ao PROSUB são estratégicas para a Marinha. No entanto, são iniciativas

pontuais que não surgiram de um processo sistêmico da Força.

Contudo, a Marinha deve atuar com maior ênfase no estabelecimento de parcerias estratégicas voltadas ao desenvolvimento de Tecnologia, criando normas e orientações precisas que facilitem acordos de cooperação com instituições e empresas voltadas ao desenvolvimento técnico-científico e ao financiamento de novas tecnologias, a exemplo da FAB que orienta suas OM com as Publicações ICA 80-2 e a NSCA 80-12.

Além das parcerias com centros de P&D – existentes na Academia e na Indústria – a Marinha deve buscar parcerias estratégicas voltadas ao financiamento dos projetos de pesquisa, o que permitirá a partilha de custos e dos riscos de desenvolvimento, seja com empresas que tenham interesses comerciais na absorção da tecnologia a ser desenvolvida; seja com os órgãos governamentais de fomento ao desenvolvimento de CT&I; ou até mesmo com as demais Forças Armadas do Brasil, na busca de tecnologias que possam atender a interesses comuns às suas respectivas capacidades militares, o que contribuirá para uma maior interoperabilidade, divisão em custos de manutenção e fortalecimento da BID.

As parcerias são de extrema relevância no processo de Inovação. A soma de diferentes expertises voltadas a um mesmo objetivo permite obter soluções para problemas existentes, que possam ser empregadas na arte da guerra e no meio empresarial industrial. Para o estabelecimento de parcerias no nível proposto, sugere-se uma visão de inovação e um tanto de criatividade que possibilitem identificar interesses que atendam ao mesmo tempo a diferentes propósitos. Portanto, o desenvolvimento de uma Cultura de Inovação na Força contribuirá para o aperfeiçoamento de procedimentos e processos que valorizem as parcerias estratégicas para o desenvolvimento de tecnologias.

Outra proposta importante para uma Cultura de Inovação na MB é a implementação de uma Gestão da Inovação no âmbito da Força. As Forças coirmãs perceberam essa necessidade e desenvolveram estruturas preocupadas em exercer a gestão de seus projetos com foco na Inovação.

O despertar para a Inovação deve ser iniciado na formação dos militares da Marinha, com a inclusão de conteúdos voltados à Gestão da Inovação nos planejamentos curriculares da Escola Naval e do Centro de Instrução Almirante Alexandrino (CIAA). O desenvolvimento de hábitos e valores que estimulem a criatividade e a geração de ideias, principalmente nas gerações mais novas, mudará a forma que a Força soluciona seus problemas, permitindo maior flexibilidade frente às incertezas e complexidades do mundo no século XXI.

Para as OM do SCTMB, a existência de profissionais com experiência na área de Gestão da Inovação permitirá uma administração mais eficiente dos recursos para o

desenvolvimento de tecnologias, e uma visão de como transformar as ideias formuladas e as pesquisas realizadas no âmbito da Força em negócios que atraiam o interesse de outras instituições e empresas privadas, permitindo, assim, o estabelecimento de parcerias estratégicas que alavanquem os programas e projetos de P&D da Marinha do Brasil.

Além das propostas que visam diretamente ao desenvolvimento de tecnologias, sugere-se que a MB adequa os processos de definição de suas capacidades militares para que haja uma interação maior com as OM dos SCTMB. Tecnologia não é capacidade militar, porém, a Tecnologia está presente nos sistemas e equipamentos que permitem o emprego das capacidades militares.

A interdependência entre a doutrina e a tecnologia deve ser observada no processo de desenvolvimento da capacidade militar. A proposta, neste caso, é que o setor de CT&I da Marinha, no caso as OM do SCTMB, participe diretamente dos planejamentos voltados ao aparelhamento da Força Naval, assessorando sobre as tendências tecnológicas que possam impactar nas capacidades necessárias para o cumprimento das tarefas da MB.

Portanto, é essencial que haja uma visão ampliada das tecnologias existentes no mercado àquelas que estão em fase de desenvolvimento e até mesmo às que ainda estão no imaginário da Academia, de maneira que as capacidades militares se desenvolvam e sejam pensadas com meios navais que estejam o mais próximo possível do estado da arte. O PBC, ora em implementação na Marinha, deve se valer da prospecção de tecnologias realizadas pela Força.

Ao se definirem as tecnologias que poderão ser desenvolvidas para o atendimento às capacidades militares da Força, as necessidades de investimento devem ser levadas ao CONCITEM, para que sejam autorizadas e priorizadas. Essa definição em um sentido *top down* permitirá que todos os ODS possam se planejar para que, em paralelo ao desenvolvimento da tecnologia em si, todas as necessidades à sua aplicação sejam atendidas, desde o processo de P&D, até a sua aplicação doutrinária nos meios operativos da Marinha.

