

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CMG (EN) ANA VALÉRIA GRECO DE SOUSA

TECNOLOGIAS DE CARÁTER DUAL:

Oportunidades e desafios para implantação na Marinha do Brasil

Rio de Janeiro

2022

CMG(EN) ANA VALÉRIA GRECO DE SOUSA

TECNOLOGIAS DE CARÁTER DUAL:

Oportunidades e desafios para implantação na Marinha do Brasil

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

Orientador: Prof. Dr. Thauan dos Santos

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval

2022

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela sua presença em todos os momentos, pela minha saúde e de meus familiares.

Ao meu marido e ao meu filho, agradeço a compreensão e o suporte emocional e profissional, que permitiram a minha dedicação, e que contribuíram de sobremaneira para a elaboração desta tese.

Ao meu pai e à minha mãe, que me ensinaram a perseverar, a despeito das dificuldades que fazem parte da jornada, sempre primando pela ternura e gentileza.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Thauan dos Santos, pela sua disponibilidade, generosidade para comigo e orientação segura e precisa.

À Escola de Guerra Naval, pela excelência do Curso de Política e Estratégia Marítimas.

Aos integrantes do Corpo Docente, pelas lições ministradas e pela dedicação, que com certeza são inspiração para todos os alunos.

Por fim, aos colegas da Turma C-PEM/2022, pelo convívio fraterno, espírito de cooperação e camaradagem.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar o emprego de tecnologia de caráter dual como uma estratégia para fortalecimento da Base Industrial de Defesa (BID), para reduzir custos e prover sustentabilidade aos produtos de Defesa, além de possibilitar à Marinha do Brasil (MB) promover a inovação tecnológica de maneira mais rápida e segura. A metodologia utilizada fundamenta-se na pesquisa bibliográfica, principalmente, além de documentos norteadores de Defesa, como a Estratégia Nacional de Defesa (END). Optou-se por adotar a definição de tecnologia dual ampla, que engloba produtos e processos duais, tendo em vista a importância de ambos para a Defesa. Neste trabalho, demonstra-se que o *Spin-in* é uma estratégia mais eficiente sob o ponto de vista da redução de custos, pois implementar mudanças em produto depois da fase denominada *Critical Design Review* (CDR) e, em uma cadeia de produção já estabelecida, pode ser inviável economicamente, ou até mesmo por conta da tecnologia em questão. A partir das experiências e lições aprendidas sobre políticas de incentivo à dualidade pelos EUA na década de 1990, República Popular da China, União Europeia e Israel, são propostas ações que podem ser aplicadas no âmbito do Ministério da Defesa (MD) e da MB. Para tal, identificou-se e se analisou a estrutura organizacional, documentos condicionantes e políticas de fortalecimento da BID. Assim, observou-se que o MD prevê a dualidade em suas aquisições e desenvolvimentos, como aponta a END. Porém, a Secretaria de Produtos de Defesa (SEPROD), órgão do MD, não define a modalidade e não estabelece orientações ou políticas específicas com esse intuito. Na MB, a situação é semelhante, em que pese o fato de o Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação instituir, a partir de 2021, que as propostas de novos produtos de Defesa contenham potencial de dualidade. Outro aspecto de destaque concentra-se na centralização das aquisições estratégicas no MD, com reforço da dualidade como critério de seleção. Dessa forma, este trabalho apresenta a importância do emprego da tecnologia dual como estratégia na aquisição e no desenvolvimento de tecnologias, e que apesar da ausência de políticas governamentais instituídas, como a MB pode adotar medidas em seu benefício.

Palavras-chave: Tecnologia dual, Base Industrial de Defesa, *Spin-In*, *Spin-off*.

ABSTRACT

This work aims to present the use of dual technology as a strategy to strengthen the Defense Industrial Base (DIB), to reduce costs and provide sustainability to defense products, in addition to enabling the Brazilian Navy (BN) to promote technological innovation faster and safer. The methodology used is based on bibliographic research, mainly, in addition to Defense guiding documents, such as the National Defense Strategy (NDS). A broad definition of dual technology is adopted for this thesis, which incorporates dual products and processes, given the importance of both for Defense. In this work, it is demonstrated that Spin-in is a strategy more efficient from the point of view of cost reduction, since implementing changes in the product after the phase called Critical Design Review (CDR), and in an already established production chain, can be economically unfeasible, or even because of the technology in development could raise difficulties for the manufacture process. Based on the knowledge obtained and lessons learned on policies that increase duality contents by the USA in the 1990s, the People's Republic of China, the European Union and Israel, actions are proposed that can be applied within the scope of the Ministry of Defense (MD) and the BN. Due to that, the organizational structure, conditioning documents, and policies to strengthen the DIB were identified and analyzed. Thus, it is observed that the MD foresees duality in its acquisitions and developments, as pointed out by the Brazilian NDS. However, the Secretary of Defense Products (SEPROD), directly linked to the MD, does not define the modality and does not establish specific guidelines or policies for this purpose. In the BN, the situation is similar, despite the fact that the Science, Technology and Innovation System establishes, as of 2021, that proposals for new defense products contain duality potential. Another important aspect to be taken into account is the centralization of strategic acquisitions in the MD, with the reinforcement of duality as a selection criteria. In this way, this work presents the importance of the use of dual technology as a strategy in the acquisition and development of technologies, and that despite the absence of instituted governmental policies, the MB can adopt measures for its benefit.

Keywords: Dual-use technology, Defense Industrial Base, Spin-In, Spin-Off.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Diagrama da estrutura básica do sistema de aquisição de produtos de Defesa estadunidense.....	30
Figura 2 – Etapas do processo de aquisição de produtos de Defesa norte-americano.....	31
Figura 3 – Desenvolvimentos transversais de KET para tecnologias de uso dual.....	44
Figura 4 – Extrato do organograma do Ministério da Defesa representando a estrutura organizacional da Secretaria de Produtos de Defesa.....	50
Figura 5 – O <i>iceberg</i> científico-tecnológico militar ou BID.....	55
Gráfico 1 – Gastos Militares – 2011 a 2021.....	24
Gráfico 2 – Exportações de produtos de alta tecnologia.....	25
Gráfico 3 – Ranking global de competitividade: posição brasileira no período de 2008 a 2018.....	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Acordo de Compensação
BID	Base Industrial de Defesa
BN	<i>Brazilian Navy</i>
CMI	<i>Civil-Military Integration</i>
COTS	<i>Commercial Off the Shelf</i>
DoD	<i>Department of Defense</i>
END	Estratégia Nacional de Defesa
EUA	Estados Unidos da América
EGN	Escola de Guerra Naval
ESG	Escola Superior de Guerra
ETEC	Encomenda Tecnológica
MB	Marinha do Brasil
MD	Ministério da Defesa
PACTI	Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação
PAED	Plano de Articulação e Equipamento de Defesa
PB	Pesquisa Básica
PBM	Plano Brasil Maior
PComTIC	Política de Compensação Tecnológica, Industrial e Comercial
PCTID	Política de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Defesa Nacional
PDN	Política de Defesa Nacional
PDP	Política de Desenvolvimento Produtivo
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PD&I	Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação
PED	Produto Estratégico de Defesa
PEM	Plano Estratégico da Marinha
PI	Propriedade Intelectual
PINTEC	Pesquisa de Inovação
PITCE	Diretrizes de Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior
PND	Política Nacional de Defesa
PNEI-PRODE	Política Nacional de Exportações de Produtos de Defesa

PNI	Política Nacional de Inovação
PNID	Política Nacional da Indústria de Defesa
PNM	Programa Nuclear da Marinha
POBPRODE	Política de Obtenção de Produtos de Defesa
PPC	Partido Popular da China
PRODE	Produto de Defesa
PROSUB	Programa de Desenvolvimento de Submarinos da MB
RPC	República Popular da China
RETID	Regime Especial Tributário para a Indústria de Defesa
SCTMB	Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação da MB
SD	Sistema de Defesa
SecCTM	Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha
SEPROD	Secretaria de Produtos de Defesa
SisGAAz	Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul
SPE	Sociedade de Propósito Específico
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
TRL	<i>Technology Readiness Level</i>
UE	União Europeia
USD	<i>United States Dollars</i> (Dólares norte-americanos)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 Conceituação do Tema e Delimitação do Problema.....	9
1.2 Fundamentos e Método	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO: CARÁTER DUAL	15
2.1 Definições	15
2.2 Modalidades.....	18
2.3 Operacionalização.....	20
3 ESTRATÉGIAS DE INCENTIVO AO EMPREGO DE TECNOLOGIAS DE CARÁTER DUAL	23
3.1 Estados Unidos da América.....	26
3.2 República Popular da China	33
3.3 União Europeia.....	39
3.4 Israel.....	44
3.5 Conclusões preliminares.....	46
4 A TECNOLOGIA DE USO DUAL NO BRASIL E A MB	47
4.1 Aquisição e Desenvolvimento de Produtos de Defesa.....	47
4.2 Base Industrial de Defesa.....	56
4.3Conclusões preliminares.....	60
5 INCENTIVANDO O EMPREGO DA TECNOLOGIA DE USO DUAL	61
5.1 Considerações Gerais.....	61
5.2 Iniciativas na MB.....	64
6 CONCLUSÃO	68
REFERÊNCIAS.....	72

1 INTRODUÇÃO

1.1 Conceituação do tema e delimitação do trabalho

Este trabalho está pautado na identificação de políticas e mecanismos para incentivo ao desenvolvimento de tecnologias de caráter dual atualmente aplicados no país e por atores internacionais. São analisados os processos internos à Marinha do Brasil (MB), referentes à obtenção de produtos de Defesa. A partir da análise documental, da avaliação de lições aprendidas e da contextualização de um cenário propenso à inovação diante do crescente desenvolvimento de tecnologias, mormente, às associadas à Indústria 4.0¹, são propostas estratégias que potencializem o emprego dessas tecnologias no âmbito da MB, considerando que seja um componente catalisador para o fortalecimento da Base Industrial de Defesa (BID) nacional. Com esse intuito, são identificadas as oportunidades de aperfeiçoamento dos processos de aquisição e de desenvolvimento de produtos de Defesa, em vigor na MB, como também as dificuldades e desafios a serem enfrentados pela força.

Com o término da Guerra Fria, os Estados Unidos da América (EUA), na década de 1990, identificaram o rápido avanço das tecnologias de caráter comercial, inclusive em outras nações, ao mesmo tempo em que houve um declínio da sua indústria de Defesa, em virtude de uma relaxação de ameaças externas, e conseqüente redução do orçamento de Defesa. Estudos foram conduzidos pelo próprio governo visando a manter a supremacia estadunidense em inovação, tecnologia e Defesa, alavancando a economia daquela nação. Buscava-se uma estratégia para viabilizar economicamente as capacidades vitais da indústria daquele país para garantir não somente a segurança nacional, mas que possibilitasse a manutenção de sua liderança econômica e tecnológica global (MEUNIER, 2019, 2020; COWAN, FORAY, 1995).

Os estudos elaborados por instituições governamentais da área de Defesa dos EUA, apresentados por White *et al* (1995, 1996) e Sutton (1994), concluíram que, para se ter acesso às tecnologias mais avançadas a preços mais acessíveis, seriam necessárias mudanças

¹ Indústria 4.0: termo faz referência à quarta revolução industrial – uma nova era de sistemas ciber-físicos alimentados por Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IoT), máquinas autônomas e *big data*. É o próximo passo evolutivo da nossa atual revolução digital para uma nova era de tecnologias conectadas e insights orientados por dados (KALMS, 2018).

nos processos de aquisição e desenvolvimento em Defesa, pois são processos de longa duração e que demandavam recursos vultuosos por parte do governo (MAZZUCATO, 2013). As tecnologias e os sistemas de Defesa devem acompanhar a velocidade dos ciclos de desenvolvimento de produtos comerciais, para que não estejam obsoletas ao término do projeto ou logo após a sua aquisição, dificultando ou até mesmo inviabilizando a manutenção de sistemas e equipamentos ao longo de seu ciclo de vida.

De acordo com a literatura elaborada por instituições ligadas ao Departamento de Defesa (DoD) estadunidense (WHITE *et al*, 1995, 1996; MIRSKY, 1995), define-se tecnologia de uso dual como aquela desenvolvida para uso militar (ou civil) com potencial para ser empregada em produtos orientados ao mercado civil (ou militar). Assim, o emprego de tecnologia de uso dual foi considerado como um componente-chave da estratégia de investimento para manter a superioridade de desempenho e a acessibilidade das forças militares dos EUA ao novo ambiente tecnológico e econômico da época.

Outros países, desenvolvidos ou emergentes, como o Brasil, também adotaram a mesma estratégia, cada qual com suas peculiaridades. Para estes últimos, têm sido observadas ações modestas para incentivar o desenvolvimento de tecnologias de caráter dual e tornar o seu emprego em realidade de fato (SORENSEN, 2009), e os resultados, em geral, apontam para a ocorrência de transbordamento do setor militar para o comercial não intencional.

Considerando a Política Nacional de Defesa (PND) e a Estratégia Nacional de Defesa (END) brasileiras, entende-se que há o incentivo ao emprego da tecnologia de caráter dual na modalidade *Spin-off*, em que um produto é desenvolvido para um determinado setor, e, posteriormente, seu uso “transborda” para o outro. Porém, White *et al* (1996) e Cowan e Foray (1995) enfatizam que tal modalidade tem eficiência limitada, pois, uma vez que a produção industrial esteja definida, a modificação do processo de fabricação pode ser lenta e custosa. Por isso, depreende-se que o *Spin-In* direto é uma abordagem a ser adotada preferencialmente no âmbito da MB.

As tecnologias de caráter dual podem, portanto, propiciar um ambiente no qual as empresas que fazem parte da base da indústria de Defesa se envolvam em uma produção mais orientada ao setor civil para desenvolver suas capacidades, e comercialmente aprender a acomodar as necessidades dos governos e demais setores militares. Isso possibilita ganhos

de escala à produção e implica em provável sustentabilidade do produto durante seu ciclo de vida (LESKE, 2018).

Outro aspecto abordado pela literatura em estudo, é a relevância da articulação dos partícipes da tríplice-hélice, “Academia-Estado-Indústria”, como um dos fatores essenciais ao desenvolvimento e sustentabilidade da indústria de tecnologia e inovação. Além disso, cada vez mais, em virtude dos avanços de tecnologias como a Inteligência Artificial e a internet 5G, por exemplo, a dualidade se faz presente de forma intrínseca à natureza da própria tecnologia (MEUNIER, 2020). Assim, Estados centrais têm ampliado a políticas governamentais, para incremento da sinergia do tríplice-hélice em busca da inovação, e impõem regulamentações restritivas à disseminação de tecnologias avançadas para outros países (BEHERA, 2017; GOURE, 2015).

Em face do exposto, pretende-se, com este trabalho, avaliar como atores internacionais desenvolvidos e emergentes incentivam o emprego de tecnologias de caráter dual por meio das três categorias citadas de maneira eficiente, além de identificar os processos utilizados na MB e propor ações para aprimorar a estratégia interna implementada atualmente, visando a contribuir para a sustentabilidade da base industrial de Defesa para os projetos e programas, diante das limitações orçamentárias e dificuldades de transferência de tecnologia. Como estudo de caso, avaliou-se a estratégia empregada pelos EUA desde a década de 1990 até os dias de hoje, destacando-se, primordialmente, as lições aprendidas nesse período, por se tratar do Estado que possui o maior investimento e base industrial em Defesa no mundo.

Adicionalmente, foram descritas as iniciativas em andamento atualmente na China, na União Europeia e em Israel, com o objetivo de ilustrar como fomentam o emprego de tecnologias de caráter dual, tendo sido considerada a eficácia de suas políticas em prol da questão e a relação entre os respectivos Produtos Internos Brutos (PIB) e gastos militares, como critérios de seleção para análise neste trabalho. Dessa forma, buscou-se um panorama amplo e diversificado, propício ao enriquecimento das contribuições para o Brasil e a MB.

Com esse foco, a questão central que norteia esta tese recai sobre como a Marinha do Brasil pode se beneficiar das categorias citadas para desenvolvimento de tecnologia de caráter dual considerando os processos de aquisição e de desenvolvimento de tecnologias, em especial, fomentando a indústria de Defesa. Destarte, foi identificada a estratégia de outras nações que possuem experiência consolidada em incentivar o emprego de tecnologia

de caráter dual, neste caso, EUA, República Popular da China, União Europeia (UE) e Israel. Adicionalmente, buscou-se abordar também a questão sob o viés das tecnologias 4.0. Em seguida, são analisados os documentos referentes às políticas nacionais do Brasil que afetam a questão, e analisa-se a sistemática da MB para a aquisição e desenvolvimento de produtos de Defesa, visando identificar quais as modalidades de emprego de tecnologia dual são mais adequadas e como podem ser inseridas na força, por meio de adaptações nos processos e metodologias em vigor.

Ao final, são propostas ações, no âmbito da MB, para incrementar o emprego de tecnologia dual na instituição – com base na experiência internacional analisada –, impulsionando a BID e a integração com a academia, destacando as oportunidades e os desafios para se operacionalizar uma sistemática. Sugerem-se que tais ações sejam incorporadas à sistemática atual de aquisição e de desenvolvimento de produtos de Defesa, e que instrumentos e mecanismos já institucionalizados como os Acordos de Compensação (AC), e as contratações sob a modalidade de Encomenda Tecnológica (ETEC) sejam aprimorados para buscar aumentar o potencial dual da tecnologia por meio da inovação.

1.2 Fundamentos e Método

O arcabouço teórico principal constitui-se de estudos elaborados pelo “*Institute for Defense Analyses*” dos EUA, por exemplo, a partir da década de 1990 até os dias de hoje, para apresentar a metodologia empregada pelo Estado que detém a estrutura e organização da indústria de tecnologia e Defesa de maior notoriedade global; artigos científicos e livros que exemplificam como países emergentes, no caso, República Popular da China e Israel, têm se empenhado para alavancar a indústria nacional de Defesa a partir do emprego de tecnologias de caráter dual, além da sistemática implementada pela União Europeia para ampliar a rede de inovação e fortalecer a base industrial desse bloco econômico por meio da disseminação da dualidade; documentos, normas e arcabouço jurídico que regem e orientam as Forças Armadas e a indústria brasileira, como a PND, END, PAED, PEM 2040, dentre outras; normas da MB que definem e determinam os processos de aquisição e desenvolvimento de produtos de tecnologia em Defesa; mapeamento comparado da BID (LESKE, SANTOS, 2020); e documentação referente à conceituação e à legislação de Acordos de Compensação (AC)

Offset, Encomenda Tecnológica e itens COTS², para que, no âmbito da MB, sejam ferramentas que impulsionem o desenvolvimento de tecnologias de caráter dual pela BID, como a tecnologias afetas à Indústria 4.0.