Em suma, a Marinha do Brasil deve aperfeiçoar sua interação com os centros de desenvolvimento de pesquisa e tecnologia existentes na Academia e na Indústria, fortalecendo o modelo da Trílice Hélice com a participação da Força representando o Governo. O que permitirá parcerias que reduzam os riscos provenientes do longo prazo para o desenvolvimento de um produto final, característico dos processos de P&D, e amortizem os custos a partir da soma de esforços, inclusive orçamentários, com instituições e empresas que tenham interesses comuns.

Essa interação com atores externos à Força só será possível com uma mudança de

cultura organizacional voltada para a Inovação. A formação de Gestores da Inovação permitirá que projetos pensados e desenvolvidos intra Marinha possam vir a se tornar negócios que atendam às necessidades da Força e fortalecer a BID nacional, possibilitando um desenvolvimento perene de novas tecnologias.

Portanto, com a Cultura de Inovação arraigada na Força, o desenvolvimento de capacidades militares que atendam às necessidades da Marinha estarão cada vez mais entrelaçadas com as tecnologias existentes e as possibilidades de desenvolvimento de Tecnologia. O que permitirá que a Marinha do Brasil possa dar um salto de qualidade e eficiência.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Israel de Oliveira; et al. O fortalecimento da indústria de defesa do Brasil. Brasília: Ipea. 2016. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=27370>. Acesso em: 08 mai. 2021.

ANDRADE, Israel de Oliveira; FRANCO, Luiz Gustavo Aversa. *Desnacionalização da indústria de defesa no Brasil: implicações em aspectos de autonomia científico-tecnológica e soluções a partir da experiência internacional*. Ipea. 2012. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2178.pdf>. Acesso em: 8 mai. 2021.

AVIAÇÃO BRASILEIRA S/A. Quem somos. Disponível em: <<https://www.avibras.com.br/site/institucional/quem-somos.html>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

BECHMANN, Gotthard; GOROKHOV, Vitaly; STEHR, Nico Stehr. *The Social Integration of Science: Institutional and Epistemological Aspects of the Transformation of Knowledge in Modern Society*. Berlin: Sigma, 2009.

BONVILLIAN, William Boone. *The Once and Future Darpa*. In: FUKUYAMA, F. How to Anticipate Forcing Events and Wild Cards in Global Politics. Washington: Brookings Institution Press, 2008.

BORGES, João Vieira. *Ameaças e riscos transnacionais: Perspectivas institucionais*. In: BORGES, João Vieira Borges; RODRIGUES, Teresa Ferreira (Coord.). *Ameaças e Riscos Transnacionais no novo Mundo Global*. Porto: Fronteira do Caos Editores LDA, 2016, p. 29-49. Disponível em: <https://www.fd.unl.pt/docentes_docs/ma/FPG_MA_27511.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2021.

BORNE, Thiago. Tecnologias militares emergentes: digitalização e a Third Offset Strategy estadunidense. *Revista Brasileira de Estudos de Defesa*, v. 6, n. 1, jan./jun. 2019, p. 109-138. Disponível em: <<https://rbed.abedef.org/rbed/issue/viewFile/2980/413>>. Acesso em: 3 mai. 2021.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Capítulo IV. *Diário Oficial da União*. Brasília: 5 out. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 8 mai. 2021.

BRASIL. Decreto nº 1.332, de 8 de dezembro de 1994. Aprova a atualização da Política de Desenvolvimento das Atividades Espaciais - PNDAE. *Diário Oficial da União*. Brasília: 09 dez. 1994. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d1332.htm>. Acesso em: 11 jun. 2021.

BRASIL. Emenda Constitucional nº 85. *Diário Oficial da União*. Brasília: 26 fev. 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Emendas/Emc/emc85.htm#art1>. Acesso em: 8 mai. 2021.

BRASIL. Lei Complementar nº 182, de 1º de junho de 2021. *Diário Oficial da União*. Brasília: 2 jun. 2021. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-complementar-n-182-de-1-de-junho>>.

de-2021-323558527>. Acesso em: 14 jul. 2021.

BRASIL. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. Brasília: 2 dez. 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.973.htm>. Acesso em: 8 mai. 2021.

BRASIL. Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei nº 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei nº 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015. *Diário Oficial da União*. Brasília: 12 jan. 2016. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13243.htm>. Acesso em: 8 mai. 2021.

BURT, Ronald S. *Structural holes: The social structure of competition*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1995.

BUSH, Vannevar. A Report to the President by Vannevar Bush, Director of the Office of Scientific Research and Development, July 1945. In: *Science the endless frontier*. Disponível em: <<https://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm>>. Acesso em: 24 fev. 2021.

CAMINHA, João Carlos Gonçalves. *Delineamentos da estratégia*. Florianópolis: IOESC, 1980. 598 p.

CARVALHO, Ruy de Quadros. Por que as empresas são menos propensas a investir em P&D no Brasil. *Jornal da UNICAMP*. 2003. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/jornalPDF/215pag02.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2021.

COSTA, Darc. Os novos tipos de guerra. *Escola Superior de Guerra - Caderno de Estudos Estratégicos*, mar. 2019. Disponível em: <<http://www.ebrevistas.eb.mil.br/CEE/article/view/6720>>. Acesso em: 18 mar. 2021. p. 17.

CUNHA, Luiz Antônio. *Qual universidade?*. São Paulo: Cortez, 1989. 87 p.

CUNHA, Sieglinde Kindl da; NEVES, Pedro. Aprendizagem tecnológica e a teoria da hélice tripla: estudo de caso num APL de louças. *Innovation and Management Review*, v. 5, n. 1, art. 13, p. 97-111, 2008.

DA SILVA, Charles Domingues. O Planejamento Baseado em Capacidades e o advento do Exército do Futuro: convergências. *Centro de Estudos Estratégicos do Exército: Análise Estratégica*. Vol. 17 (3) Jun/Ago 2020. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ZrEJAAtcIlN0J:www.ebrevistas.eb.mil.br/CEEExAE/article/download/6408/5543+&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 28 jun. 2021.

DA SILVA, Fabricio Padilha Pereira. As bases do poder tecnológico-militar dos Estados Unidos na primeira década do pós-guerra fria. 2019. *Monografia UNICAMP*. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/335578/1/Silva_FabricioPadilhaPereiraDa%20D.pdf>. Acesso em: 3 mai. 2021.

DARPA. *Defense Advanced Research Projects Agency*. 2019. Disponível em: <<https://www.darpa.mil/attachments/DARPA-2019-framework.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

DE MATTOS João Roberto Loureiro; GUIMARÃES, Leonam dos Santos. *Programa da Propulsão Nuclear da Marinha do Brasil: catalisador do desenvolvimento tecnológico nacional*. IPEN, 2002. Disponível em: <<https://www.ipen.br/biblioteca/2002/inac/08711.PDF>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

DICIONÁRIO FINANCEIRO. *Gestão da inovação*. Disponível em: <<https://www.dicionariofinanceiro.com/gestao-da-inovacao/>>. Acesso em: 26 jun. 2021.

DUGAN, Regina; GABRIEL, Kaigham. *Special Forces Innovation: how Darpa attacks problems*. Harvard Business Review, v. 10, 2013.

EDWARDS, Paul N. *The closed world*. Cambridge: MIT Press, 1996, p. 91.

EMBRAER. *História da EMBRAER*. Disponível em: <<https://historicalcenter.embraer.com/br/pt/historia>>. Acesso em: 11 abr. 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Quem somos*. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

EQUIPE AEVO. *Tríplice Hélice da Inovação: empresas, universidades e governo*. Disponível em: <<https://blog.aevo.com.br/triplice-helice-da-inovacao-empresas-universidades-e-governo/>>. Acesso em: 19 abr. 2021.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. *National Security Strategy of the United States*. 1988. Disponível em: <<https://nssarchive.us/national-security-strategy-1988/>>. Acesso em: 3 mai. 2021.

ETZKOWITZ, Henry. The triple helix: university-industry-government innovation. *Library of Congress Cataloging in Publication Data*. 2008, págs. 15; 26; e 27.

EXÉRCITO BRASILEIRO. *Plano Estratégico de Ciência, Tecnologia e Inovação do Exército (PECTI)*. Brasília-DF, 2020.

EXÉRCITO BRASILEIRO. Portaria nº 008-DCT, de 4 fevereiro de 2020. *Regimento Interno da Agência de Gestão e Inovação Tecnológica (AGITEC)*. Brasília-DF, 2020.

EXÉRCITO BRASILEIRO. Portaria nº 1.211, de 2 agosto de 2018. *Concepção Estratégica de Tecnologia de Informação (CETI)*. Brasília-DF, 2018.

EXÉRCITO BRASILEIRO. Portaria nº 1.212, de 2 agosto de 2018. *Separata ao Boletim do Exército*. Brasília-DF, 2018.

EXÉRCITO BRASILEIRO. *SisDIA - Sistema Defesa, Indústria e Academia de Inovação*. 2021. Disponível em: <<https://sisdia.dct.eb.mil.br/sisdia>>. Acesso em: 11 jun. 2021.