Para atingir o propósito deste trabalho, utilizou-se do método dedutivo, partindo-se de uma análise exploratória e investigativa de documentos oficiais do governo brasileiro, tais como a sua política e estratégias de Defesa, além de estudos, relatórios e levantamento de dados realizados nos tópicos de interesse elaborados por outras instituições.

Trata-se de um estudo descritivo e analítico, que consolida vasta referência bibliográfica já existente sobre o tema, incorporando propostas de aperfeiçoamento dos processos em lide até o momento, fundamentadas nas estratégias e lições aprendidas de outras nações, associadas às especificidades do país e da MB. Para tal, foram utilizadas as instalações e bibliotecas da Escola Superior de Guerra (ESG) e da Escola de Guerra Naval (EGN), bem como a Rede de Bibliotecas Integradas da Marinha (Rede BIM).

A abordagem é qualitativa, com pesquisa documental de forma a colher dados que possam permitir a identificação de capacidades, limitações e oportunidades de melhoria nos processos de aquisição e desenvolvimento de produtos de Defesa, como também a manutenção ao longo do ciclo de vida, resultando em incentivo à indústria nacional pelo emprego de tecnologia dual (VERGARA, 2007). A título de exemplo, pretende-se apresentar elementos a serem incluídos e/ou modificados na fase de elaboração de especificações, visando a inserir na cultura organizacional a busca por produtos e o desenvolvimento de projetos que contenham tecnologias de caráter dual, além de contribuir para a promoção de parceiros da BID que tenham o mesmo objetivo.

É importante ressaltar que, apesar da relevância do assunto, por tratar de questões militares e atinentes, muitas vezes a recursos financeiros estratégicos de um Estado, há dificuldade em coletar dados estatísticos recentes. Somam-se a esse fato, os dois anos da pandemia de COVID-19 (março de 2020 a março de 2022), aumentando ainda mais a carência de dados nesse período.

A tese é composta por 6 capítulos, sendo o primeiro capítulo a sua introdução. No capítulo 2, apresenta-se o resultado da revisão bibliográfica sobre o tema, concentrando-se

² COTS: Itens de pronto uso, comumente denominados de “itens de prateleira” em alusão às prateleiras dos estabelecimentos comerciais, e originário da expressão em inglês *Commercial Off-The-Shelf*, de domínio público.

na descrição de conceitos, definições e uma pesquisa histórica e documental afetos à tecnologia de caráter dual. No capítulo, apresenta-se o incentivo ao emprego desse tipo de tecnologia como uma estratégia para fortalecimento da base industrial, redução de investimentos governamentais na indústria de Defesa, e concomitantemente, dar suporte à gestão do ciclo de vida de equipamentos e sistemas de Defesa.

O capítulo 3 contém as estratégias e políticas governamentais adotadas pelos EUA, República Popular da China e Argentina, com o objetivo de propiciar a formulação de ações que possam vir a contribuir para melhorar a aquisição e desenvolvimento de tecnologia na MB, aumentando o a presença de componentes de caráter dual. No capítulo 4, o foco recai sobre a situação atual no país, convergindo para o âmbito da MB. Neste caso, apresenta-se um breve resumo do mapeamento da Base Industrial de Defesa, a partir da análise elaborada por Leske e Santos (2020), e inclui-se também uma pesquisa documental das principais leis, normas e/ou regulamentos, nacionais alusivos ao objeto de pesquisa deste trabalho. O objetivo será correlacionar os processos estabelecidos na MB e as suas ferramentas com as modalidades apresentadas.

No capítulo 5, com base em pesquisa exploratória de documentos, são extraídas e listadas as principais capacidades, limitações e oportunidades para implementação na Marinha do Brasil. Em seguida, destaca-se a análise dos atores apresentados e propõem-se ações para melhorar processos de aquisição e desenvolvimento de tecnologia no âmbito interno da MB, que englobam alterações nas fases de elaboração de especificações, análise de viabilidade de projeto, e qualificação do pessoal envolvido. A conclusão do trabalho, limitações da pesquisa e uma sugestão de trabalhos futuros são apresentadas no capítulo 6.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS: CARÁTER DUAL

Este capítulo apresenta os conceitos que norteiam a expressão “uso dual” e suas aplicações atinentes à indústria de Defesa, além das especificidades da Indústria 4.0. Com esse objetivo, apresentam-se as definições de produto, de processo e de tecnologia de uso dual, com o intuito de esclarecer e distinguir as suas diferenças, estabelecendo-se a terminologia adotada neste trabalho. Em seguida, definem-se as áreas que compõem a Indústria 4.0, e destacam-se aquelas que denotam maior aderência à dualidade, visando a proporcionar maior eficiência às políticas de incentivo ao emprego de tecnologias de caráter dual.

Por fim, explora-se a operacionalização do uso dual por meio de iniciativas e lições aprendidas por outras nações, diante das necessidades comerciais e militares a serem atendidas. Conclui-se este capítulo abordando questões relacionadas à relevância do uso dual para atender aos requisitos de emprego na Defesa e à realização de operações militares.

2.1 Definições

Segundo Sutton (1994), o emprego de tecnologias de usos dual pode ser considerado como uma estratégia que apresenta os seguintes benefícios:

- (1) garantia de que os elementos-chave, críticos para a segurança nacional, da base tecnológica comercial doméstica permaneçam na vanguarda;
- (2) apoio à transição de tecnologia patrocinada pela Defesa e a integração da produção militar com base da indústria comercial; e
- (3) facilita a inserção de tecnologias comerciais em sistemas militares.

Assim, o uso dual refere-se, em linhas gerais, a qualquer elemento que possua duas formas de emprego. Porém, uma revisão mais apurada da literatura revela diferentes definições em razão de seu emprego e de interpretação. De acordo com White *et al* (1995), o termo “tecnologia de uso dual” refere-se à tecnologia que possui aplicações militares como também potencial para utilização na produção comercial, em campos de pesquisa e desenvolvimento. Isso significa que algumas tecnologias são importantes tanto para a indústria de Defesa quanto para clientes comerciais. A tecnologia de sensores de imagem, por

exemplo, tem amplas aplicações em sistemas de vigilância, câmeras de vídeo e sistemas de visão robótica que encontram usos militares e comerciais. De modo geral, entende-se que grande parte das tecnologias importantes de hoje pode ser considerada de uso dual.

Outra definição a destacar é a de “processos de uso dual”, que são aqueles que podem ser usados na fabricação de produtos comerciais e de Defesa, como soldagem, controle de processos e projetos auxiliados por computador. Especificamente para aquisição de Defesa, esses processos são frequentemente vinculados aos padrões militares que podem torná-los únicos para a Defesa, resultando na segregação da produção de tecnologias de Defesa da produção comercial.

Já “produtos de uso dual” são itens utilizados por clientes militares e comerciais. Exemplos notáveis são os sistemas de posicionamento global usados para navegação conhecidos pela sigla na língua inglesa, GPS (*General Positioning System*), motores de aeronaves e grande parte dos equipamentos médicos e de segurança usados na Defesa. Alguns produtos comerciais modificados são semelhantes aos usados pelos militares e, por conseguinte, passam a ser considerados de uso dual. Alguns exemplos norte-americanos e de conhecimento público são a aeronave KC-10A *Extender*, que é uma versão modificada da aeronave comercial McDonnell-Douglas DC-10, e o veículo de carga leve CUCV, uma versão modificada da caminhonete Blazer da Chevrolet, como descrito em White *et al* (1996).

Meunier (2019) aborda a questão também sob o olhar de uma empresa de Defesa, considerando que, ao adotar uma estratégia dual, isto também pode representar a diversificação de seus mercados para o setor civil, atendendo à estruturação de uma tecnologia que atua no mercado militar, promovendo a externalização de parte da produção ou de algumas tecnologias para o setor civil. Essa ambivalência também se estende às políticas públicas (Cowan, Foray, 1995).

Em geral, a capacidade de o Setor de Defesa de realizar aquisições diretas do meio civil, ou seja, comprar produtos de uso dual é bastante complexa e limitada devido aos requisitos de especificações e dos padrões militares. Adicionalmente, entende-se que limitações de demanda venham a impedir que empresas comerciais alterem linhas de produção de modo a cumprir os requisitos técnicos e regulamentos de produtos de Defesa, dentre outras considerações. Sem a produção em escala, torna-se difícil a sustentabilidade e apoio logístico do referido produto.

Considerando os conceitos ora apresentados, White *et al* (1996) também destaca a importância da integração comercial-militar, comumente conhecida pela sua sigla CMI (*Commercial-Military Integration*), e que o conceito se distingue de uso dual, regularmente empregado. Para explicitar as diferenças, uso dual refere-se a um produto ou processo que tem aplicações militares e comerciais, tecnologias cujo emprego é aplicável em ambos os setores. Em suma, o conceito de uso dual ou dupla utilização, relaciona-se com as características de um processo de produto, ou *know-how*, sem levar em conta a conveniência de sua aplicação em qualquer setor. O CMI, por outro lado, é um processo que busca explorar a "dupla utilidade" de produtos ou processos para chegar a soluções mais eficientes e econômicas conjuntamente para ambos os setores comercial e militar.

Com base na relevância dessa característica, o CMI fez parte das orientações do DoD na primeira década após o término da Guerra Fria (MIRSKY, 1995), e é um dos pilares do plano de desenvolvimento da base industrial e de Defesa 2015-2025 da República Popular da China, tendo sido estabelecido em suas diretrizes, como aponta Nouwens e Legarda (2018). A integração comercial-militar é alcançada quando há produção de produtos comercialmente viáveis e úteis militarmente, e esta é realizada conjuntamente com insumos de produção comuns. Dessa forma, os produtos são vendidos a preços comparáveis aos estabelecidos pelos mercados comerciais, e permite-se a expansão da demanda pelos setores civil e militar, trazendo sustentabilidade à fabricação e à manutenção do produto.

Essa definição envolve dois aspectos distintos: a engenharia, que assegura a uniformidade de recursos e técnicas de produção; e a economia, que assegura a compatibilidade de custos e preços. O primeiro representa as considerações militares tradicionais em relação ao desempenho e regulamentação; o último, as preocupações de acessibilidade e sustentabilidade da cadeia de produção.

Para este trabalho, empregar-se-á uma definição generalista, em que o caráter dual da aplicação se refere a um produto, processo ou tecnologia que satisfaça as necessidades militares ao mesmo tempo que exibe viabilidade comercial no mercado. Pretende-se identificar formas de como o Estado, em particular, a MB, pode programaticamente buscar uma maior interdependência da base industrial militar com a comercial por meio da operacionalização de fundos do setor público, portanto, uma atividade que pode ser denominada de investimento de uso dual.

2.2 Modalidades de uso dual

Com base na literatura revisada, é possível estabelecer duas modalidades, ou estratégias, que se aplicam igualmente a tecnologias, produtos e processos, e que seriam consideradas como veículos para aporte de investimentos e desenvolvimento de políticas de incentivo. Serão mantidos os termos na língua inglesa, pois já são de amplo domínio público.

2.2.1 *Spin-off*

A transferência ou transbordamento de tecnologias de Defesa para uso comercial é denominada na literatura como *Spin-off*, isto é, um subproduto ou um resultado não esperado de uma tecnologia de Defesa passa a ser empregado no meio civil. Em geral, se este não for perseguido como parte de um objetivo abrangente de promoção do uso dual, e em vez disso, ocorrer por acaso, ou seja, não planejado, é definido como *Spin-off* casual ou não-intencional. Se tiver sido planejado, constitui-se de um *Spin-off* proposital (COWAN e FORAY, 1995; WHITE *et al*, 1995, 1996; MEUNIER, 2021).

Por oportuno, a transferência de tecnologia da Defesa para o meio civil engloba questões complexas referentes ao sigilo de dados e informações, por exemplo, que por sua vez, podem causar impacto inclusive na organização e no pessoal envolvido na empresa recebedora. Uma abordagem com potencial para avançar o emprego de tecnologias de caráter dual é financiar, conscientemente, atividades que busquem aplicações comerciais para capacidades de Defesa, ou seja, um *Spin-off* intencional (ou proposital). Para que seja benéfico para a Indústria de Defesa, está implícito que as partes originalmente produzidas para o meio militar e que forem fornecidas comercialmente reterão utilidade militar suficiente para permanecer relevante para as necessidades daquele Setor. Tal modalidade é geralmente favorecida por ações de organizações governamentais de pesquisa e desenvolvimento (CAO *et al*, 2020).

2.2.2 *Spin-in*

Ao utilizar instalações civis para a produção de um item de Defesa ou aplicá-lo em no meio militar, Cao *et al* (2020) descrevem o processo como *Spin-in*. A expressão de origem na língua inglesa traz o conceito de incorporação. Destarte, *Spin-in* também se refere à adoção de itens comerciais de pronto uso, notadamente conhecidos como COTS, por exemplo. No

relatório de White *et al* (1996), acrescenta-se mais uma categoria de produtos de interesse, denominada *Non Developmental Item*³ (NDI). Esta terminologia estabelecida em 1986 pelo Congresso estadunidense representa itens prontos, mas que foram desenvolvidos com recursos governamentais, ou que necessitem de modificações, de modo que não impliquem em provisionamento adicional de recursos dessa natureza para atender às necessidades das forças armadas ou da sociedade civil. Tal categoria pode ser enquadrada na modalidade também conhecida como *Spin-in* direto.

Ambos os relatórios de White *et al* (1996) e de Mirsky (1996) descrevem que com a redução dos investimentos de Defesa após a Guerra Fria e o avanço das tecnologias comerciais, a referida abordagem ganhou popularidade. Assim, um programa para promover o *Spin-in* direto se concentraria na seleção e financiamento da aquisição de produtos, processos ou tecnologias prontas para uso que requeiram pouca ou nenhuma modificação para atender aos requisitos da missão das forças armadas. Contudo, ao fundamentar uma política de aquisição de itens COTS, deve-se ter especial atenção à rápida obsolescência associada a esse tipo de produto, aliada à manutenção ser provida, em geral, pelo fabricante em exclusividade. Ou seja, o aspecto logístico deve ser considerado na gestão do ciclo de vida.

Dessa forma, há necessidade de se estabelecer uma política de aquisição do item e de gerenciamento de estoque que tenda a minimizar os custos de adaptação do sistema para receber o componente substituto do item obsoleto. Gutierrez (2002) reforça a importância de incluir análises prévias à aquisição de itens COTS e NDI acerca de defeitos e problemas na operação e na manutenção do item, como também, alerta para a necessidade de testes e avaliações logo após o recebimento de itens, visando a confirmar as características de desempenho militares, de acordo, principalmente, com a criticidade do componente.

Em contraposição ao *Spin-in* direto, quando se opta por uma abordagem de financiamento de atividades no setor comercial para influenciar seu desenvolvimento em capacidades que atendam conjuntamente às necessidades dos setores militar e comercial, denomina-se *Spin-in* indireto. Essa modalidade permite que o setor de Defesa se beneficie de

³ *Non Developmental Item*: é qualquer item de fornecimento previamente desenvolvido para emprego exclusivo por instituições governamentais ou governo estrangeiro com o qual os EUA tenham um acordo de cooperação de defesa; e qualquer item comercial que exija apenas pequenas modificações no mercado comercial para atender aos requisitos do departamento ou agência governamental. Tradução livre da definição apresentada por GUTIERREZ (2002, p. 66).

investimentos no setor comercial para desenvolvimento de produtos, trazendo maturidade e escalabilidade da produção, por exemplo.

De acordo com White *et al* (1995; 1996), considera-se que ao assegurar a tecnologia dual como estratégia para fortalecimento da Base Industrial de Defesa de um país, abarca-se um papel maior para a base industrial comercial e sua importância para a segurança nacional, onde se inclui a Defesa e a própria segurança econômica, elevando o conceito de base industrial disponível para a Defesa. Outros aspectos relevantes a serem considerados é que essa abordagem propicia a criação de postos de trabalho qualificados para cidadãos brasileiros, mantendo e promovendo o desenvolvimento de produtos internos à nação, e colabora para melhoria da balança comercial com a ampliação das oportunidades de o setor militar adquirir produtos internamente a menor custo, como também exportar produtos dessa natureza.

2.3 Operacionalização do uso dual

Depois de apresentar as estratégias de emprego de tecnologias de caráter dual, cabe definir como incentivar e viabilizar a sua aplicação, em um ambiente moldado pela necessidade de inovação e caracterizado por inter-relacionamentos dinâmicos, desde a descoberta no meio científico, estendendo-se a sua fabricação e ao ciclo de vida. Ademais, há casos em que os requisitos militares não podem ser atendidos por tecnologias encontradas no meio civil, ou implicam em modificações nas linhas de produção que não são economicamente rentáveis. Por outro lado, quando há junção desses requisitos, abre-se uma oportunidade de alavancar os investimentos no setor privado para acelerar o desenvolvimento de tecnologias e melhorar a acessibilidade por meio da economia de mercado. Investimentos no setor privado e tecnologias comerciais formariam a base para a segurança nacional.

A busca pela dualidade não é uma tarefa simples, apesar de os EUA possuírem políticas de incentivo há mais de 50 anos (WHITE *et al*, 1996), até bem pouco tempo era retratada pela literatura como um fardo tanto para militares, quanto para a base industrial comercial e de Defesa. Teoricamente, seria uma estratégia viável, mas, na prática, de difícil implantação. Mirsky (1995) aponta que as justificativas recaem sobre questões associadas a requisitos de design, que muitas vezes impõem a criação de nova linha de produção, processos

e qualificação de pessoal, que pressionam os limites da viabilidade. Outro fator de destaque é o alto custo da mão de obra especializada e dos requisitos de administrativos, como a segurança de instalações e informações, que a indústria de Defesa demanda.

Em que pesem as dificuldades apontadas por White *et al* (1996), ainda existe um amplo espectro de possibilidades de emprego de tecnologias de uso dual entre o meio estritamente militar e o puramente comercial. Há tecnologias, produtos e processos que são mais propícios para atender conjuntamente as necessidades dos dois setores que outros, além de características específicas relacionadas ao campo de operação, por exemplo, que são determinantes nesse processo. A título de exemplo, tecnologias inovadoras, integrantes da Indústria 4.0, estão ampliando o seu espectro de atuação e aumentando rapidamente a sinergia entre meio civil e militar, por meio da inteligência artificial, robótica, computação quântica, 5G, drones e veículos autônomos. Assim, vislumbram-se oportunidades na implantação de sistemas de manufatura flexíveis que permitam a produção conjunta de variantes militares e comerciais de determinado item sob a mesma instalação fabril, como também a inserção de itens comerciais em plataformas militares e o investimento em novas tecnologias em que se prevê o uso dual.