FERRAZ, Davi Paiva. *Spin-off Empresarial: oportunidade que impulsiona o desenvolvimento*. 2016. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_226_316_30578.pdf>. Acesso em 21 abr. 2021.

FINEP. *Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (FNDCT). Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fndct>>. Acesso em: 11 jun. 2021.

FINEP. *Manual de Oslo: Propostas de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica*. Versão traduzida. 2004. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/images/a-finep/biblioteca/manual_de_oslo>. Acesso em: 29 mar. 2021, págs. 4; 12; 13; e 37.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. *Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial* (DCTA). Disponível em: <<https://www.fab.mil.br/organizacoes/mostra/96/>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. ICA 80-2. *Processos da Área de Relacionamento Institucional do Departamento de Ciência e tecnologia Aeroespacial*. Portaria DCTA nº 7/CRI, de 19 de fev. 2020.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. NSCA 80-12. *Parcerias Institucionais no âmbito do Sistema de Inovação da Aeronáutica*. Portaria DCTA nº 49/NGI, de 19 de novembro de 2020.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA. PCA 11-217. *Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação da Aeronáutica*. Portaria EMAER nº 15/CEMAER, de 2 mar. 2021.

FUCHS, Erica R. H. *Cloning DARPA Successfully*. *Issues in Science and Technology*, v. 26, 2009. Disponível em: <<https://issues.org/fuchs/>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

FUCHS, Erica R. H. Rethinking the role of the state in technology development: Darpa and the case for embedded network governance. *Research Policy*, v. 39, n. 9, p. 1.133-1.147, 2010. Disponível em: <<file:///C:/Users/ALEXAN~1/AppData/Local/Temp/SSRN-id1545155.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. *A Fundação*. Disponível em: <<https://www.portal.fiocruz.br/>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

FURTADO, João, et al. Indústria 4.0: A Quarta Revolução Industrial e os Desafios para o Brasil. *In: A indústria do futuro no Brasil e no mundo*. 2019. Disponível em: <https://iedi.org.br/media/site/artigos/20190311_industria_do_futuro_no_brasil_e_no_mundo.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2021.

HALLIDAY, Fred. *A Guerra Fria e seu Fim: Consequências para a Teoria das Relações Internacionais. Contexto Internacional*. Disponível em: <http://contextointernacional.iri.puc-rio.br/media/Halliday_voll6n1.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2021.

IANNI, Octavio. *Estado e planejamento econômico no Brasil*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2010.

IBERDOLA. *What is the global innovation index*. Disponível em: <<https://www.iberdrola.com/innovation/most-innovative-countries>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. PINTEC. *Pesquisa de Inovação. 2017*. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/ciencia-tecnologia-e-inovacao/9141-pesquisa-de-inovacao.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS. UNICAMP. *Biografia*. Disponível em: <<https://portal.ige.unicamp.br/docente/ruy-de-quadros-carvalho>>. Acesso em: 13 abr. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA. *Sobre o IPT*. Disponível em: <<https://www.ipt.br/institucional>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. Sobre o INPE. *História*. Disponível em: <http://www.inpe.br/institucional/sobre_inpe/historia.php>. Acesso em: 12 abr. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. Sobre o INPE. *História*. Disponível em: <http://www.inpe.br/institucional/sobre_inpe/historia.php>. Acesso em: 12 abr. 2021.

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA. *A criação da real academia antecessora do IME*. Disponível em: <<http://www.ime.eb.mil.br/pt/historia.html>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA. *História*. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. *O Inmetro e os Arranjos Produtivos Locais*. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/apls/>>. Acesso em: 13 jun. 2021.

KEEGAN, John. *A History of Warfare*. Versão 1.0. Londres. Pimlico/The Random House Group. Livro eletrônico. 2004. Disponível em: <https://www.amazon.com/A-History-Warfare-John-Keegan/dp/0679730826#reader_0679730826>. Acesso em: 23 mar. 2021.

KHARPAL, Arjun. China spending on research and development to rise 7% per year in push for major tech breakthrough. *CNBC*. 4 mar. 2021. Disponível em: <<https://www.cnbc.com/2021/03/05/china-to-boost-research-and-development-spend-in-push-for-tech-breakthroughs.html>>. Acesso em: 9 mar. 2021.

LONGO, Waldimir Pirró. *O Desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil e suas perspectivas frente aos desafios do mundo moderno: e suas perspectivas frente aos desafios do mundo moderno*. Belém: UNAMA, 2000. pp. 70; 85.

LONGO, Waldimir Pirró. Tecnologia militar: conceituação, importância e cerceamento. In: *Tensões Mundiais: Revista do Observatório das Nacionalidades*, v. 3, n. 5 (jul./dez. 2007). Fortaleza: Observatório das Nacionalidades; São Paulo: Annablume, 2007. p. 112; 120.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha. DGDNTM-1500. *Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha 2018-2021 (PCT&I)*. Brasília-DF. Publicado em 22 nov. 2017, p. IV.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha. DGDNTM-1202. *Normas para o Sistema de Prospecção Tecnológica da Marinha*. Brasília-DF, 2018.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha. DGDNTM-2101. *Normas para o Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha do Brasil*. Brasília-DF, 2019.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha. DGDNTM-2204. *Normas de Funcionamento dos Escritórios Regionais de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha do Brasil*. Brasília-DF, 2020.

MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. EMA-305. *Doutrina Militar Naval*. Brasília-DF. Publicado em 13 de setembro de 2017. Capítulo 1, p. 4.

MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. EMA-413. *Doutrina de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha*. Brasília-DF. Publicado em 02 de maio de 2016.

MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. EMA-415. *Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha*. Brasília-DF. 2021.

MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. EMA-418. *Portfólio Estratégico da Marinha*. Brasília-DF. Publicado em 13 set. 2017. Introdução, p. V; VI e VII.

MARINHA DO BRASIL. Estado-Maior da Armada. *Política Naval*. 2020. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/sites/all/modules/politica_naval/book.html>. Acesso em: 15 mai. 2021. p. 13; 20; 29; 32; 36.

MARINHA DO BRASIL. Instituto de Pesquisas de Marinha. *Termo de Contrato de prestação de serviços que entre si celebram a UNIÃO FEDERAL, por intermédio da MARINHA DO BRASIL, neste ato representado pelo INSTITUTO DE PESQUISAS DA MARINHA (IPqM) E A FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA (FUNDEP)*. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/ipqm/sites/www.marinha.mil.br/ipqm/files/Contrato_20301-2018-003-00_MAGE.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2021.

MARINHA DO BRASIL. *Plano Estratégico da Marinha 2040 (PEM 2040)*. Marinha do Brasil. Estado-Maior da Armada, Brasília-DF: 2020. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/pem2040>>. Acesso em: 18 de mai. 2021. pp. 51; 59; 60; 68; 83

MARINHA DO BRASIL. Programa de Desenvolvimento de Submarinos. *COGESN e parceiros*. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/prosub/parceiros>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

MARINHA DO BRASIL. Secretaria Geral da Marinha. SGM-307. Normas sobre o Sistema de Custos da Marinha do Brasil. Brasília-DF, 2020.

MARINHA DO BRASIL. Secretaria Geral da Marinha. SGM-401. *Normas para a Gestão do Plano Diretor*. Brasília-DF, 2013.

MAZZUCATO, Mariana. *O Estado Empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado*. São Paulo: Portfólio-Penguin, 2014. p. 65; 285; 320.

MCCARTHY, Niall. 10 países que mais formam engenheiros. *Forbes*. 2015. Disponível em: <<https://forbes.com.br/listas/2015/06/10-paises-que-mais-formam-engenheiros>>. Acesso em: 10 abr. 2021.

MILL, John Stuart. *Princípios de Economia Política*. São Paulo: Nova Cultural, 1996. 479 p.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES. *Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022: Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Econômico e Social*. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/images/afinep/Politica/16_03_2018_Estrategia_Nacional_de_Ciencia_Tecnologia_e_Inovacao_2016_2022.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.

MINISTÉRIO DA DEFESA. *Comando da Aeronáutica/Gabinete do Comandante*. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19114753/do1-2017-06-13-portaria-n-881-gc3-de-12-de-junho-de-2017-19114667>. Acesso em: 26 jun. 2021.

MINISTÉRIO DA DEFESA. *Estratégia Nacional de Defesa*. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso_.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2021, p. 35; 77.

MINISTÉRIO DA DEFESA. *Política Nacional de Defesa*. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso_.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2021. p. 11; 18; 24-25; 75.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Portaria n° 1.317/MD, de 11 de fevereiro de 2020. Brasília: 2020. Disponível em: <https://mdlegis.defesa.gov.br/norma_html/?NUM=646&ANO=2020&SER=A>. Acesso em: 27 jun. 2021.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Portaria n° 646/GM-MD, de 11 de fevereiro de 2020. Brasília: 2020. Disponível em: <https://mdlegis.defesa.gov.br/norma_html/?NUM=646&ANO=2020&SER=A>. Acesso em: 27 jun. 2021.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Portaria Normativa n° 9/GAP/MD, de 13 de janeiro de 2016. *Glossário das Forças Armadas - MD35-G-01* (5ª Edição/2015). Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/141/1/MD35_G01.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2021.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Portaria Normativa n° 1.317/MD de 04 de novembro de 2004. Aprova a Política de Ciência, Tecnologia e Inovação (C, T & I) para a Defesa Nacional. *Diário Oficial da União*. Brasília: 8 nov. 2004. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/seprod/servicos-e-informacoes/arquivos/Portaria_Normativa_1317_MD.PDF>. Acesso em: 8 mai. 2021.