Embora o uso dual possa ser considerado como fundamental para o fortalecimento da base industrial, para que as fontes comerciais possam ser usadas para atender às necessidades militares, White *et al* (1995, 1996) destacam a importância de se aproximar as forças armadas de práticas comerciais, tornando o setor mais atrativo economicamente e menos dependente de recursos do Estado. Para tal, há de se realinhar a elaboração das especificações técnicas, por exemplo, sem prejuízo à qualidade e aos requisitos operacionais, por exemplo.

Outro aspecto relevante, é a necessidade de planejar com antecedência o emprego de tecnologias de caráter dual para evitar que ocorram restrições de acessibilidade dos sistemas, visto que alterar um projeto após o estágio de Pesquisa e Desenvolvimento pode implicar em não atender capacidades concomitantes tanto na produção, como também, na montagem final, tornando o processo altamente dispendioso. Considera-se como fato a incorporação de determinadas tecnologias comerciais atuais em sistemas de Segurança e Defesa, cabe ao setor militar adotar os princípios de engenharia simultânea, manufatura flexível e ágil, ao elaborar projetos, que promovam o desenvolvimento e a produção de tecnologias de uso dual. Por oportuno, buscar requisitos militares mais flexíveis, de modo a

acomodar abordagens comerciais, em rápida evolução, para definição de produto/processo, design, desenvolvimento, produção e distribuição, apresenta-se como uma prática a ser incentivada. Ademais, deve-se pesar onde os custos de manter o sigilo superam claramente os benefícios potenciais de abordagens comerciais (COWAN, FORAY, 1995; MEUNIER, 2019, 2020).

Se o objetivo final é incrementar a confiança em capacidades industriais comerciais, o setor militar deve estar disposto a aceitar as implicações que o cercam, incluindo design comercial, desenvolvimento, contabilidade, pessoal entre outros. Isso é fundamental para o sucesso do emprego de tecnologias de caráter dual, uma vez que as empresas comerciais não tendem a participar voluntariamente dos esforços de integração se os requisitos militares representarem um empecilho para suas aspirações (MIRSKY, 1995; GUTIERREZ, 2002). Por oportuno, vale ressaltar o fato de que em 1994, como aponta Bergman (1996), os EUA deram início a uma reforma nos procedimentos de elaboração das normas e especificações militares, com o intuito de estabelecer um processo de aquisição baseado em desempenho, implementar melhorias nas normas e nos documentos para padronização, além de gerar uma mudança cultural irreversível. Para o DoD, era necessário “quebrar as barreiras” de requisitos militares exclusivos e detalhados para que o setor militar passasse a ter acesso à base industrial comercial.

Assim, depreende-se que os interesses comerciais e do setor de Defesa devem "se cruzar" o mais cedo possível, primordialmente, nas fases de pesquisa aplicada ao desenvolvimento de produto/processo, em vez de as fases tardias de desenvolvimento de produtos e compras comerciais diretas, trazendo maior eficiência ao processo de uso dual.

Apesar do avanço das políticas de incentivo e da própria maturidade obtida ao longo do tempo, é fato de que a produção exclusivamente (ou parcialmente) militar continuará a existir, e que caberá aos partícipes dos processos de aquisição e desenvolvimento de novas tecnologias identificar oportunidades e escolher a melhor estratégia para promover o emprego da dualidade de acordo com as políticas de Estado e diretrizes das instituições a que pertencem.

3. ESTRATÉGIAS DE INCENTIVO AO EMPREGO DE TECNOLOGIAS DE CARÁTER DUAL

Este capítulo visa a apresentar as estratégias de incentivo ao emprego de tecnologias de uso-dual adotadas por atores externos que atuam em âmbito global. Apesar das diferenças entre os atores selecionados e o Brasil no que tange à amplitude de investimentos e o próprio desenvolvimento de suas bases industriais, por exemplo, a intenção é abordar períodos e fases distintas da implantação das estratégias com o intuito de identificar as práticas exitosas e as lições aprendidas e, por fim, analisar o que pode ser aplicado no país, especialmente na MB, de maneira estruturada e eficaz. O fato de terem sido selecionados países/regiões de diferentes continentes e graus de desenvolvimento científico-tecnológico constitui-se de mapeamento das ações envidadas no exterior, com o propósito de fundamentar a elaboração de propostas específicas para o caso do Brasil. Efetivamente, não se pretende sugerir uma reprodução das políticas e práticas realizadas nesses contextos.

A partir dessa abordagem, este trabalho apresenta o resultado de estudos elaborados por órgãos do governo estadunidense nos anos de 1990 a 2000 para operacionalizar e implementar programas para impulsionar o desenvolvimento de tecnologia dual; a tecnologia dual na União Europeia (UE) no período de 2000 em diante, em face do reconhecimento da importância da sua aplicação demonstrada por Estados como Alemanha, França e Reino Unido; a República Popular da China (RPC) obtém um crescimento tecnológico acelerado a partir da institucionalização do seu plano *Made in China 2025*, em 2015, com a incorporação da integração de setores comercial e de Defesa; e Israel, que desponta pela indústria de alta tecnologia e de Defesa.

Para contextualizar os níveis dos aportes de recursos orçamentários no setor militar, e os níveis de exportação de produtos de alta tecnologia, são apresentados nos GRAF. 1 e GRAF. 2 os dados referentes ao desempenho desses atores, nos períodos de 2011 a 2021, e 2007 a 2020, respectivamente, em virtude das bases de dados abertas disponíveis. Em ambos os gráficos, empregou-se a escala logarítmica para facilitar a visualização dos valores referentes aos gastos militares e aos montantes exportados por cada nação, respectivamente.

O GRAF.1 ilustra os gastos realizados por essas nações no período de 2011 a 2021. No caso da UE, optou-se por destacar as despesas militares de maior destaque em vez de apresentar o montante referente ao bloco, com o intuito de ressaltar a sua heterogeneidade.

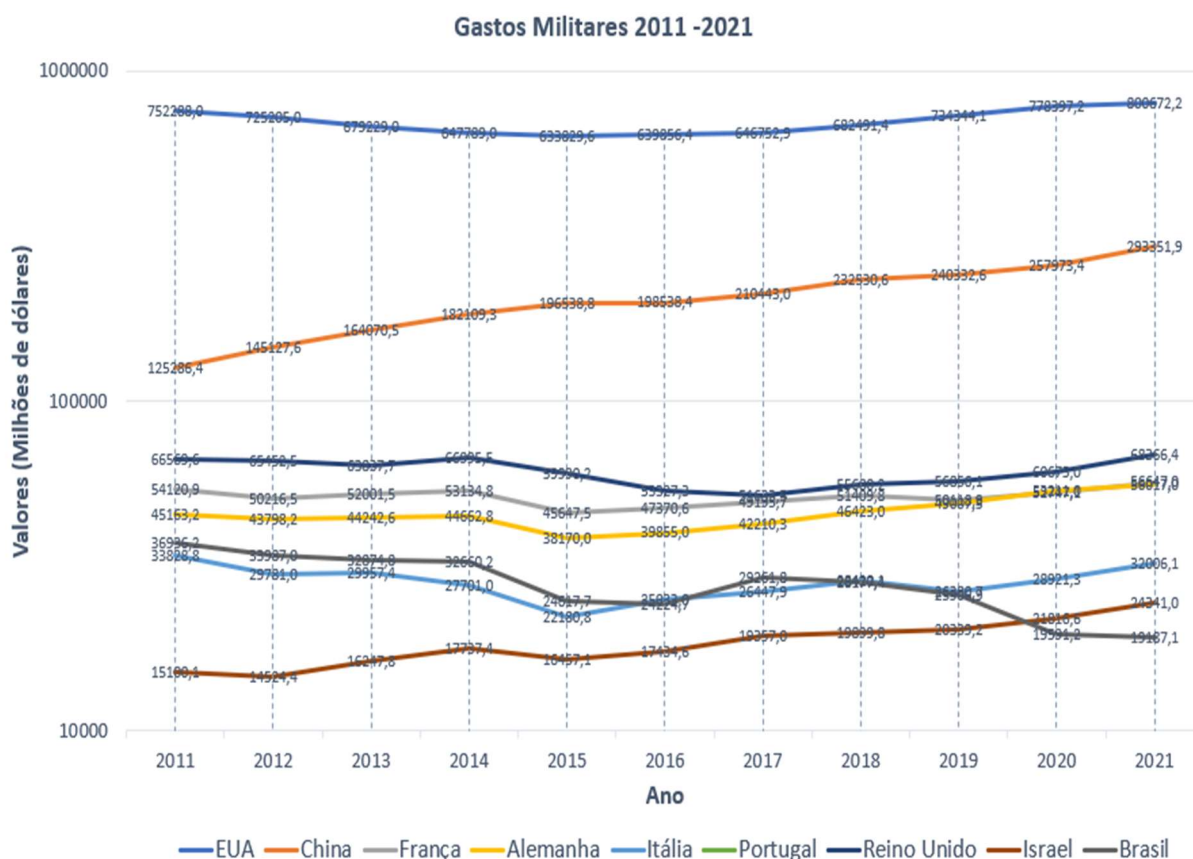


GRÁFICO 1 – Gastos Militares – 2011 a 2021. Adotada a escala logarítmica no eixo dos valores. Os gastos portugueses variaram no período entre 3.5 a 4.9 bilhões de dólares anuais, ficando abaixo da representação gráfica.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados disponibilizados em SIPRI (2022).

O GRAF.2 ilustra o montante das exportações referentes à alta tecnologia no período de 2007 a 2020 (WORLD BANK, 2022). Destaca-se a supremacia da RPC e a contribuição marcante da Alemanha perante os demais membros da UE. Nota-se a queda de desempenho do Brasil nos últimos anos.

Por meio dos gráficos, é possível visualizar a diferença da ordem de grandeza dos investimentos nas áreas apresentadas, trazendo diversidade aos atores selecionados.

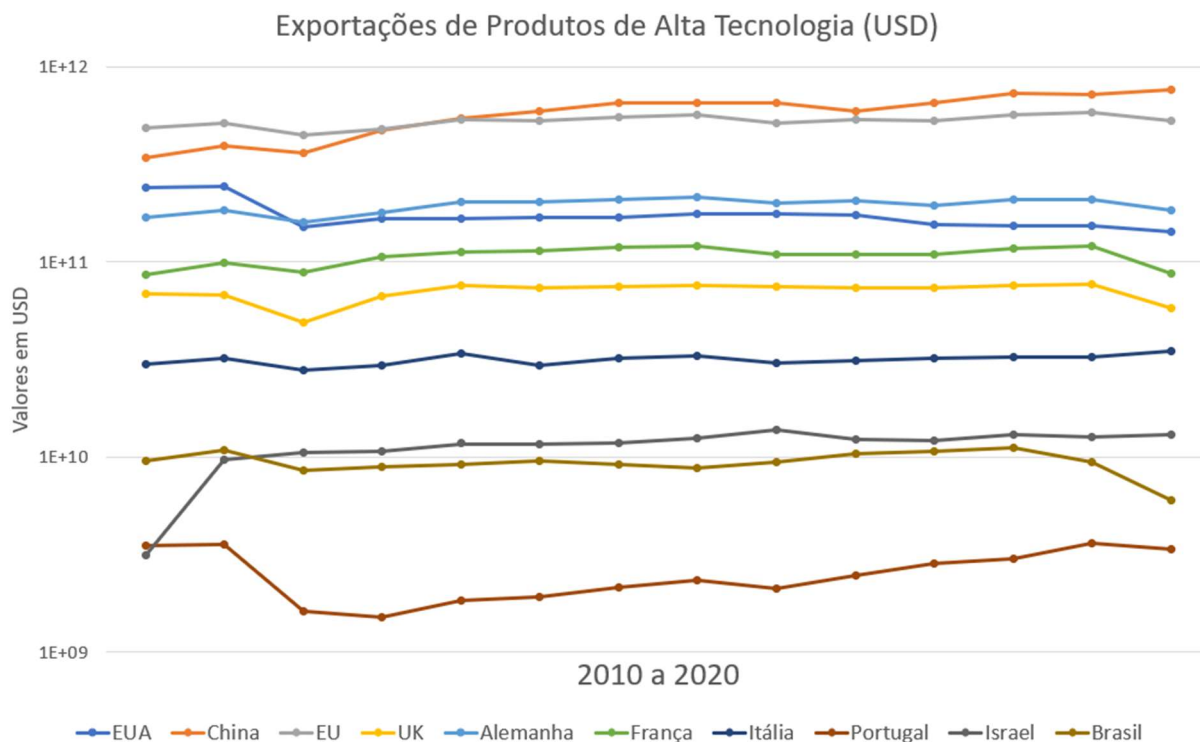


GRÁFICO 2 – Exportações de produtos de alta tecnologia (produtos com alta intensidade de P&D, como aeroespacial, computadores, produtos farmacêuticos, instrumentos científicos e máquinas elétricas). Adotada a escala logarítmica no eixo dos valores.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados disponibilizados por THE WORLD BANK (2022).

Por outro lado, é digno de nota o fato de que se buscou amplamente na literatura por registros documentais acerca do fomento ao emprego de tecnologias de uso-dual em países na América Latina, tendo sido observadas iniciativas isoladas e de certo modo “tímidas” na Argentina e no Chile, sem que houvesse uma estratégia ou política expressamente clara de incentivo por parte dos respectivos governos. Garcia (2021) destaca o convênio assinado em 2021 entre a FAMA, 1ª empresa de produtos militares daquele país há mais de 210 anos, e a *Universidad Bernardo O’Riggins* (UBO), como uma oportunidade para o desenvolvimento de novas tecnologias de uso dual, unindo academia, setor militar e indústria.

No caso da Argentina, Blinder (2016) apresenta as vantagens e desvantagens da associação entre o país e a China para desenvolvimento da indústria aeroespacial por meio, principalmente, de equipamentos de tecnologia comercial e de potencial para uso-dual. Historicamente, a América Latina vive períodos de crescimentos e retrações econômicas, prejudicando o desenvolvimento de sua indústria e estabelecimento de políticas estratégicas, que competem com a área social (ZILLI, 2017). Todavia, mesmo considerando a baixa

representatividade observada, em virtude dos investimentos e das parcerias atualmente em andamento entre a Argentina e a China, como a citada anteriormente, a UE tem reportado uma preocupação crescente com o comércio com a Argentina para produtos militares e mesmo para produtos de emprego civil, principalmente aqueles que podem ser de emprego dual, além de questões acerca de transferência de tecnologia da UE para ambos os países. Essas ações são investigadas para que sejam implementadas modificações nas regulamentações de fiscalização e controle das exportações em vigor (ZILLI, 2020).

3.1 Estados Unidos da América

Para o Departamento de Defesa norte-americano (DoD), os programas de incentivo ao desenvolvimento de tecnologias de uso dual foram um meio de implementar sua estratégia pós-Guerra Fria, aproveitando-se das tecnologias mais avançadas comercialmente disponíveis, ao mesmo tempo que tornando os sistemas de armas mais acessíveis internacionalmente, e aumentando a confiança em tecnologias comerciais avançadas (COWAN, FORAY, 1995). Ao considerar essa abordagem, deduz-se que para obter o sucesso das políticas de incentivo e dos programas de ampliação do emprego de tecnologias de uso dual tornam-se vinculados aos processos de aquisição de produtos para utilização militar. Assim, entende-se que rever os processos dos sistemas de aquisição deve fazer parte de uma análise criteriosa, pois trata-se de um fator significativo e estruturante para o desempenho de qualquer esforço de fomento ao uso dual.

Outro fator de relevância sobre os estudos do DoD realizados a partir de meados da década de 1970 reside no fato de que estes já apontavam a necessidade de avaliação e, conseqüente regulamentação, sobre os tópicos de segurança das tecnologias de emprego dual e do controle de exportação. Ademais, a cooperação tecnológica internacional seria uma forma de ampliar os mercados para produtos norte-americanos, promovendo a sua base industrial, inclusive de Defesa. Porém, também havia o entendimento de que os processos de manufatura a se tornarem globalizados ou internacionais propiciam a redução de custos de determinadas linhas de produção, mas por outro lado, acarretam a dependência de fontes estrangeiras.

A partir das informações fornecidas majoritariamente por Stowsky (1997), White *et al* (1996) e Mirsky (1995), é possível depreender o valor militar e comercial do emprego de

tecnologias de caráter dual tanto para a Defesa quanto para a indústria em geral, e apresentar propostas de implementar e conduzir programas de incentivo do uso dual pelas Forças Armadas. Os conhecimentos gerados pelos estudos elaborados no governo de Bill Clinton (1993-2001) sobre o emprego da tecnologia de caráter dual foram determinantes para a reformulação do sistema de aquisição de produtos de Defesa estadunidense à época, e para buscar um plano que fortalecesse o vínculo entre tecnologias militares e comerciais. O entendimento à época era de que o desenvolvimento de tecnologias comerciais críticas para os militares poderia estimular a inovação pela indústria estadunidense, e conseqüentemente, estas ampliariam a vantagem na concorrência internacional, facilitando a conversão da base industrial de Defesa para a produção comercial após o término da Guerra Fria.

A experiência estadunidense, no período analisado, denota que quanto mais cedo se inserir a questão da tecnologia de uso dual no processo de aquisição ou de desenvolvimento de um produto, maior será a relação custo-benefício, e mais eficaz será a estratégia aplicada. Assim, em vez de elaborar especificações militares excessivamente rígidas, deve-se procurar fazer uso muito maior de componentes, sistemas e serviços disponíveis "na prateleira". A prática de desenvolver itens novos ou customizados deve ser restringida, e explicitado claramente no processo de aquisição ou desenvolvimento que itens disponíveis não atendem às exigências militares. Dessa forma, os EUA promovem a competição comercial, contando com o mercado inerente às forças armadas, tentando minimizar a intervenção governamental e o aporte de recursos orçamentários. O desafio é fazer isso face ao declínio dos orçamentos de Defesa, crescente proliferação de armas de alta tecnologia de fontes estrangeiras (aliados e adversários), e ineficiências duradouras no sistema de aquisição, ou seja, como garantir uma cadeia de suprimentos segura e resiliente a despeito desses óbices.

Em suma, à época, o objetivo principal era apoiar a Defesa por meio de *Spin-in* comercial, ao invés de apoiar empreendimentos comerciais por meio de *Spin-off*. Tal estratégia baliza-se em três pilares sustentados por políticas governamentais e regulamentações:

Pilar 1: Reforçar a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias avançadas de uso dual;

Pilar 2: Integrar a produção comercial e militar para permitir uma linha de produção dual e/ou flexível; e

Pilar 3: Inserir produtos e capacidades comerciais nos sistemas de Defesa.