MOONSHOT. *The Moonshot Research and Development Program*. 2020. Disponível em: <<https://www.jst.go.jp/moonshot/en/about.html>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

NORDIC INNOVATION. *About us*. Disponível em: <<https://www.nordicinnovation.org/about-us>>. Acesso em: 29 mar. 2021.

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. *About*. Disponível em: <<http://www.oecd.org/about/>>. Acesso em: 29 mar. 2021.

PETROBRAS. Fatos e Dados. *Cenpes: tecnologia para superar desafios em 60 anos de Petrobras*. 2014. Disponível em: <<https://petrobras.com.br/fatos-e-dados/cenpes-tecnologia-para-superar-desafios-em-60-anos-de-petrobras.htm>>. Acesso em: 11 abr. 2021.

PHILLS, James; DEIGLMEIER, Kriss, MILLER, Dale. *Rediscovering social innovation*. Stanford Social Innovation Review, v. 6, n. 4, 2008. Disponível em: <<https://community-wealth.org/sites/clone.community-wealth.org/files/downloads/article-phills-et-al.pdf>>. Acesso em: 01 mai. 2021.

RAND CORPORATION. *Proceedings*. Disponível em: <https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/conf_proceedings/2005/RAND_CF215.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021, p. IX.

RESEARCH IN GERMANY. *Federal Agency for Disruptive Innovation – SPRIN-D*. Atualizado em: 2 dez. 2020. Disponível em: <<https://www.research-in-germany.org/en/research-landscape/r-and-d-policy-framework/agency-to-promote-breakthrough-innovations-%E2%80%93-sprind.html>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

ROCHA, Ivan. *Ciência, tecnologia e inovação: conceitos básicos*. PACT/NE (Programa de Articulação e Capacitação Tecnológica para o Nordeste, ABIPTI/CNPq/SEBRAE, 1996. 102 p.

ROLAND, Alex. *Technology and war: a very short introduction*. New York: Oxford University Press, 2016.

SABATO, Jorge. *Sobre la autonomia tecnológica*. In: GOMES, S.; LEITE, R.C.C. *Ciência Tecnologia e Independência*. São Paulo: Livraria Duas Cidades, 1978. p. 61-62.

SABATO, Jorge; MACKENZIE, Michael. *La producción de tecnología: autónoma o transnacional*. México D.F.: Nueva Imagen, 1982. 183 p.

SACHS, Jeffrey D. *The Ages of Globalization: Geography, Technology, and Institutions*. New York: Columbia University Press, 2020.

SCHACHT, Henning. *Agency for Innovation in Cybersecurity*. In: Federal Ministry of Interior, Building and Community, 2018. Disponível em: <<https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/kurzmeldungen/EN/2018/08/cyberagency.html>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

SCHUMPETER, Joseph Alois. *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle*. Translated by Redvers Opie. London: Transaction Publishers, 2008.

SILVA FILHO, Edison Benedito da; DE MORAES, Rodrigo Fracalossi. *Dos “dividendos da paz” à guerra contra o terror: Gastos militares mundiais nas duas décadas após o fim da guerra fria – 1991-2009*. Ipea. 2016. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1156/1/TD_1754.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2021.

SINGH, Braj. *Study of the US Darpa Model and its Applicability to the Indian Defence Research and Development System*. *Manekshaw Paper*, n. 43. New Delhi: Centre for Land Warfare Studies, 2014.

SOUZA, Kênia Barreiro; DOMINGUES, Edson Paulo. *Mapeamento e projeção da demanda por engenheiros por categoria, setor e microrregiões brasileiras*. 2014. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3432/1/PPE_v44_n02_Mapeamento.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021.

SQUEFF, Flávia de Holanda Schmidt; DE NEGRI, Fernanda. *Ciência e tecnologia de impacto: uma análise do caso DARPA*. In: Capítulo publicado em Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil / organizador: André Tortato Rauen. Brasília: Ipea, 2017. 481 p.

SQUEFF, Flávia Holanda Schmidt. *Sistema Setorial de Inovação em defesa: análise do caso do Brasil*. 2014. IPEA. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3554/1/Radar_n37_sistema.pdf>. Acesso em: 8 mai. 2021, p. 3.

STURARI, Raul. Política e Estratégia. Brasília. 2010. In: FREITAS, Acilino Ribeiro de. *Geopolítica, inteligência, estratégia e diplomacia – do estigma ao paradigma II*. Disponível em: <<https://dialogosdosul.operamundi.uol.com.br/diplomacia/50500/geopolitica-inteligencia-estrategia-e-diplomacia-do-estigma-ao-paradigma-ii>>. Acesso em: 15 mai. 2021. p. 7.

SUNO. *Top down: o que é e como funciona esse conceito?*. Disponível em: <<https://www.suno.com.br/artigos/top-down/>>. Acesso em: 28 jun. 2021.

THE ECONOMIST. *Inventing the future A growing number of governments hope to clone America's DARPA*. Publicado em: 3 jun. 2021. Disponível em: <<https://outline.com/Pdqc5L>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

TOTVS. *Sobre*. Disponível em: <<https://www.totvs.com/sobre/>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

TURCHI, Lenita Maria; MORAIS, José Mauro de Moraes. Políticas de apoio à inovação tecnológica no Brasil: avanços recentes, limitações e propostas de ações. *Ipea*. 2017. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8125/1/Pol%C3%ADticas%20de%20apoio%20%C3%A0%20inova%C3%A7%C3%A3o%20tecnol%C3%B3gica%20no%20Brasil.pdf>>. Acesso em: 08 mai. 2021.

UK PARLAMENT. *Advanced Research and Invention Agency Bill*. Publicado em: 7 jul. 2021. Disponível em: <<https://bills.parliament.uk/bills/2836>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

UNITED NATIONS. Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. *A Conceptual Framework for Science, Technology and Innovation Driven Sustainable Development and the Role of the State* 2015. Disponível em: <https://www.unescap.org/sites/default/files/Conceptual%20framework%20for%20STI_0.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021.

VAN CREVELD, Martin. *Technology and war: from 2000 B.C. to the present*. New York: The Free Press, 1991.

VARGAS, Milton. *Por uma filosofia da tecnologia*. São Paulo: Alfa-Omega, 1994.

VON HUMBOLDT, Wilhelm. Sobre a organização interna e externa das instituições científicas superiores em Berlim. In: Casper, G.; Humboldt, W. V. *Um mundo sem universidades?* 2. ed. Rio de Janeiro: Editora UERJ, 2003. p. 15.

WALTZ, Kenneth. *Theory of international politics*. MA: Addison-Wesley, 1979.

WEG. *Isto é WEG*. Disponível em: <<https://www.weg.net/institucional/BR/pt/this-is-weg>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

WHITEHOUSE. *Historical Tables, Office of Management and Budget from White House – Table 9.7- Summary of Outlays for the Conduct of Research and Development: 1949–2022* (In Current Dollars, as Percentages of Total Outlays, as Percentages of GDP, and in Constant (FY 2012) Dollars). Disponível em: <<https://www.whitehouse.gov/omb/historical-tables/>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

ANEXO A

RELAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA (ICT) DA MARINHA E AS OMPS-C

I) ICT¹¹²

As Organizações Militares abaixo são Instituições Científicas e Tecnológicas (ICT) no âmbito da Marinha do Brasil, conforme preconizado no inciso V, dos art. 2º, da Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, e do Decreto nº 5.563, de 11 de outubro de 2005:

- a) Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha - DGDNTM;
- b) Instituto de Pesquisas da Marinha - IPqM;
- c) Hospital Naval Marcílio Dias - HNMD / Instituto de Pesquisas Biomédicas - IPB;
- d) Centro de Análises de Sistemas Navais - CASNAV;
- e) Escola de Guerra Naval - EGN;
- f) Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira - IEAPM;
- g) Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo - CTMSP;
- h) Centro de Hidrografia da Marinha - CHM;
- i) Laboratório Farmacêutico da Marinha - LFM; e
- j) Centro Tecnológico do Corpo de Fuzileiros Navais - CTecCFN.