Para promover a inovação, destaca-se o papel da categorização de pesquisa avançada de Defesa, a qual deveria incluir a etapa de prototipagem e, preferencialmente, ter aderência ou estar inserida em programas conjuntos, não necessariamente da Defesa. O uso de fundos do governo para buscar projetos que podem ser benéficos para os setores comercial e militar tem precedência histórica. Mesmo assim, nos dias de hoje, ainda é motivo de discussão definir até que ponto as questões comerciais devem ser permitidas para modificar ou alterar a orientação, a especificação e a missão dos investimentos destinados à Defesa. O *Spin-off* intencional também está sujeito a desafios, principalmente, quando é visto como um paliativo para setores afetados por reduções orçamentárias ou como meio de promover a conversão da Defesa. Isso não significa que, no entanto, uma determinada abordagem para promover o uso-dual seja menos importante que a outra (TIPPIT, 2021; SUTTON, 2004; WHITE *et al*, 1995, 1996).

Os estudos destacam diferentes medidas a serem implementadas em um programa para impulsionar o emprego e operacionalizar o emprego de tecnologias de caráter dual nas Forças Armadas. Dentre elas, pode-se apontar o estabelecimento de programas de incentivo à aplicação de tecnologia de uso dual com objetivos claros, específicos e concretos, e os mecanismos usados para implementação devem apoiar diretamente o cumprimento desses objetivos. Os requisitos e especificações elaboradas pelo setor militar para aquisição de produtos de Defesa devem contemplar padrões e conteúdo comercial, sem prejuízo ao desempenho operacional, e serem ajustados aos investimentos disponíveis (WHITE *et al*, 1995, 1996; MIRSKY, 1996).

Para conduzir projetos de P&D é usual optar por consórcios, Parcerias Público-Privadas (PPP) ou Sociedades de Propósito Específico (SPE), como aponta White *et al* (1995). Contudo, visando a reduzir os riscos de insucesso, os estudos citados apontam que um consórcio não devem ser a principal fonte de vantagem competitiva entre os participantes do programa. Além disso, para reduzir o risco de conflitos entre participantes do consórcio, é importante que as empresas atuem em cooperação, pois, em geral, há uma tendência natural de elas procurarem colaborar apenas onde a nenhum membro do consórcio é conferida uma vantagem competitiva no mercado. Ou seja, programas que se utilizam de consórcios ou parcerias público-privadas devem considerar não apenas objetivos, mas a dinâmica e a própria

composição de membros para aumentar as chances de sucesso da empreitada, evitando a assimetria entre os partícipes.

Em White *et al* (1996), vislumbra-se um conjunto de orientações para a seleção de projetos que receberão recursos para desenvolver tecnologias de uso dual, e que devem ser utilizados de modo a parametrizar a escolha final. Nota-se um foco na verificação das capacidades técnica e de sustentabilidade das empresas, visto que os investimentos governamentais devem garantir a resiliência da cadeia logística também. Face às cadeias de produção transnacionais, outro fator a ser analisado é a participação de empresas estrangeiras, o que implica em uma avaliação detalhada quanto à segurança nacional.

Conforme registro dos autores, um fator fundamental para uma exploração bem-sucedida de empreendimentos comerciais para fins de Defesa é a extensão em que o sistema de aquisição, no caso dos EUA, do DoD é capaz de acomodar abordagens comerciais para fazer negócios. Sem essa acomodação, haverá resistência também por parte das empresas para adotar as estratégias de implementação de componentes, tecnologias e linhas de produção para uso dual, afinal, o produto tem que ser comercialmente atraente. Meunier (2019, 2020) destaca que um projeto orientado ao produto tem um potencial menor para uso dual por ser mais limitado pelas demandas específicas da área de aplicação, do que um projeto orientado a processos e, assim, preservar a variedade tecnológica.

Por oportuno, há de se associar a esse novo conceito a necessidade de pessoal qualificado no setor de Defesa com a capacidade de prospectar as oportunidades, elaborar especificações técnicas, efetuar planejamentos e realizar a gestão, controle e fiscalização para projetos adequados a essa realidade, que é inerente cada vez mais às novas tecnologias.

Os conceitos e estratégias apresentados para promover o emprego de tecnologias de caráter dual permitem propor uma outra visão para a Base Industrial de Defesa (BID): uma Base Industrial Disponível para Defesa (BIDD), que engloba também empresas que produzem tecnologia que pode ser aplicada no âmbito da Defesa. A essência do conceito BIDD é alavancar o emprego do uso dual existente com a capacidade de atender o setor de Defesa e, ao mesmo tempo, canalizar esforços para subsidiar as capacidades que não existem, ou que provavelmente desapareceriam do setor civil, apesar de serem de interesse do setor de Defesa. Com esse intuito, o sistema de aquisição norte-americano sofreu mudanças que impactaram nas políticas de direitos sobre dados técnicos, nos requisitos das prestações de contas e das especificações, como também, na operação de laboratórios federais.

Nas décadas seguintes, as iniciativas para melhoria do processo continuaram visando à economia de recursos, humanos e financeiros, e sempre em busca da excelência estadunidense no desenvolvimento de tecnologias e na Defesa (SCHWARTZ, 2014). Para tal, é importante ressaltar que o DoD vem qualificando seu pessoal para construir uma base sólida em seu sistema de aquisição⁴, de modo a melhorar a eficácia e maximizar as eficiências para identificar os custos de propriedade de um produto/sistema no início do seu ciclo de vida. Ademais, adotou medidas de reestruturação organizacional, sendo atualmente constituída por três sistemas básicos de atuação interdependente, como ilustrado na FIG 1.

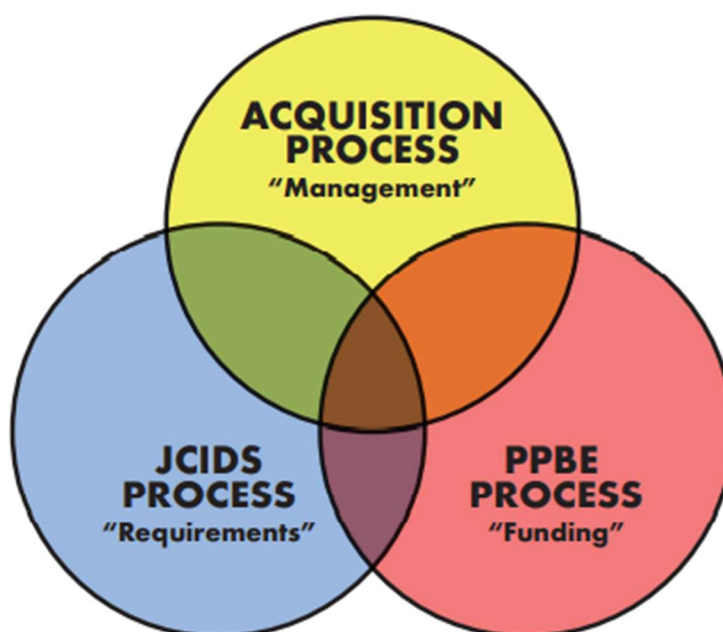


FIGURA 1 – Diagrama da estrutura básica do sistema de aquisição de produtos de Defesa estadunidense.

Fonte: UNITED STATES (2020a, p. 9).

O *Joint Capabilities Integration and Development System*⁵ (JCIDS) é responsável pela identificação das necessidades e elaboração de requisitos; o *Planning, Programming, Budgeting, and Execution System*⁶ (PPBE) dedica-se aos processos de definição de orçamentos e alocação de recursos. O *Defense Acquisition System* (DAS) é o Sistema de Aquisição de

⁴ O sistema de aquisição de produtos militares estadunidense compreende todo o processo que envolve o seu ciclo de vida, que pode abranger desde a identificação de necessidades, até o projeto, o desenvolvimento, a construção, o teste, a implantação, a manutenção e o descarte de um produto de defesa e seus itens relacionados (SCHWARTZ, 2014).

⁵ Sistema de Integração e Desenvolvimento de Capacidades Conjuntas (tradução livre da autora).

⁶ Sistema de Planejamento, Programação, Orçamento e Execução (tradução livre da autora).

Defesa propriamente dito, que gerencia a aquisição ou o desenvolvimento dos produtos de Defesa (SCHWARTZ, 2014; UNITED STATES, 2020a).

Há duas publicações do DoD que regem o sistema de aquisição de produtos de Defesa norte-americano: a diretiva DoDD 5000.01 (UNITED STATES, 2020b), que estabelece as políticas e regulamentações que regem o processo de aquisição de Defesa; e a instrução DoDI 5000.02 (UNITED STATES, 2020a), a qual apresenta o processo e os requisitos associados às aquisições. Nesse processo, há 5 fases distintas, que podem ser visualizadas na FIG. 2, e listadas a seguir:

- i) Análise da Solução Material (*Material Solution Analysis*);
- ii) Maturação da Tecnologia e Redução de Riscos (*Technology Maturation and Risk Reduction*);
- iii) Engenharia e Fabricação (*Engineering and Manufacturing phase*);
- iv) Produção e Entrega (*Production and Deployment*); e
- v) Operação e Manutenção (*Operations and Support*).

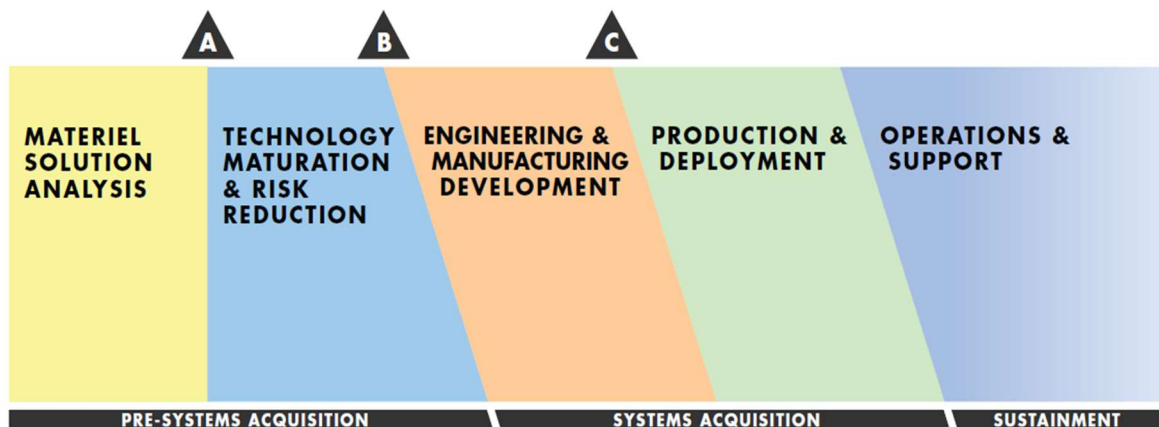


FIGURA 2 – Etapas do processo de aquisição de produtos de Defesa norte-americano. Fonte: UNITED STATES (2020b, p.11).

Adotando-se a estratégia de *Spin-in*, deduz-se que o incentivo e as definições afetos ao desenvolvimento de tecnologia de uso dual são estabelecidos nas duas primeiras fases, também conhecidas como etapas pré-aquisição, pois requisitos impostos nas etapas seguintes causam impacto na produção, aumentando o risco de atraso nas entregas além de aumento de custo. Contudo, ao longo do desenvolvimento do processo, é possível que seja encontrado um produto ou subproduto com potencial de uso dual, sob a forma da estratégia de *Spin-off*.

Em que pese a reforma promovida em 1994 objetivando alterar o modo de elaborar especificações e normas militares para permitir maior integração civil-militar, o DoD mantém um guia específico para a aquisição de itens comerciais (UNITED STATES, 2019). O documento contempla uma série de requisitos e regulamentações a serem seguidos pelos contratados e, em casos especiais, empresas subcontratadas, como também pelos especialistas que elaboram os documentos técnicos inseridos nos contratos. A reforma foi o instrumento empregado para reduzir ao mínimo possível a aquisição de produtos únicos para o meio militar, alterando o foco das especificações e normas para o desempenho esperado do produto, mas sem se descuidar das questões acerca da qualidade, do sigilo, e da gestão durante o ciclo de vida do produto nas FA.

Cassidy (2013) demonstra a importância do emprego da modalidade OT (*Other Transactions*) sob a forma de Acordos de Investimento em Tecnologia (*Technology Investment Agreements - TIAs*) em face das restrições impostas aos orçamentos da Forças Armadas norte-americanas e à própria regulamentação do sistema de aquisição de produtos de Defesa. Essa modalidade traz maior flexibilidade ao processo, permitindo o investimento em protótipos, em pequenas e médias empresas e startups, além de permitir que as grandes empresas do setor de Defesa possam vir a contratar empresas de pequeno porte. Com esse amparo legal, na última década o DoD adotou como estratégia para alavancar o desenvolvimento de tecnologias de uso dual com base nas startups, como descrito por Tippit (2021). Nesse contexto, por meio de *joint ventures*⁷, promove a ampliação e o fortalecimento da base industrial estadunidense, sendo incrementada por recursos também do setor privado, e ao mesmo tempo mantém o caráter inovador e empreendedor do país.

3.2 República Popular da China

Pela literatura investigada e analisada, a República Popular da China (RPC) desponta como a nação que em pouco tempo conseguiu elaborar e implementar uma estratégia de desenvolvimento industrial fundamentada nos princípios da integração civil-militar (CMI⁸) a partir de tecnologias de uso dual, com foco primordial na inovação e nas

⁷ *Joint Venture*: parceria de duas ou mais empresas que juntam seus recursos e experiências para alcançar um objetivo em comum, por um tempo determinado. Fonte: <https://investorcp.com>. Acesso em 26 de maio 2022.

⁸ CMI – abreviatura em inglês de *Civil Military Integration* (NOUWENS, LEGARDA, 2018).

tecnologias avançadas. Em que pese as características políticas e de governo desse Estado e sua atual importância global, há diversas lições e iniciativas que servem de exemplo e oportunidades a serem consideradas.

Sob esse viés, Nouwens e Legarda (2018) e Marcato (2019) destacam a relevância do plano *Made in China 2025* (MIC2025), lançado em maio de 2015, para atingir a meta do centenário de 2049, de se tornar um estado socialista moderno e próspero, construir um exército de primeira linha capaz de lutar e vencer guerras, e tornar-se um ator de destaque global nos campos da ciência e da tecnologia, competitivo e inovador. Em linhas gerais, pode-se dizer que a RPC adotou uma estratégia de modernização militar em duas frentes: ampliar e fortalecer a base industrial de Defesa, em se ressalta que se trata, majoritariamente, de empresas estatais de Defesa (EED) e, ao mesmo tempo, volta-se cada vez mais para os setores civil e comercial em busca da integração civil-militar (CMI), desenvolvendo tecnologias de uso dual avançadas, como Inteligência Artificial (IA), infraestrutura cibernética, *softwares* e automação.

Vários métodos foram aplicados, tanto para promover a inovação propriamente chinesa, quanto para acessar tecnologia e *know-how* de outros Estados de expressão global, principalmente, EUA e UE, a despeito das barreiras de controle de exportação e de transferência de tecnologia (ToT). McBride e Chatzky (2019) sugere que o MIC2025 tenha sido formulado a partir da influência do plano do governo alemão para desenvolvimento da Indústria 4.0, que será apresentado no item 3.3 desta tese. Na verdade, MIC2021 reforça e acelera iniciativas já existentes incrementando recursos, intensificando o planejamento de políticas centralizadoras coordenadas pelo governo nas diversas áreas, inclusive empresas privadas e academia.

O plano MIC2025 e o plano de ação Internet Plus foram a combinação estabelecida para impulsionar a economia da China em direção à industrialização e à prestação de serviços de maior valor agregado, por meio, por exemplo, do uso de tecnologia digital e automação. MIC 2025 visa a alavancar dez setores-chave por meio de apoio governamental: veículos não tripulados, Tecnologia da Informação e Comunicação de última geração, biotecnologia, novos materiais, aeroespacial, engenharia oceânica e navios de alta tecnologia, ferrovia, robótica, equipamentos de energia, e máquinas agrícolas. Além disso, por meio do Internet Plus, pretende-se integrar a Internet móvel, a computação em nuvem, *big data* e a Internet das

Coisas com as indústrias tradicionais, promovendo uma reestruturação econômica (ZHU *et al*, 2016).

Com esse objetivo, o governo chinês impulsionou reformas industriais e apresentou planos ambiciosos para impulsionar a ciência nacional e a inovação tecnológica para desenvolver e produzir produtos de alta qualidade e tecnologias emergentes. Ao mesmo tempo, o desenvolvimento das capacidades nacionais de pesquisa e o desenvolvimento da China também fizeram parte dos esforços envidados para uma integração civil-militar (CMI) exitosa, com inovações comerciais se espalhando para aplicações militares. Cabe destacar que o caráter militar da inovação chinesa é importante, pois é um fator que alavanca os esforços de modernização e reforma nas capacidades militares convencionais do Exército de Libertação Popular (NOUWENS e LEGARDA, 2019; ZHU *et al*, 2016).

O MIC2025 aborda alguns dos desafios da organização de redes de produção internacionais em meio à globalização vivenciada nos últimos anos. Dessa forma, o governo chinês estabeleceu uma “abordagem de todo o governo” para se aproximar ao nível de desenvolvimento dos EUA e da UE em áreas como robótica, inteligência artificial, sistemas não tripulados e totalmente automatizados, computação quântica, tecnologia espacial e armas hipersônicas. Segundo Marcato (2021), trata-se de um processo altamente organizado, *Top-Down*, com o governo desempenhando um papel vital e central. O planejamento e parte do financiamento dos planos industriais da RPC são estabelecidos pelo Partido Comunista Chinês (PCC) e para setores específicos, com metas pré-estabelecidas para localização da unidade fabril e/ou academia, criação de mercado e produtividade. Os denominados “campeões nacionais”, ou líderes de mercado, são criados com a ajuda de financiamento estatal, políticas protecionistas do mercado doméstico, investimento estrangeiro seletivo e importação de tecnologia e talentos, por meio de fusões e aquisições ou joint ventures com empresas ocidentais.

Além de Marcato (2021), outros autores também reforçam o conceito de que a espionagem industrial também continua a ser uma ferramenta de inovação chinesa, a despeito das dificuldades impostas pelos EUA e UE (STUMBAUM, 2009; MCBRIDE e CHATZKY, 2019; UNITED STATES, 2019). Em 2019, o então senador norte-americano, Marco Rubio, apresentou um relatório no Senado intitulado “*Made in China 2025 and the future of the American industry*”, em que alerta para o avanço da RPC no desenvolvimento de tecnologias

estratégicas e de uso dual, e a ameaça que representa ao poderio americano não somente na indústria, como nos campos econômico e militar.