II) OMPS-C¹¹³

Criada em 1997, a OMPS-C é a OM que tem como atividade principal a pesquisa e o desenvolvimento de ciência e tecnologia, destacando-se: serviços prestados provenientes de suas pesquisas, fabricação e consequente comercialização dos produtos por ela desenvolvidos, apoio técnico, adestramento e consultoria técnica em sua área de atuação para a MB e, eventualmente, a clientes extra-Marinha

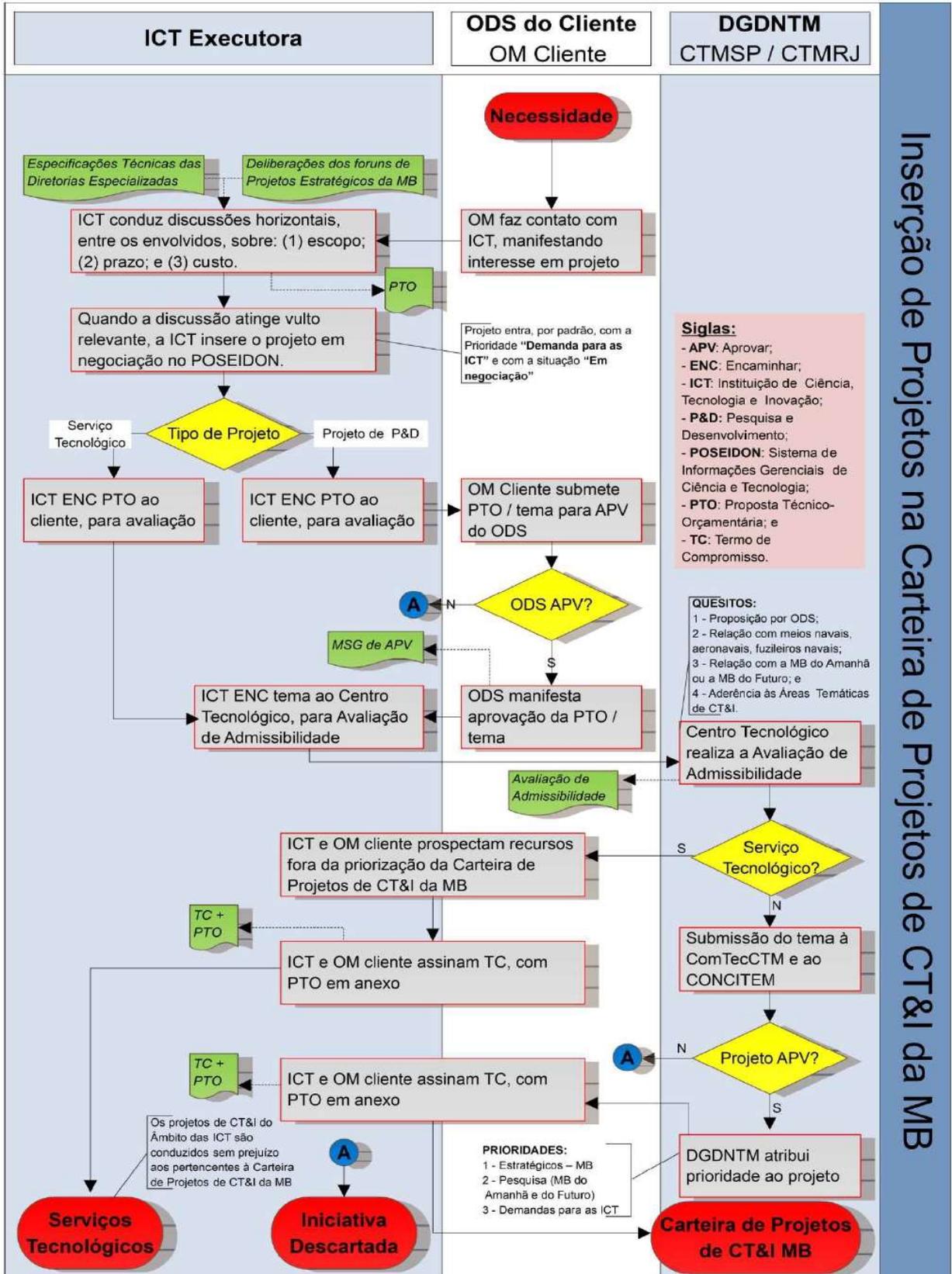
- a) Centro de Análises de Sistemas Navais - CASNAV;
- b) Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira - IEAPM; e
- c) Instituto de Pesquisas da Marinha - IPqM.

¹¹² MARINHA DO BRASIL. *Instituições de Ciência e Tecnologia e de Inovação (ICT) da Marinha*. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/dgdntm/node/75>>. Acesso em: 6 jun. 2021.

¹¹³ MARINHA DO BRASIL. Secretaria Geral da Marinha. SGM-307. *Normas Sobre o Sistema de Custos da Marinha do Brasil*. Publicado em 22 jan. 2020, Anexo F, p. 1.

ANEXO B

PROCEDIMENTOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETOS E SERVIÇOS DE CT&I



ANEXO C

Fluxograma - Processo de Encaminhamento de Propostas de Ações para os Fundos Setoriais