Em princípio, a estratégia da RPC para impulsionar o desenvolvimento de sua base industrial de forma sustentável pode ser resumida da seguinte forma, como apresentam Nouwens e Legarda (2019):

- a) Planos de cinco anos;
- b) Planos industriais específicos do setor nos níveis de governo nacional e local (CMI);
- c) Metas de localização, criação de mercado e produtividade por setor;
- d) Metas de participação de mercado internacional e nacional para empresas chinesas;
- e) Financiamento em P&D;
- f) Criação de centros de inovação setoriais específicos;
- g) Criação de líderes do mercado nacional;
- h) Políticas de proteção do mercado nacional;
- i) Investimento estrangeiro seletivo ou *joint ventures* com empresas ocidentais;
- e
- j) Espionagem industrial.

Nouwens e Legarda (2019) descrevem que após a assunção do Presidente Xi Jinping as políticas de CMI ganharam atenção especial, o qual reduziu as barreiras de entrada de empresas do setor privado na base industrial tecnológica de Defesa, a partir de 2013. Para garantir o cumprimento das metas do Estado, foram instaurados comitês do PPC nas maiores empresas de tecnologia. Em 2017, foi criada a Comissão Central de Desenvolvimento Integrado Militar e Civil, visando a permitir que o Partido supervisione e coordene os esforços de CMI diretamente. Outra medida de relevância é a proliferação de acordos com universidades e empresas de desenvolvimento de *software* para aumentar a integração fora das forças armadas, coordenada pela Força de Apoio Estratégico do PPC. Tais esforços visam também ao mercado externo, e ressalta-se, o controle rígido do processo de transferência de tecnologia do meio militar para o civil, e na integração de tecnologias, que se inicia na seleção das empresas e qualificação dos partícipes (CAO *et al*, 2020).

Um exemplo da eficiência do programa em lide, é a Exposição Internacional de Aviação e Aeroespacial de 2018 na China, onde um salão de exposições de empresas foi dedicado à CMI, e uma empresa privada apresentava seu mais recente produto, o míssil de cruzeiro supersônico HD-1 com propulsão *ramjet*. Por meio de cooperação, em 2017, a *China Electronics Technology Group Corporation* lançou o maior enxame de drones de asa fixa do mundo, usando drones comerciais de asa fixa que são produzidos pela empresa privada *Skywalker Technology*. Ao acessar o site da empresa⁹, depara-se com um *slogan* que traduz um pouco da visão da RPC: “*Flying is not a dream for few people!*”¹⁰ (GALANTE, 2018; NOUWENS e LEGARDA, 2019).

As políticas protecionistas da RPC desempenham um papel essencial no avanço da indústria nacional chinesa para tecnologias competitivas. As políticas de comércio nacionais e locais do governo favorecem empresas nacionais em setores estratégicos. Um dos critérios empregados pelo Estado para limitar a seleção da empresa, é por meio da imposição de normas técnicas, de restrições referentes à transferência ou à localização física das bases e centros de dados, por exemplo. Padrões regulatórios elevados dificultam a entrada no mercado de empresas estrangeiras, favorecendo aquelas com *joint ventures* locais, principalmente, com empresas estatais. As regulamentações de segurança nacional, antiterrorismo e segurança cibernética também impedem que empresas estrangeiras entrem no mercado chinês sem *joint ventures* nas áreas de computação de alto desempenho, computação em nuvem ou sistemas autônomos (MCBRIDE e CHATZKY, 2019).

Cada vez mais, o governo também usa talentos estrangeiros recrutados por meio de programas liderados pelo governo, como o Plano de Mil Talentos e o Projeto 111 para trazer talentos chineses e estrangeiros para a China, desde que oriundos das 100 melhores universidades e instituições de pesquisa do mundo (NOUWENS e LEGARDA, 2019; POPPER *et al*, 2021).

A estratégia utilizada pela RPC ao adotar uma abordagem de inovação tecnológica com foco no uso dual tem sido essencial para que o país atualmente lidere os avanços tecnológicos em diversos setores. Dentre eles, destaca-se o seu programa espacial, particularmente devido à natureza intrinsecamente dual de muitas tecnologias espaciais e à

⁹ <http://skywalkermodel.com>.

¹⁰ “Voar não é um sonho para poucas pessoas” (tradução livre).

estreita colaboração entre o PPC, organizações afiliadas e a indústria estatal, o que permite à China desenvolver capacidades com usos militares sob o pretexto de suas atividades espaciais civis. Em virtude dos bons resultados alcançados para a tecnologia espacial de uso dual, outras iniciativas para expansão também foram incluídas em planos mais recentes, incluindo o 13º Plano Quinquenal para Indústrias Estratégicas Emergentes de 2016 e faz parte do MIC2021, que promove o emprego de CMI para desenvolver satélites civis e militares. Outro aspecto relevante a respeito dessa tecnologia de natureza de uso dual é que torna a RPC capaz de desenvolver e testar novas armas e sistemas contramedidas aeroespaciais sob o pretexto de desenvolver seu programa espacial civil. Por exemplo, a China continua lançando regularmente satélites e espaçonaves, o que permite aperfeiçoar processos e aplicações que também podem ser usadas contra adversários em caso de conflito (ZHU et al, 2016; MARCATO, 2022; NOUWENS e LEGARDA, 2019).

A ampliação da capacidade cibernética também faz parte do MIC2025, e é parte integrante dos esforços de modernização e informatização militar, pois se considera que a segurança cibernética é a área dentro do CMI com mais “dinamismo e potencial”, como descreve Nouwens e Legarda (2019). A Lei de Segurança Cibernética de 2017 da RPC promove o desenvolvimento de tecnologias autóctones e restringe as vendas de TIC estrangeiras, além de exigir que as empresas estrangeiras que operam na China armazenem dados na China, e submetam-se a revisões governamentais. Ademais a sua Estratégia Internacional de Cooperação no Ciberespaço, alerta para a natureza de uso dual das capacidades cibernéticas, e destaca o papel do PCC na Defesa da soberania da RPC no ciberespaço.

Em relação à IA, as empresas chinesas responderam por 48% do financiamento total de *startups* do mundo em 2017, e a indústria chinesa atraiu 60% do financiamento global para IA entre 2013 e 2018. Seguindo o modelo norte-americano, como apresenta Popper *et al* (2021), parte da inovação é estimulada por meio de projetos que incentivam a participação de pequenas e médias empresas, e *startups*, atuando em parceria com grandes empresas privadas ou estatais. Ademais, parte dessa sistemática é financiada pelas empresas participantes, nacionais ou internacionais. Trata-se de uma rede complexa, sendo coordenada integrada por meio de agências e comitês do PPC. É a RPC em direção a uma economia baseada em inovação e produtos de alta qualidade e tecnologia, integrando tecnologias avançadas como IA e *big data* às tecnologias militares em vários domínios, desde veículos

aéreos de combate não tripulados e enxames de drones até um amplo e diversificado arsenal de mísseis e ataques cibernéticos (Nouwens e Legarda, 2018).

Em 2016, a fabricante chinesa Midea adquiriu uma fabricante alemã de alta tecnologia em robótica. Agora, sob a propriedade chinesa, os parceiros automotivos alemães da empresa expressaram preocupação em manter seus centros de pesquisa na China, uma imposição da RPC, devido às rígidas leis de segurança cibernética do país e à crescente influência estatal sobre empresas estrangeiras. Esse acordo causou grande preocupação no governo alemão e sendo determinante para promover uma revisão e o fortalecimento das regras de investimento estrangeiro e aquisição da Alemanha, permitindo-lhe bloquear, por motivos de segurança, novas tentativas de empresas chinesas de adquirir tecnologia alemã avançada. Marcato (2021) registra, também, a mudança na industrialização da RPC, em que se passa a agregar valor ao produto, com inovação e tecnologia autóctone.

A discussão a respeito desse assunto não é recente, como aponta Stumbaum (2009). Apesar dos controles de exportação, componentes sensíveis e de uso dual originários da Europa chegaram às tecnologias chinesas relacionadas à segurança e Defesa. A UE vem tentando restringir a exportação de armas e tecnologias de uso dual para a China por meio do Código de Conduta sobre Armas da UE de 1998 e da Convenção Europeia de 2009 sobre Regime comunitário para controles de exportação de itens de dupla utilização.

Com certeza, ao alcançar o domínio dessas tecnologias avançadas e inovadoras, a RPC passa a ser um ator de expressão global, trazendo grandes implicações civis e militares inclusive nos campos econômico e comercial. Inclusive, já há autores que interpretam os resultados da RPC como uma superação das capacidades europeias em relação à maioria dessas tecnologias, fruto de sua estrutura regulatória, de investimentos financeiros governamentais e de uma abordagem voltada à industrialização com base em tecnologias de uso dual. A internacionalização das empresas chinesas e a aquisição de tecnologias estrangeiras potencializa a modernização tecnológica e traz projeção internacional à RPC. Stumbawun (2009) e Popper *et al* (2021) descrevem a RPC como uma superpotência emergente em um cenário global, que traz oportunidades e riscos ao mesmo tempo, para a UE e EUA, e cujo potencial para inovação deve ser investigado e analisado.

3.3 União Europeia

Pode-se dizer que já há um entendimento de que as tecnologias aplicadas no meio civil e no militar estão se intensificando, e que cada vez mais a separação é feita por uma linha tênue, tornando-se talvez até transparente, face às novas tecnologias poderem ser desenvolvidas e empregadas por cada um desses setores. A União Europeia detém a 3ª posição no ranking de investimentos militares de acordo com o site *World Trading* (2022), sendo a França, Reino Unido¹¹ e Alemanha os Estados de maior destaque e contribuição para o bloco. Apesar dos recursos investidos isoladamente, Belin *et al* (2019) apresenta a importância do reposicionamento das empresas de Defesa francesas no seu Sistema Nacional de Inovação (SNI), as quais tiveram que se adaptar ao financiamento de sua PD e às prioridades diante da redução de orçamentos militares e incentivo à tecnologia dual, como também passaram a adotar novos modelos de inovação visando a participar de parcerias colaborativas desenvolvidas para ambos os mercados civil e militar.

A despeito de Portugal constar no ranking de investimentos militares na 10ª posição da UE, recentemente, Simões *et al* (2020) analisaram 145 projetos do ministério da Defesa de Portugal e identificaram a atuação da academia em 90%, e o caráter dual estava presente em 40%. Ademais, a participação preponderante da academia naturalmente potencializa a probabilidade de produção, divulgação e aplicação de conhecimento, como também, o tríplice-hélice se compõe de uma rede de relacionamentos que envolve projetos com aplicações tanto militares quanto civis. A argumentação apresentada no artigo reforça a contribuição do desenvolvimento das tecnologias de caráter dual para o fortalecimento da base industrial de Defesa.

Em virtude da importância do desenvolvimento e mesmo do controle de tecnologias de uso dual, a UE elabora orientações e financia projetos de modo a divulgar ferramentas que potencializem seu emprego e ampliem a base industrial do bloco econômico. Contudo, Estados com indústrias proeminentes também possuem políticas e sistemáticas próprias, como é o caso da França, Reino Unido e Alemanha.

Em reunião do Conselho Europeu em dezembro de 2013, este destacou o potencial das tecnologias de uso dual e sua aplicação em pesquisa e desenvolvimento (P&D),

¹¹ Em 31 de janeiro de 2020, o Reino Unido deixou de integrar a União Europeia.

produtos e serviços associados, como também incentivou o forte envolvimento das pequenas e médias empresas (PME) relacionadas à Defesa em futuros programas de financiamento. Em complemento, Papatzikas (2021) reforça a importância do emprego de tecnologias de uso dual como ferramenta para modernizar as forças armadas dos países da UE.

Assim, em 2014, a Comissão Europeia¹² (CE) publicou um manual denominado “*EU funding for Dual Use: A practical guide to accessing EU funds for European Regional Authorities and SMEs*”¹³, com orientações aos países membros sobre a solicitação de recursos à comissão europeia para investimentos em tecnologias de uso dual, visando a fortalecer a base industrial da UE, inclusive de Defesa, por meio da adoção dessa estratégia. O referido manual aponta que no passado, na maior parte dos países da UE, os ministérios da Defesa tinham um papel fundamental no financiamento de programas de pesquisa e muitas vezes lideraram os esforços da indústria em tecnologia, como a aeronáutica. Porém, a partir de 2010, essa tendência se inverteu: a indústria tem se desenvolvido pelas necessidades do mercado civil, tomando a liderança no desenvolvimento da tecnologia de muitos domínios. Dessa forma, entende-se que os Estados enfrentam o desafio de encontrar maneiras de envolver os órgãos de Defesa na colaboração com a indústria civil, em princípio, nas atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, enquanto a indústria deve buscar se beneficiar de sinergias entre outros setores, como a segurança e a Defesa. Isso requer uma nova abordagem de gestão de negócios e a formulação de políticas econômicas, seja na UE, em nível nacional ou regional.

Desse modo, devido ao reconhecimento da relevância da estratégia de emprego e disseminação das tecnologias de uso dual, em 2014, a CE divulga diretrizes aos Estados-membro para que estes se organizem em nível nacional e/ou regional no período de 2014 a 2020, e auxilia, inclusive com incentivos financeiros, para que se beneficiem de forma eficaz, fortalecendo a base industrial da UE. São ideias, dicas e orientações sobre como as empresas do setor privado e as administrações públicas podem desenvolver novas estratégias acerca do uso dual. Essas estratégias devem ajudar as partes interessadas a transitarem facilmente de

¹² A Comissão Europeia é o órgão executivo da UE, politicamente independente, o qual é responsável pela elaboração de propostas de novos atos legislativos europeus e pela execução das decisões do Parlamento Europeu e do Conselho da UE. Fonte: <https://european-union.europa.eu/> e acesso em 31 de maio de 2022.

¹³ Financiamento da UE para o uso dual: um guia prático para acesso aos fundos da UE para autoridades regionais europeias e empresas de médio porte (tradução livre).

um setor para outro, ou apoiar o desenvolvimento de tecnologias e de produtos capazes de atender às necessidades do meio civil e de Defesa.

Ademais, as empresas podem ter acesso a novas oportunidades de projeto e conseqüentemente de negócios, por meio de financiamento público (regional, nacional, UE), trazendo diversificação à indústria e ao comércio da UE. Com a aproximação entre as aplicações dos meios civil e militar, reduz-se a segmentação entre os mercados e, assim, criam-se oportunidades tanto para a indústria quanto para as autoridades públicas contribuírem para a inovação, diminuindo os custos de novos programas de Defesa, e maximizando as repercussões econômicas, como a competitividade em nível empresarial e regional.

No referido manual, a CE estabelece duas categorias para promover: P&D e Inovação e atividades de treinamento. A seleção das categorias e a elaboração de orientações e procedimentos foram elaborados em consonância com as diretrizes e um Plano de Ação da Agência Europeia de Defesa (AED), definido em 2013, fomentando o uso dual por meio de incentivos a pequenas e médias empresas, e a parcerias transfronteiriças. Desde então, a AED orienta e coordena as atividades de interessados no setor de Defesa para acessar fundos de investimento para cofinanciamento de projetos de uso dual, desenvolvendo uma metodologia, conscientizando as partes interessadas e fornecendo suporte e treinamento para os projetos-piloto, por exemplo.

Para o período de 2014 a 2020, foram criados quatro programas apresentados a seguir, com objetivos distintos:

a) ESIF¹⁴: direcionado à transferência de tecnologia, concepção de produto, prototipagem, inteligência de mercado, prova de conceito, prototipagem, inovação e atividades de treinamento. Esse programa visa a ajudar uma empresa a diversificar seu portfólio ou migrar de um setor de atividade para outro;

b) *Horizon 2020*: oferece oportunidades para financiar projetos de aplicação civil com potencial de uso dual, relativos em particular às principais tecnologias inovadoras e tecnologia da informação;

¹⁴ ESIF: *European Structural and Investment Funds*.

- c) COSME¹⁵: é um programa dedicado primordialmente às pequenas e médias empresas, pois oferece oportunidades de acesso a algumas formas de financiamento para cooperação entre clusters tecnológicos e para as empresas ingressarem em parcerias; e
- d) Erasmus+: promove a colaboração entre a indústria e a universidade.

Em 2016, houve a revisão do plano de ação da Defesa, em que se propõe à criação de um fundo específico para o setor, o *European Defence Fund* que fora efetivado no ano seguinte, com o intuito de fomentar investimentos em pequenas e médias empresas, *start-ups* e outros fornecedores para a indústria de Defesa, fortalecendo o mercado de Defesa europeu, transformando-o em um mercado único.

A UE adota o uso dual como estratégia para desenvolver PD&I por meio das pequenas e médias empresas, estabelecendo um “colchão” como suporte à base industrial de Defesa. Outro fato significativo é a importância da AED, não somente como coordenador, mas também como grande promotor das mudanças em questão, impulsionando os ministérios de Defesa dos Estados-membro da UE a apoiar as tecnologias de uso dual de várias maneiras:

- a) financiar parte do desenvolvimento de tecnologia de produtos e serviços que podem, posteriormente, ser empregados tanto no meio civil quanto nos mercados de Defesa;
- b) selecionar projetos já desenvolvidos para fazer parte da Defesa equipamentos ou sistemas;
- c) acelerar a adaptação da tecnologia civil às especificações de Defesa;
- d) auxiliar os produtos e tecnologias de Defesa a encontrar aplicações civis; e
- e) melhorar a coordenação entre o setor civil e de Defesa em pesquisa.

Um exemplo citado sugere que os ministérios da Defesa poderiam, por exemplo, desenvolver avaliar o potencial da manufatura aditiva, também conhecida por impressão 3D, em um contexto militar, e envolver-se em pesquisas e desenvolvimento de protótipos ou projetos-piloto, influenciando o avanço da manufatura aditiva, e avaliar como isso pode afetar a cadeia de suprimentos de Defesa e a capacidade de planejamento de longo prazo.

¹⁵ COSME: *Competitiveness of Enterprises and Small and Medium-sized Enterprises*.

Outro aspecto abordado no manual denota que, a partir de 2020, as tecnologias de uso dual seriam desenvolvidas a partir de tecnologias “habilitadoras”, denominadas KET (*Key Enabling Technology*). Assim, caberá aos especialistas elaborarem uma metodologia para identificar mercados que surgirão a partir desses desenvolvimentos. Os mercados com maior potencial de uso dual estão em transporte, saúde, educação, segurança, têxteis, produtos químicos e materiais, além de energia e eletrônica. A FIG. 3 ilustra algumas possibilidades de desenvolvimentos transversais de KET para tecnologias de uso dual.

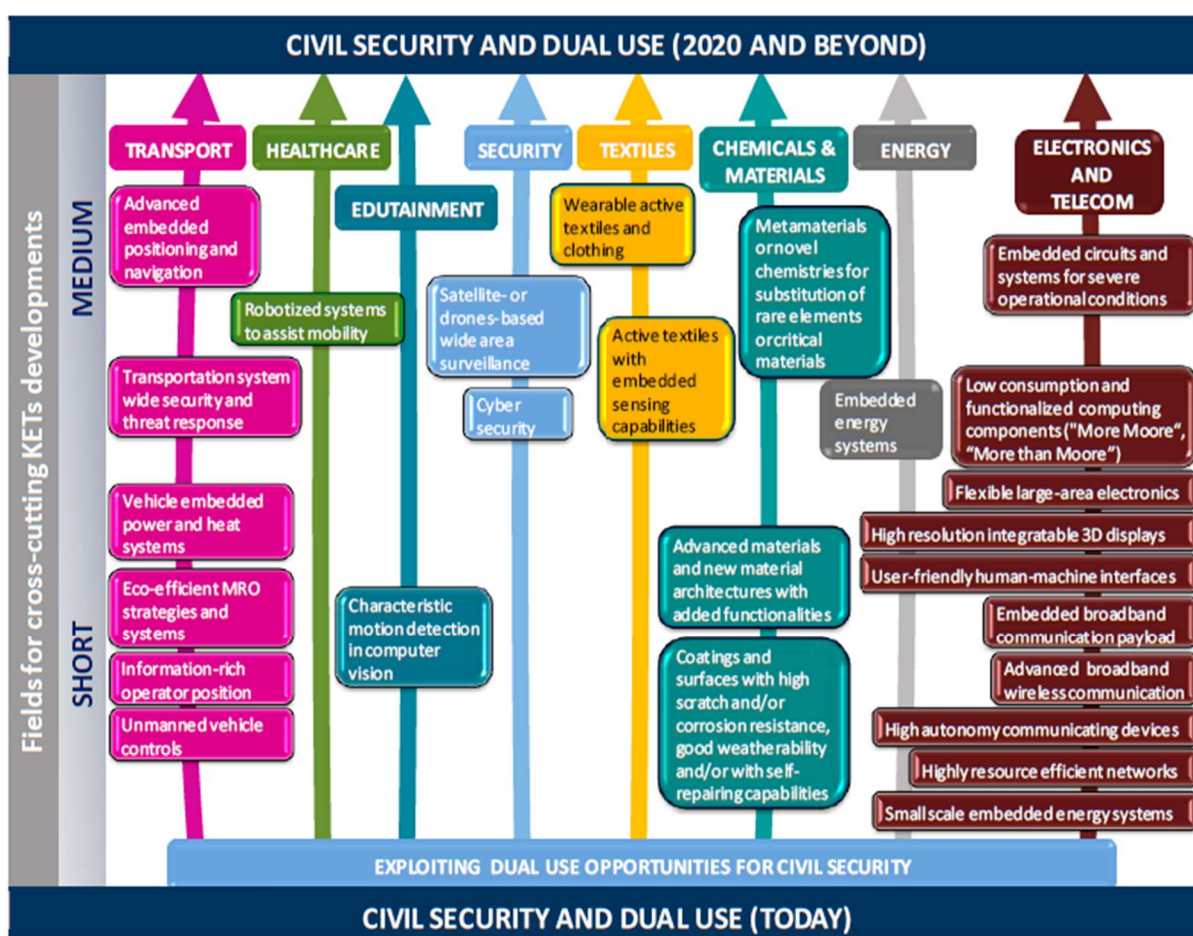


FIGURA 3 - Desenvolvimentos transversais de KET para tecnologias de uso dual¹⁶.
Fonte: MASINI *et al* (2017, p. 29).

Dessa forma, depreende-se que a estratégia da CE para incentivar o uso dual recai sobre identificar as tecnologias e as áreas de aplicação, e impulsionar a sinergia entre os participantes do tríplex-hélice, considerando o volume de financiamento apropriado ao nível de

¹⁶ MRO: *Maintenance, Repair and Overhaul*.

Edutainment: Entretenimento, principalmente, *video games* com potencial educativo.

More Moore; *More than Moore*: expressões associadas aos semicondutores aplicados em eletrônicos que faz alusão à Lei de Moore.

maturidade tecnológica do item e à capacidade do contratado em relação à cadeia de suprimentos. Caberá à Defesa promover a sinergia entre os partícipes (CAVIGGIOLI *et al*, 2020, 2022; MEUNIER, 2020).

Apesar dos esforços da UE, Nouwens e Legarda (2018) consideram que a UE não dispõe de estratégias fortes e coordenadas para promover o desenvolvimento de tecnologias de uso dual autóctones, ou para proteger a inovação autóctone europeia. Como a implementação fica a cargo dos Estados-membro, a eficiência da aplicação das políticas pode variar entre os países. Ademais, muitas dessas tecnologias de uso dual são vistas como estratégicas, de modo que os integrantes do bloco não permitam que as instituições da UE regulem em seu nome, preferindo manter o controle próprio.

3.4 Israel

Outro ator internacional que se beneficia de estratégias de emprego de tecnologias de uso dual para alavancar a sua base industrial é Israel. Segundo Evron (2020), para tal, as forças armadas israelenses (FAI) promoveram uma mudança em sua doutrina no final dos anos 1990, em virtude da necessidade de substituir a atuação em grandes áreas territoriais por uma atuação mais precisa e com alta letalidade. Os custos de uma ocupação de longa duração em território alheio, sejam financeiros ou casualidades tornam-se inaceitáveis.

Naquela época, a indústria de Defesa israelense já possuía a capacidade de produzir armamento próprio de forma eficiente, como também produzia radares, satélites e sistemas de combate, entre outros. Dessa forma, o desenvolvimento de novas tecnologias e a formação de uma indústria autóctone sempre fez parte de sua estratégia. O modelo de inovação de Israel consiste principalmente em inovação “nova para o mundo”, diferentemente da estratégia adotada, em geral, por países em desenvolvimento, em que a absorção de tecnologia é prioritária (GETZ, 2016). Aliado a esses fatos e às tecnologias, então emergentes, 4.0, houve uma convergência de esforços governamentais, a partir de 2015, de modo a potencializar o uso dual destas tecnologias, nos processos de aquisição, desenvolvimento e implantação.

Apesar do setor de Defesa possuir unidades próprias de P&D, as tecnologias 4.0 vêm se expandindo por diversas áreas, que envolvem desde a pesquisa básica (em tópicos

avançados), e que exigem uma celeridade que nem o governo e nem as indústrias de Defesa teriam a habilidade para reduzir essa lacuna. O entendimento é de que somente a integração entre a academia, os setores de alta tecnologia e as FAI é a solução, e que caberá às FAI avaliar quando os desenvolvimentos devem ser próprios e quando se pode confiar em fornecedores externos.

Evron (2021) destaca também que um dos desafios ao adotar essa estratégia recai sobre o combatente que não confia na tecnologia, e que por isso, as FAI, em princípio, não seguem novas tendências, e buscam identificar tecnologias mais maduras, que estejam no primeiro terço de seu ciclo de vida. Outra questão apontada é a de liderar à distância de seus comandados, e utilizar-se de sistemas e dispositivos que permitem visualizar um teatro de operações longínquo. Nesse caso, ao introduzir tecnologias mais sofisticadas, a doutrina é fortalecida para que as capacidades básicas não sejam prejudicadas.

É digno de nota que a natureza de certas tecnologias 4.0 potencializa a possibilidade de emprego dual, ocasionando dificuldade e clareza para distinguir se a sua aplicação é estritamente civil ou militar. Destarte, em Israel, há uma simbiose entre os *Spin-offs* e *Spin-ins* tecnológicos, em virtude do posicionamento estratégico do setor de Defesa, o que naturalmente facilita a conexão e a movimentação do tríplice-hélice. Ademais, em 2015, estimava-se que 60% dos empreendedores e executivos das empresas e instituições de P&D de alta tecnologia era formada por militares da reserva ou reformados, o que permitia uma interação maior entre Defesa e meio civil.

Há dois pilares, ou canais, como Evron (2021) descreve, de incentivo ao *Spin-in*:

a) a Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento do Ministério da Defesa, que é responsável por elaborar as políticas de P&D. Na prática, é o órgão de ligação entre MD e FAI, e as instituições civis, como indústrias de Defesa, empresas civis, academia e outras entidades que estejam ou queiram se relacionar com P&D para a Defesa; e

b) a Autoridade de Inovação Israelense (AII), que é uma agência governamental não-militar, é responsável por planejar e executar a política de inovação do país. Essa agência tem como parte de sua missão apoiar P&D em Defesa, promovendo o uso dual, por meio de financiamentos a *startups*, empreendedores e até projetos entre o governo de Israel e países estrangeiros. É constituída por seis divisões: *Startup*; Crescimento; Infraestrutura Tecnológica; Manufatura Avançada; Colaboração Internacional; Desafios da Sociedade.

Em que pese o ambiente propício ao desenvolvimento de tecnologias 4.0 e ao uso dual, Israel vivencia dificuldades para ampliar o número de empresas que queiram desenvolver e fornecer produtos para o meio militar, tendo em vista as regulamentações rígidas a serem seguidas em relação ao sigilo de dados, salvaguarda de material, propriedade intelectual, que aumentam custos e podem vir a dificultar a exportação do item (CHENG, 2017; EVRON, 2021).

3.5 Conclusões preliminares

A despeito das diferenças culturais e econômicas, entre os quatro atores internacionais apresentados, é possível depreender, preliminarmente, os seguintes fatos:

- i) a tecnologia de uso dual é fundamental para promover a base industrial de um Estado e alavancar o seu desenvolvimento econômico;
- ii) o uso dual fortalece a BID;
- iii) o potencial dual deve ser inserido nos primeiros estágios de desenvolvimento da tecnologia;
- iv) as especificações e normas podem ser barreiras ao desenvolvimento de tecnologias de uso dual;
- v) as tecnologias 4.0 tem potencial para uso dual intrínseco as suas naturezas;
- vi) há necessidade de políticas de Estado para trazer maior eficácia aos processos;
- vii) as FA têm papel fundamental na coordenação e na integração da tríplice-hélice, além de promover a interação entre instituições governamentais, aumentando a sinergia e a interoperabilidade;
- viii) utilizar tecnologias de uso dual requer uma mudança de mentalidade do combatente, para especificar e operar os novos sistemas e equipamentos; e
- ix) para impulsionar a inovação, é essencial desenvolver mecanismos de incentivo às *startups*, pequenas e médias empresas.

4. TECNOLOGIA DE USO DUAL NO BRASIL E A MB

Neste capítulo, são apresentados o sistema de aquisição e de desenvolvimento de produtos de Defesa (PRODE) no MD e na MB, e os documentos condicionantes em vigor, identificando os mecanismos de apoio e incentivo ao emprego de tecnologias de uso dual disponíveis até o momento. Dessa forma, pretende-se mostrar o entendimento do Estado acerca das tecnologias de uso dual, a partir da base documental do MD e da interpretação de suas expectativas perante a BID. Adicionalmente, por tratar-se de questão associada diretamente à função suprimento da logística militar, são apontados os aspectos referentes à sistemática adotada pela MB para a aquisição e desenvolvimento de um novo produto.

Em seguida, parte-se para a apresentação do estágio atual da BID, do seu potencial e das dificuldades para desenvolvimento das tecnologias de caráter dual como estratégia. Pretende-se, ao final do capítulo, compreender a situação de emprego da tecnologia dual no contexto do MD/MB, e então, considerando as políticas e as abordagens seguidas por outros atores internacionais, apresentar oportunidades e desafios para a MB estimular a sua aplicação no âmbito interno, e promover o fortalecimento da BID no âmbito do MD.

4.1 Aquisição e desenvolvimento de produtos de Defesa

4.1.1 Sistemática do Ministério da Defesa

O Ministério da Defesa do Brasil, criado em 1999, vem se estruturando de modo a gerir a Defesa Nacional, no que lhe compete, de maneira eficaz, por meio de uma estrutura organizacional que lhe permita cumprir a sua missão, que inclui a formulação de documentos estratégicos e a elaboração de políticas e de diretrizes para nortear a atuação das FA.

De acordo com a Lei Complementar 136/2010, os documentos Política Nacional de Defesa (PND), Estratégia Nacional de Defesa (END) e Livro Branco da Defesa Nacional (LBDN) devem ser atualizados pelo Poder Executivo a cada quatro anos e submetidos ao Poder Legislativo para apreciação. Em linhas gerais, a PND é o documento principal para o planejamento da Defesa brasileira, definindo os objetivos e as diretrizes para a preparação e o emprego da capacitação nacional. A END estabelece as diretrizes que permitem definir como implementar e cumprir as determinações da PND. E o LBDN pode ser considerado como um

documento voltado aos atores externos, pois denota uma visão geral da Defesa e das FA do país, visando a promover a transparência de suas intenções quanto à Defesa Nacional no âmbito internacional, estimulando a confiança e cooperação entre países. A PND encontra-se em sua 4ª revisão, e os demais documentos, na 3ª e 2ª revisões, respectivamente.

Como aponta Marinho (2021), a elaboração desses documentos e de suas revisões tem trazido como parte dos seus objetivos a busca pela redução de dependência tecnológica de fabricantes do exterior, construindo uma base industrial sólida com núcleos de desenvolvimento científico e tecnológico e uma capacidade de produção consistente. A inovação tecnológica é parte integrante de todas as versões da PND, sendo que a edição de 2018 incorpora, em um dos Objetivos Nacionais de Defesa, a inovação tecnológica da Base Industrial de Defesa e o desenvolvimento de produtos de emprego dual (BRASIL, 2018). A última versão da END, submetida ao Congresso Nacional em 2020, institui duas Estratégias de Defesa (ED) sobre o desenvolvimento do setor industrial de Defesa:

- a) ED-8: Promoção da sustentabilidade da cadeia produtiva da Base Industrial de Defesa; e
- b) ED-9: Fortalecimento da Área de Ciência e Tecnologia de Defesa) (BRASIL, 2018).

Outro fato de destaque na análise da END refere-se ao incentivo do tríplice hélice (BRASIL, 2018), a partir da priorização e da integração dos setores governamental, industrial e acadêmico (C&TI), incluindo-se o domínio de tecnologias de uso dual. Todavia, depreende-se, a partir da análise da PND e da END como um todo, que a ideia principal de emprego de tecnologias de uso dual fundamenta-se em uma estratégia do tipo *Spin-off*. Isto é, o emprego dual ocorre após o desenvolvimento do produto, de acordo com a demanda do setor civil ou militar, e posteriormente “transborda” para o outro. Como fora apresentado nos capítulos 2 e 3, essa abordagem tem sua eficácia limitada, tendo em vista que uma vez que o produto esteja pronto, realizar qualquer adaptação ou modificação em sua linha de produção provavelmente incorrerá em aumento de custos.

Ademais, considerando a análise elaborada por Cowan e Foray (1995), há um entendimento de que a dualidade não é uma característica associada à tecnologia em si, mas um atributo, que é incorporado à tecnologia, caráter militar ou civil, a partir do momento em que é inserida na cadeia de produção. E, assim, para que se beneficie do potencial do potencial produtivo e econômico da dualidade tecnológica, os autores sugerem a implantação de uma

sistemática de inovação tecnológica orientada pelo processo produtivo, e não uso final, independentemente de ser militar ou civil.

Devido à importância dos processos de aquisição e de desenvolvimento de produtos de Defesa, o MD conta em sua composição com uma secretaria específica, criada em 2010, a Secretaria de Produtos de Defesa (SEPROD), a qual é responsável por assessorar na elaboração e na execução de políticas relacionadas aos PRODE. A FIG. 4 apresenta um recorte do organograma do MD referente à SEPROD atual, e ilustra sucintamente as principais atividades desenvolvidas pelos seus quatro departamentos. É possível visualizar que a SEPROD atua diretamente junto às FA, à BID e ao mercado externo, sendo que nesse caso, em parceria com o Ministério das Relações Exteriores (MRE), para buscar novas oportunidades para a BID em mercados Internacionais.

É digno de nota que a criação da SEPROD foi pautada na Estratégia Nacional de Defesa de 2008, a qual estabelecia, dentre seus objetivos, o estímulo ao desenvolvimento da BID, para que esta atendesse as necessidades das FA em tecnologias autóctones, sendo preferencialmente, as de emprego dual (BRASIL, 2022).

Como parte de suas atribuições, a SEPROD também é responsável por elaborar e coordenar políticas de incentivo ao desenvolvimento de ciência, tecnologia e inovação em Defesa e promover a BID, de modo a trazer sustentabilidade aos PRODE em seu ciclo de vida, reduzindo a dependência tecnológica de atores internacionais e investindo no âmbito interno.

A seguir, são destacados os principais componentes do arcabouço legal para suporte às aquisições e ao desenvolvimento de PRODE pela BID (BRASIL, 2022):

a) Portaria Normativa Nº 1.317/MD, de 4 de novembro de 2004 - Aprova a Política de Ciência, Tecnologia e Inovação (C, T & I) para a Defesa Nacional;

b) Lei nº 12.598, de 22 de março de 2012 - Estabelece normas especiais para as compras, as contratações e o desenvolvimento de produtos e de sistemas de Defesa; dispõe sobre regras de incentivo à área estratégica de Defesa; altera a Lei nº 12.249, de 11 de junho de 2010 e dá outras providências. O Decreto nº 7.970, de 28 de Março de 2013 regulamenta seus dispositivos, e o Decreto nº 8.122, de 16 de Outubro de 2013, regulamenta o Regime Especial Tributário para a Indústria de Defesa - RETID, instituído pela referida lei.

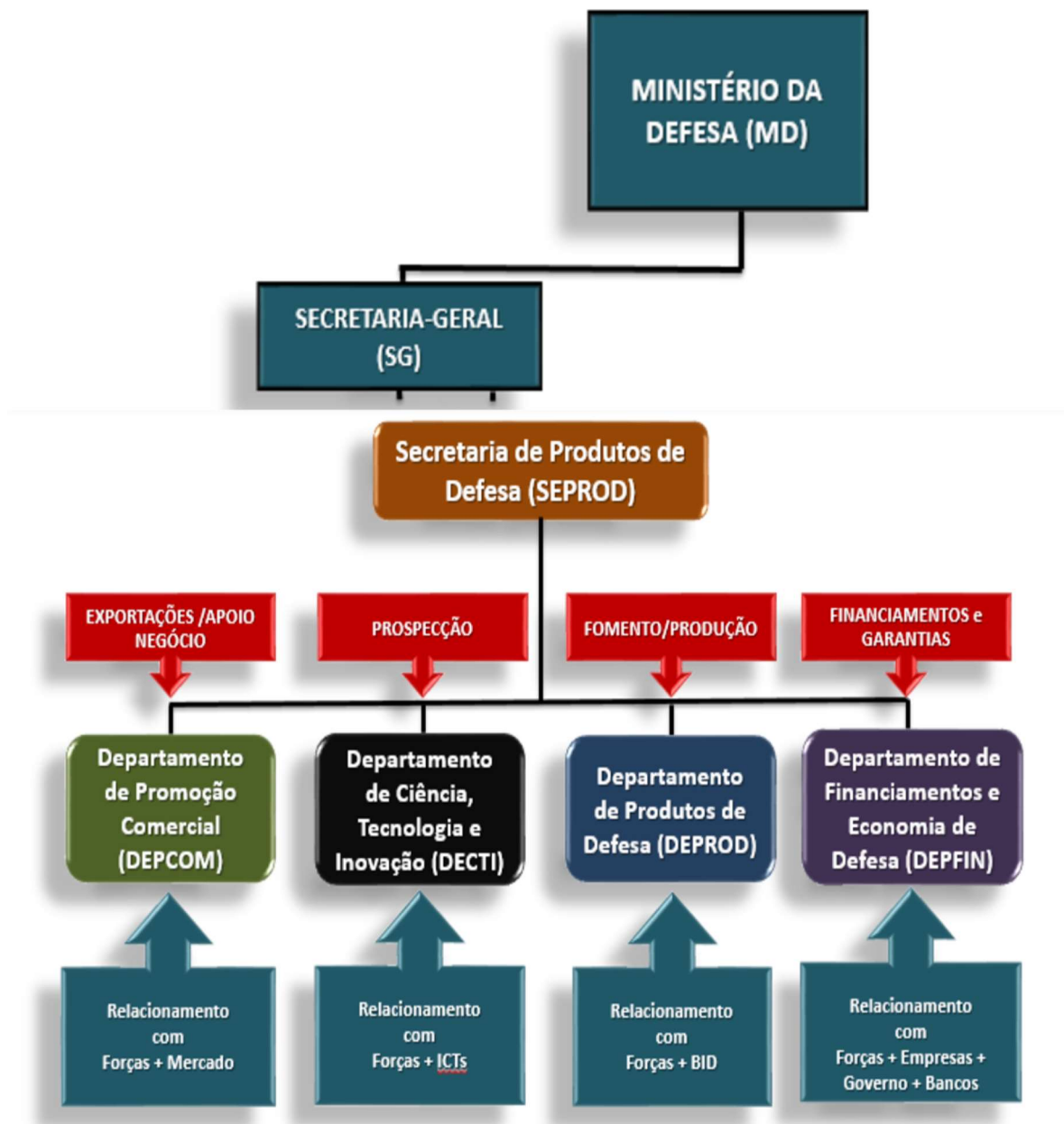


FIGURA 4 – Extrato do organograma do Ministério da Defesa representando a estrutura organizacional da Secretaria de Produtos de Defesa.

Fonte: BRASIL (2022).

É considerada como um marco no modo como o país passa a valorizar o papel da indústria de Defesa, definindo os conceitos de PRODE, Produto Estratégico de Defesa (PED) e de Empresa Estratégica de Defesa (EED). Há uma redução de impostos de diversas naturezas para as empresas ao criar o Regime Especial de Tributação para a Indústria de Defesa, o RETID, que estabelece que as EED terão acesso a regimes especiais tributários e financiamentos para

programas, projetos e ações relativos, respectivamente, aos bens e serviços de Defesa nacional. A lei repercute nos custos de produção, promovendo a redução no preço dos produtos nacionais, ampliando a sua competitividade no exterior e valorizando as empresas que possuem esse “selo” EED, além do objetivo precípua de desenvolver as tecnologias indispensáveis às FA (BRASIL, 2012, 2018a).

c) Portaria Normativa nº 15/MD, de 04 de abril de 2018 - Aprova a Política de Obtenção de Produtos de Defesa (POBPRODE) para a administração central do Ministério da Defesa e para as Forças Armadas;

d) Portaria Normativa nº 66/GM-MD, de 22 de outubro de 2018 - Estabelece a Política de Compensação Tecnológica, Industrial e Comercial de Defesa – PComTIC Defesa;

e) Decreto nº 9.607, de 12 de dezembro de 2018 - Institui a Política Nacional de Exportação e Importação de Produtos de Defesa;

f) Portaria Normativa nº 86/GM-MD, de 13 de dezembro de 2018 - Estabelece procedimentos administrativos para o credenciamento, descredenciamento e avaliação de Empresas de Defesa - ED, Empresas Estratégicas de Defesa - EED e para a classificação e desclassificação de Produtos de Defesa - PRODE, e Produtos Estratégicos de Defesa – PED;

g) Decreto nº 9.857 de 25 de junho de 2019 - Altera o Decreto nº 7.970, de 28 de março de 2013, que regulamenta dispositivos da Lei nº 12.598, de 21 de março de 2012, que estabelece normas especiais para as compras, as contratações e o desenvolvimento de produtos e sistemas de Defesa;

h) Portaria GM-MD nº 3.662, de 2 de setembro de 2021 - Estabelece a Política de Compensação Tecnológica, Industrial e Comercial de Defesa (PComTIC Defesa); e

i) Portaria GM-MD nº 4.070, de 5 de outubro de 2021 - Aprova a Diretriz de Obtenção Conjunta de Produtos de Defesa (PRODE) e de Sistemas de Defesa (SD) para a administração central do Ministério da Defesa e para as Forças Singulares. Essa diretriz contempla definições gerais e a descrição do processo de obtenção, dos requisitos operacionais, do estudo de viabilidade, além de uma análise da BID, dentre outros requisitos e procedimentos a serem adotados, que incluem desde a análise de custos e o gerenciamento de riscos nas propostas a serem submetidas à apreciação do MD, como também exortam os conceitos e a aplicabilidade dos níveis de maturidade tecnológica e de maturidade de produção.

As portarias GM-MD nº 4.403 e nº 4.404 de 2021 instituem, respectivamente, o Comitês de Ratificação dos Requisitos Operacionais Conjuntos do Ministério da Defesa (Comitê ROC-MD), e o Comitê de Ratificação do Processo de Obtenção Conjunta do Ministério da Defesa (Comitê de Ratificação do POC-MD). Em complemento, a Portaria GM-MD nº 4.405, de 27 de outubro de 2021, estabelece as categorias de PRODE e de Sistemas de Defesa (SD) relacionadas com a Diretriz de Obtenção Conjunta do Ministério da Defesa.

j) Portaria GM-MD N° 3063, de 22 de Julho de 2021 - Atualiza a Política de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Defesa (PCTID), que tem por finalidade precípua a de fomentar o desenvolvimento de um complexo militar-acadêmico-empresarial capaz de alavancar os estudos e os desenvolvimentos tecnológicos que sejam de interesse da Defesa e que poderão, inclusive, ser de caráter dual. Em virtude do sigilo afeto a diversos temas associados à Defesa, há necessidade de serem impostas ações que visem a salvaguardar os interesses de segurança do Estado no que concerne ao acesso a informações, mas que ao mesmo tempo, não impeçam as iniciativas conjuntas entre o Governo, a BID, as Instituições Científica, Tecnológica e de Inovação (ICT) e as universidades, sejam elas públicas ou privadas.

O Plano de Articulação e Equipamento da Defesa (PAED) é o instrumento de longo prazo que o Estado dispõe para orientar as políticas para o fornecimento dos meios que as FA necessitam, bem como a infraestrutura que irá provê-los, a partir de uma projeção temporal de 20 anos, a partir de 2012, constituindo-se dos projetos estratégicos de cada FA.

O MD dispõe de uma estrutura organizacional e arcabouço documental que norteia o fluxo ordenatório de obtenção de PRODE às FA, que englobam a aquisição, o desenvolvimento e a modernização. Ao estabelecer objetivos, ações, diretrizes, procedimentos e processos, o MD proporciona a padronização das etapas do desenvolvimento e da compra dos produtos e sistemas de Defesa, trazendo homogeneidade à sistemática de aquisição e desenvolvimento a ser executada pelos seus componentes.

Parte desse referencial documental é recente e, na prática, ainda estão em processo de implementação, sendo difícil já dispor de resultados concretos na literatura. Porém, dois aspectos tornam-se evidentes, como o fortalecimento da BID, primordialmente, e a importância do emprego de tecnologias de caráter dual como fator impulsionador do tríplice hélice, um dos fundamentos para o desenvolvimento da BID e de tecnologia autóctone no país. Contudo, não foi possível identificar a inclusão de tal abordagem como requisito ou

até mesmo uma proposta de incentivo nos processos de aquisição, desenvolvimento ou modernização de PRODE, apesar de ser citado na PCTID.

Ao adotar a estratégia de *Spin-in*, os benefícios para a sociedade e para a gestão do ciclo de vida de itens militares tornam-se limitados, e a sua capacidade de alavancar a construção de uma base industrial disponível para a Defesa fica reduzida.

4.1.2 Sistemática da Marinha do Brasil

As FA seguem os fundamentos doutrinários definidos pelo MD, contudo, em virtude de especificidades de suas respectivas missões e organizações, estas implicam na adoção e criação de procedimentos e ações próprios. A Marinha do Brasil possui um processo de obtenção de PRODE híbrido, pois pode ser realizado por meio de órgãos de direção setorial (ODS) distintos, ou sob a forma de atuação conjunta. Em linhas gerais, dependendo da natureza da obtenção, a aquisição de um item é realizada pelo ODS Material ou a ele vinculado. Para a pesquisa e desenvolvimento de um novo produto de Defesa, este recai para o ODS associado à Ciência e Tecnologia. É nesse contexto que se pretende robustecer a busca pela dualidade nos processos de obtenção da MB.

O Plano Estratégico da Marinha (PEM) é o documento norteador principal das necessidades da MB a longo prazo. Dos sete programas estratégicos, vislumbra-se a oportunidade de desenvolvimento e emprego direto de tecnologias de caráter dual em três, sendo inclusive estabelecida, no Programa Nuclear da Marinha (PNM), a sua relevância para os setores de energia, agrícola e saúde, visto que há possibilidade de aplicação da tecnologia em lide para a geração de energia elétrica, proteção de frutas e legumes para exportação e a produção de radiofármacos empregados na Medicina Nuclear. O Programa de Obtenção da Capacidade Operacional Plena (OCOP) visa à manutenção e à modernização de instalações e meios, o que engloba dotações de sobressalentes, armas e munições. A partir desse Programa, vislumbra-se a oportunidade de se incorporar tecnologias de uso dual e conteúdo local, além de possibilitar a ampliação da qualificação do pessoal da BID, por meio das ETEC, dos acordos de compensação e aquisições de componentes COTS. O mesmo se aplica ao Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz), que objetiva monitorar e controlar, de forma integrada, as águas jurisdicionais brasileira e as áreas internacionais de responsabilidade para operações de Socorro e Salvamento. Contudo, para trazer maior eficácia ao emprego de

tecnologias de uso dual nos programas em questão e ao longo dos seus respectivos ciclos de vida, há de se alinhar a sistemática de obtenção para esse propósito.

Em linhas gerais, a partir da determinação das necessidades e da atribuição de prioridade, caberá ao Estado Maior da Armada (EMA) direcionar a qual ODS caberá a Obtenção. A Diretoria-Geral do Material da Marinha (DGMM) é responsável pela aquisição de meios novos e de oportunidade, além de equipamentos e armas, por meio de uma sistemática estruturada e composta por organizações militares (OM) subordinadas, dentre as quais as Diretorias Especializadas (DE) e as OM prestadoras de serviços industriais. Desde 2016, a Diretoria-Geral (DGDNTM) incorporou as atividades do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB) e do Programa Nuclear da Marinha (PNM), agregou as Estruturas Organizacionais de Gestão da Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha, da Gestão do PROSUB e do PNM, e é o órgão executivo do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação da MB (SCTMB).

Como as atividades técnicas da função logística Suprimento são, em princípio, desenvolvidas pelas DE, de acordo com a natureza do material, entende-se que é nesse ponto do processo que pode haver uma convergência de esforços entre a aquisição direta pelo Setor do Material e o desenvolvimento de tecnologias pelo Setor de Ciência e Tecnologia da MB, tendo em vista que a especificação técnica deve ser elaborada pelas DE (BRASIL, 2003; BRASIL, 2021).

Adicionalmente, é nas DE que são realizadas as pesquisas de mercado e formuladas o apoio logístico necessário. Cabe ao Setor de Material calcular o custo total do projeto, que engloba as estimativas dos custos de obtenção e posse (manutenção e operação), considerando a gestão do ciclo de vida planejada, seja para um novo meio ou novo sistema (BRASIL, 2002). A seleção de construtores ou fornecedores impacta diretamente na formulação do Plano de Apoio Logístico Integrado e, conseqüentemente, na gestão do ciclo de vida do equipamento ou meio. A MATERIALMARIST 02-01 é a norma que dita os procedimentos a serem cumpridos pelas OM do Setor do Material, em aderência ao Manual de Logística da Marinha, o EMA-400, especificamente para a aquisição de meios.

Muitas vezes pela ausência de tecnologia de ponta autóctone, a MB recorre à aquisição direta de PRODE de fornecedores do exterior. Em contrapartida, dependendo do valor do contrato, tem-se a oportunidade de se aplicar a lei de acordo de compensação em

benefício da Força e da BID para absorção de tecnologias que ainda não estariam disponíveis no país, por exemplo.

O SCTMB é composto por diversas OM, sendo o EMA, o ODG; os ODS; as ICT-MB, em que se destacam o Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP) e o Centro Tecnológico da Marinha no Rio de Janeiro (CTMRJ); as Diretorias Especializadas da Marinha (DE), encarregadas de estabelecer os requisitos técnicos dos sistemas e equipamentos em desenvolvimento na Marinha; empresas com vínculos com a MB; e as Fundações de Apoio à CT&I vinculadas à MB (BRASIL, 2021).

Ao se optar pelo desenvolvimento de uma nova tecnologia, cabe à DGDNTM a coordenação do processo, o órgão centralizador institucional. Para tal, este possui um cabedal de normas que regem o Sistema De Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (DGDNTM-2101) e o Sistema de Prospecção Tecnológica (DGDNTM-1202), em aderência à Doutrina e à Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha. Dentre elas, destaca-se a inserção de um requisito específico acerca da possibilidade de uso dual a ser empregado no critério de priorização de projetos para aquisição e desenvolvimento de tecnologias na MB. Ademais, visando à inovação, estabelece que as parcerias da MB com empresas, fundações e academia devem buscar a promoção das tecnologias de uso dual. Neste caso, não há uma estratégia ou abordagem pré-definida, isto é, a dualidade pode ocorrer por *Spin-off* ou *Spin-in*, intencional ou não. Porém, atribui-se um fator ponderador a ser considerado para a tomada de decisão.

As Diretorias Especializadas (DE) da Marinha também fazem parte do SCTMB, apesar de estarem vinculadas a outro ODS. Estas são encarregadas de estabelecer os requisitos técnicos dos sistemas e equipamentos em desenvolvimento na Marinha, além das empresas com vínculos com a MB; e as Fundações de Apoio à CT&I vinculadas à MB, como descrito no documento normativo do Estado-Maior da Armada, EMA-415, a Estratégia de Ciência, tecnologia e Inovação da Marinha (2021).

Em virtude dos riscos associados ao desenvolvimento de novas tecnologias, a Lei 10.973/2004 (Lei da Inovação que permite a modalidade de obtenção denominada Encomenda Tecnológica - ETEC), que sofreu complementações diversas outras legislações relacionadas, e foi regulamentada por meio do Decreto nº 9.283/2018, visando a estabelecer medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, estimulando a capacitação tecnológica, o desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional. Considera-se a ETEC uma modalidade inovadora de contratação, que tem como

pilares a inovação e o risco tecnológico. Assim, a ETEC pode vir a ser utilizada para os casos em que se busca uma solução para uma tecnologia nova, a qual não ainda não foi desenvolvida, e com elevado risco tecnológico, trata-se de uma oportunidade para incluir, como requisito, a inserção de conteúdo local e de tecnologia dual, seja por meio de itens COTS ou pelo desenvolvimento de processos ou tecnologias de caráter dual na cadeia de produção.

4.2 A Base Industrial de Defesa

Segundo Amarante (2012), a obtenção de tecnologia militar compreende a coordenação e a articulação da base da Defesa, que se constitui de ciência, tecnologia, infraestrutura, indústria e logística. Essa capacitação tecnológica militar nacional denomina-se BID. O autor insere o conceito de *iceberg* na literatura para facilitar a compreensão da cadeia produtiva necessária à finalização de um produto de Defesa. A FIG. 5 ilustra esse conceito, com uma pequena modificação à ilustração original de Amarante (2012), em virtude da necessidade premente da inovação demandada pela complexidade tecnológica que a guerra moderna impõe, em face da rapidez e constante evolução dos avanços tecnológicos ocorridos na última década (CAO *et al*, 2020; MEUNIER, 2019, 2020).



FIGURA 5 – O *iceberg* científico-tecnológico militar ou BID.

Fonte: adaptado de Amarante (2012, p. 12).

Em 2016, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) elaborou um estudo inédito no Brasil, no qual apresenta-se um mapeamento da base industrial de Defesa (NEGRETE *et al.*, 2016). Esse estudo possibilitou analisar a sua composição como também a

infraestrutura científica e tecnológica dos centros de pesquisa associados, a partir de uma amostra de 896 firmas de todos os segmentos da indústria de Defesa e segurança do país, sendo 362 especificamente do setor aeroespacial (SILVA FILHO, 2017). As fontes de dados foram estatísticas oficiais e visitas a empresas selecionadas, tendo sido construída uma análise descritiva com foco nas capacidades humanas, econômicas e institucionais das empresas. O estudo englobou o relacionamento desses dados com outras bases de dados do governo federal por meio do Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ).

A partir do mapeamento da BID, entende-se que esta apresentou relativa melhora a partir de 2010, com tendência de ampliação do número de empresas atuando em Defesa e Segurança, como também, um incremento nas exportações, que seria, em princípio, fruto de novas iniciativas governamentais em proveito do setor, e devido à recuperação gradual da capacidade de investimento do Estado.

A composição da BID é estabelecida por 8 segmentos básicos: sistemas eletrônicos e sistemas de comando e controle; plataforma terrestre militar; plataforma naval militar; plataforma aeronáutica militar; sistemas espaciais voltados para a Defesa; Armas e Munições Leves, Pesadas e Explosivos; propulsão nuclear e equipamentos de uso individual. O mapeamento mostra que a BID brasileira se constitui, em sua maioria, de empresas de micro e pequeno porte, mas apresenta a Embraer como empresa dominante em termos de participação de receitas, principalmente, em exportações, e que se concentram em itens de uso civil. Silva Filho (2017) destaca que o estudo revela que a maior parte da receita das empresas é proveniente da venda de produtos, e que a prestação de serviços pós-venda, como a manutenção, a modernização e o treinamento, não é significativa, reduzindo a competitividade das empresas, e fragilizando a cadeia de produção.

A partir do referido estudo, Leske e Santos (2020) identificaram que, apesar da amostra analisada ser relativamente pequena, há uma tendência de as empresas associadas à Defesa procurarem a inserção no mercado internacional. Outro aspecto abordado é a percepção da ocorrência de *Spin-off* levemente superior a *Spin-in*, o que denota a importância da estratégia de emprego de tecnologia dual para ampliação de mercado, e que as indústrias da BID estão preparadas para atuar em ambos os setores, seja civil ou militar. Dentre os segmentos da BID analisados à época da pesquisa, “Plataformas Aeronáuticas” era o detentor de maior potencial de produtos de caráter dual em virtude, primordialmente, dos produtos desenvolvidos pela empresa Embraer.

Cabe destacar que o mapeamento também permitiu identificar para os principais obstáculos ao desenvolvimento da BID, a partir da opinião das empresas participantes. O levantamento realizado por Leske e Santos (2020) aponta a falta de apoio do Estado, como o fator de maior relevância perante os empresários, com a representação de 48%. Em seguida, a burocracia interna (36%), a taxa cambial desfavorável (33%), os custos portuários e aeroportuários (31%) e a falta de seguro de crédito a empresas (29%) compõem os cinco principais obstáculos ao avanço do setor e à internacionalização dos PRODE, que é essencial para manutenção da cadeia de produção (LESKE; SANTOS, 2020).

Em 2018, a Confederação Nacional da Indústria (CNI), com a participação de líderes empresariais, formulou e divulgou o Mapa Estratégico da Indústria 2018 – 2022. O documento visa a apresentar à nação uma agenda para a construção de uma base industrial sólida, que propicie uma economia mais produtiva, inovadora e integrada ao mercado internacional, além de trazer benefícios diretos à sociedade brasileira por meio da geração de empregos e elevação da qualificação técnica dos cidadãos (CNI, 2018). Um dos tópicos de maior relevância é a análise e a projeção da Indústria 4.0, destacada como elemento essencial para recuperação da competitividade da indústria nacional.

De acordo com o mapa estratégico da CNI, no período de 2012 a 2018, o Brasil vem perdendo posição no *ranking* de competitividade global, como ilustra o GRAF. 3, a partir de dados extraídos de *The Global Competitiveness Report 2017-2018 (World Economic Forum)*.

Em complemento, a produtividade da indústria Argentina foi superior à brasileira no período em destaque, sendo 11,2% e 5,5%, respectivamente, enquanto nos EUA, o crescimento foi de 16,2%. Infere-se, portanto, que há perda de competitividade no mercado internacional e no âmbito interno, devido à concorrência com a importação de produtos de atores internacionais.

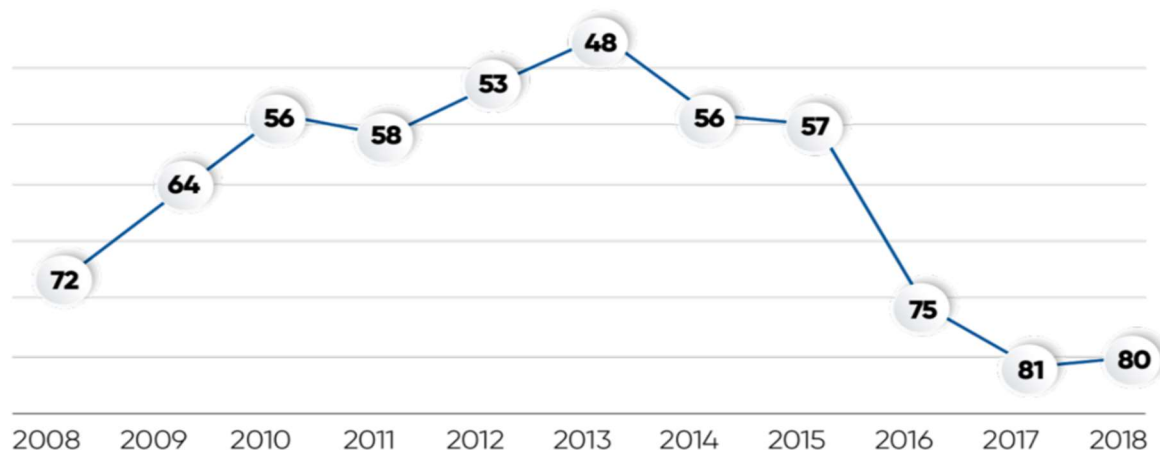


GRÁFICO 3 – Ranking global de competitividade: posição brasileira no período de 2008 a 2018.

Fonte: CNI (2018).

A CNI promoveu, em 2021, uma pesquisa acerca da situação atual da Indústria 4.0 no Brasil 2021 denominada Sondagem Especial Indústria 4.0, com o intuito de avaliar o avanço das tecnologias aplicadas a essa indústria, como a transformação digital da produção industrial, integrando as diferentes etapas da produção (CNI, 2021). A pesquisa foi realizada com mais de 1000 empresas e revelou que, em 2016, 48% das empresas pesquisadas fazia uso de pelo menos uma das tecnologias analisadas, mas, em 2021, houve uma mudança nesse cenário, e um incremento para 69%.

A pesquisa aponta também que as tecnologias digitais mais utilizadas são aquelas que propiciam melhorias no processo produtivo, tendo sido observado aumento do uso de tecnologias que permitam a customização de produtos. A título de exemplo, a automação com sensores permite a implantação de linhas flexíveis de produção, e apresentou um acréscimo de 8%, em 2016, para 27% em 2021. Contudo, o uso de tecnologias mais complexas, como a inteligência artificial, encontra-se em lenta ascensão, apesar da possibilidade dessas tecnologias promoverem o aumento de produtividade, de qualidade dos produtos e a redução de custos de produção, apesar do custo de implantação. Outro aspecto destacado é a falta de qualificação do trabalhador, que se torna uma barreira ao desenvolvimento da empresa industrial. Para tal, governo, indústria e academia devem estar em consonância – o tríplice hélice (CNI, 2021).

Desse modo, os resultados da pesquisa são animadores, mas a pesquisa apontou que há entraves internos impedem a base industrial brasileira avançar na Indústria 4.0 com a celeridade requerida, dificultando o emprego de tecnologias de caráter dual.

4.3 Conclusões preliminares

O Brasil tem buscado avançar nas políticas de desenvolvimento e fortalecimento de sua Base Industrial de Defesa. Com esse intuito, foram formuladas diversas leis de incentivo, normas e regulamentações, inclusive ressaltando a importância da utilização de tecnologias de caráter dual. O MD apresenta em sua organização a SEPROD destinada à aquisição de PRODE. Porém, diferentemente do sistema de aquisição militar norte-americano, as FA detêm autonomia, descentralizando recursos e esforços, pois o MD não participa diretamente dos processos de aquisição. MARRONI (2018) sugere que caiba à SEPROD a elaboração de políticas de aquisição e a supervisão dos processos de aquisição, e que seja criada a função de Executivo de Aquisição de Defesa.

Ao analisar os processos de obtenção e o Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação da MB, observa-se que apesar da organização e da regulamentação existente, é incipiente a adoção da tecnologia dual como estratégia para fortalecimento da BID, à exceção de casos fortuitos de *Spin-off*. Não foram vislumbradas iniciativas a respeito de prospecção de tais tecnologias nos processos de aquisição, seja diretamente ou por meio do desenvolvimento e modernização de tecnologias. Ao estabelecer a identificação de potencial dual como um dos critérios para priorização de projetos, a MB promoveu o passo inicial à formalização de um processo de incentivo ao emprego da tecnologia dual.

O mapeamento da BID de 2016, o mapa estratégico da indústria e a sondagem da Indústria 4.0 revelam uma tendência de retomada de crescimento da base industrial nacional, e a dificuldade na qualificação do trabalhador. Porém, observa-se a complexidade em identificar na literatura a disponibilidade de dados estatísticos anuais que permitam estabelecer com clareza as capacidades e a vocação da base industrial brasileira para desenvolvimento de tecnologias de caráter dual. Ademais, a ausência de dados consolidados obtidos por métodos sistematizados torna-se obstáculos à elaboração de políticas públicas e ao aporte de investimentos do setor privado.

5. CONSTRUINDO UM PROGRAMA DE INCENTIVO AO EMPREGO DE TECNOLOGIAS DE CARÁTER DUAL NA MB

Neste capítulo, pretende-se formular propostas de abordagens e ações que possam ser adotadas pela MB visando a impulsionar o emprego de tecnologias de uso dual como uma estratégia para reduzir custos de aquisição e do próprio ciclo de vida, e como transbordamento dessas iniciativas, fortalecer a BID e promover a integração com academia.

5.1 Considerações Gerais

Em que pesem as vantagens de se aplicar itens detentores de tecnologia comercial no meio militar apontadas pela literatura, depreende-se que também existirá uma parcela cujo conteúdo será exclusivo da Defesa, em virtude de especificidades de sua operação e emprego, que implicam em uma cadeia de produção compatível. Outro fator de destaque é o desenvolvimento crescente de tecnologias cuja dualidade é intrínseca a sua natureza, e o respectivo cerceamento de sua venda por parte dos detentores da propriedade intelectual. Dentre esses itens, encontram-se desde fármacos a componentes eletrônicos e, atualmente, tanto EUA quanto UE analisam a possibilidade de impor restrições à exportação de impressoras 3D, por exemplo.

Assim, uma das ações a ser buscada é reduzir as diferenças entre o processo de produção de produtos militares e os comerciais. Ao aproveitar a mesma linha de produção, ou apenas modificar parte da cadeia de produção, pode-se auxiliar à escalabilidade necessária à manutenção da empresa fabricante, e reduzir o nível de investimentos demandados ao setor público. Certos produtos poderiam ser produzidos nas mesmas instalações, e talvez até na mesma linha de produção. Essa medida contribui para ampliar a base de indústrias disponíveis para a Defesa. A iniciativa de enfatizar o emprego de itens do meio civil na Defesa depende também da credibilidade que as FA depositam nas empresas fornecedoras, nos incentivos para o uso de itens que não sejam protótipos, e que sejam testados e aprovados por critérios de desempenho aceitos pelos militares.

Porém, para que empresas de cunho civil tenham interesse de participar dessa empreitada, faz-se mister que produzir para o MD e as FA traga vantagens. Corroborando esse

aspecto, a lei nº 12.598/2012 que institui a RETID, bem como suas diretrizes complementares, são instrumentos de incentivo à tecnologia dual. Os acordos de compensação são oportunidades para qualificar pessoal e absorver tecnologia de ponta no país. Para que haja sinergia entre os setores civis e de Defesa, caberá a este último a tarefa de além de coordenar a integração de ambos setores, além de elaborar especificações para aquisição de equipamentos e sistemas que possam incorporar itens comerciais, e de auxiliar a restringir barreiras que não sejam de mercado, como as políticas de proteção a dados técnicos e de propriedade intelectual, que, por excesso de rigor, podem tornar impeditiva essa parceria para o processo de integração de linhas de produção.

A essência dos princípios apresentados é incorporar no âmbito militar a tecnologia dual existente, à Defesa e, ao mesmo tempo, prospectar e impulsionar novas tecnologias de caráter dual, como também, identificar as capacidades que podem ser extintas, mas que ela necessitará manter. É o Estado empreendedor, como aponta Mazzucato (2013). Além disso, há de se considerar que a contribuição mais importante não seja a redução imediata de custos, mas a manutenção e preservação de determinadas capacidades de as indústrias a serem necessárias no futuro pela Defesa.

Considerando a elaboração de normas, especificações e demais documentos técnicos que permitem a realização da aquisição ou desenvolvimento do PRODE, entende-se que é essencial a revisão de processos e métodos com o intuito de aproximar o arcabouço militar ao civil, salvaguardando-se o desempenho do item. Nesse aspecto, destaca-se a relevância da reforma promovida em 1994 pelos EUA, de modo a romper as barreiras da cultura organizacional de elaboração de especificações de produtos únicos e exclusivos para o meio militar e, ao mesmo tempo, para dar credibilidade ao produto em questão junto aos usuários, uma gama de procedimentos é estabelecida para que a aquisição de produtos, partes e/ou componentes comerciais mantenha o padrão esperado. Em Israel, tem-se a mesma preocupação perante o operador e, por isso, adota-se uma metodologia similar, para que o militar possa obter o máximo da eficiência do novo equipamento.

Seguindo as lições aprendidas pelo DoD norte-americano, White *et al* (1995, 1996) apresentam a questão acerca das opções de investimento, público ou privado, no caso da tecnologia dual. Ao se tratar de tecnologia considerada estratégica ou disruptiva, os autores entendem que o Estado deve impulsionar tais desenvolvimentos por meio de programas de incentivo, mas apresentam inúmeras recomendações a serem atendidas pela indústria

proponente, visando a mitigar riscos de insucesso na empreitada, e perda de recursos públicos. Dentre elas, destacam-se as seguintes recomendações:

a) projetos custeados por programas federais devem complementar, e não competir ou interferir em atividades de pesquisa e de desenvolvimento de tecnologias em andamento em outros setores do governo, visando a evitar pulverizar recursos e promover a diversidade de tecnologias;

b) as indústrias devem participar, mesmo que minimamente, dos custos de desenvolvimento, o que contribui para trazer maior transparência à relevância do mercado para a tecnologia em questão;

c) o projeto deve conter metas e marcos bem definidos, além de critérios de avaliação que permitam medir com segurança, de modo a prover os subsídios necessários à sua continuidade, ou não, em médio e longo prazos; e

d) além de uma avaliação criteriosa acerca da capacidade técnica e financeira da empresa ou indústria participante, deve ser analisada com cautela a formação de consórcios, por exemplo, com multinacionais, para que não prejudique a competitividade nacional ou inviabilize a sustentabilidade do produto a longo prazo.

Como apontado no Capítulo 3, os requisitos para adesão a projetos do Estado devem ser atraentes para o setor privado, caso contrário, pode inviabilizar o desenvolvimento de tecnologias de uso dual de cunho estratégico. Outro fator relevante é a dificuldade da adesão de *startups* e empresas de pequeno e médio porte em razão de requisitos por vezes excessivamente restritivos, como as garantias financeiras, lembrando que tais empresas possuem um potencial para inovação já reconhecido, principalmente para a Indústria 4.0. Faz-se mister uma legislação que apoie, ao menos, a participação como empresa subcontratada por um contratante principal, trazendo maior possibilidade de atuação. Cabe ressaltar que as iniciativas bem-sucedidas contam com sistemáticas de mensuração e avaliação dos investimentos por meio de indicadores e metodologias de acompanhamento dos projetos em relação ao conteúdo dual.

Por último, com relação aos aspectos legais, os direitos de propriedade intelectual também podem se constituir como uma barreira à adesão ao projeto, tendo em vista que a comercialização futura da tecnologia em questão pode ser cerceada por custo e até mesmo imposições governamentais de restrição de venda. Por isso, devem ser estabelecidas com cautela e definidas desde o início do processo.

5.2 Incentivando o emprego da tecnologia de uso dual na MB

Do Capítulo 3, depreende-se que as políticas de incentivo ao desenvolvimento de tecnologias de uso dual de relevante sucesso partem de uma abordagem *Top-Down*, onde o Ministério da Defesa ou órgão similar dispõe de programas e diretrizes detalhados. No Brasil, a END tem como um de seus pilares a reorganização da BID com base em tecnologias nacionais, preferencialmente as de emprego dual. Porém, não foram identificadas, até o momento, ações e diretrizes específicas. MARRONI (2018) propõe a criação de um órgão que centralize e gerencie as aquisições estratégicas no MD, congregando as necessidades da três FA, provavelmente, subordinado à SEPROD e à semelhança do Departamento de Defesa norte-americano. Dessa forma, estima-se que o MD se beneficiaria em termos de capacidade, custos e prazos sob o ponto de vista de uma estratégia *Spin-in* para tecnologias de uso dual. Ademais, a adoção dessa medida traria como objetivo secundário o incentivo à interoperabilidade das FA.

A despeito da organização do MD, no âmbito da MB, alguns princípios podem ser agregados ao atual sistema de aquisição e de desenvolvimento de PRODE, com o intuito de fomentar o emprego de tecnologias de uso dual na Força. Nesse processo, é importante que se busque, no meio civil, tecnologias que possam ser aplicadas ao meio militar diretamente, ou que possam sofrer adaptações para adequar-se às especificidades de operação militar. O fator tempo é um limitador para o decisor optar entre desenvolvimento e aquisição direta.

Se a opção for a aquisição direta de PRODE, há dois aspectos relevantes a serem considerados para a tecnologia dual: componentes COTS e acordo de compensação *Offset*. A aquisição de equipamentos ou sistemas que possuem componentes do tipo COTS, que podem ser adquiridos no mercado, é uma forma de incentivo à indústria de tecnologia dual. Contudo, na prática, tem sido observada a necessidade de um controle minucioso de estoque desses componentes, pois a sua atualização impacta diretamente na gestão do ciclo de vida do sistema ou equipamento que faz parte. Se a modernização do sistema ou a sua substituição não for planejada de acordo com o ciclo de vida daquele componente, a sua obsolescência pode levar à interrupção da operação do sistema como um todo. Cabe uma ressalva neste momento, que dependendo da modernização do item poderá haver necessidade de alteração no modo de operar do equipamento ou do sistema, havendo a necessidade inclusive de treinamentos adicionais.

Ao optar pela aquisição direta, é mandatório seguir a Política de Compensação Tecnológica, Industrial e Comercial de Defesa (PComTIC Defesa), 2018, que congrega as diretrizes do MD sobre práticas compensatórias, estabelece o arcabouço legal e consolida as principais orientações jurídicas e estratégicas sobre a questão. É aplicada às importações associadas a compras e demais contratações de PRODE, efetuadas por empresas brasileiras contratadas por órgãos daquele Ministério, como também pelas FA e outras entidades que possuem vínculo com o MD.

O emprego desta modalidade de obtenção para equipamentos e sistemas de armas, por exemplo, são, em geral, realizadas pelo setor do material da MB. Assim, cabe a esse setor buscar as melhores opções de compensação em benefício da Força, e que fortalece a BID e, se possível, a academia, ampliando a capacidade do tríplice hélice. Sob a forma de coprodução, licença de produção, produção subcontratada e transferência de tecnologia, vislumbram-se oportunidades para incentivar o desenvolvimento de tecnologias de caráter dual por intermédio desse mecanismo (RIBEIRO e INÁCIO JUNIOR, 2019). Abre-se uma nova perspectiva para inserir nessa modalidade de obtenção, como um dos requisitos, o potencial dual da compensação a ser proposta. Este pode ser representado pela transferência de tecnologia acerca da manufatura de determinado componente, processo de produção que seja dual, por exemplo.

Nesse estágio, destaca-se a importância da cooperação entre o setor do material e o setor de CT&I, ambos setores componentes dos Sistemas de Ciência, Tecnologia e Inovação e de Prospecção Tecnológica da MB. Ademais, a integração dos corpos técnicos em prol da elaboração de requisitos, da avaliação e priorização de propostas faz-se mister para tornar mais eficiente o processo. Para tal, os especialistas envolvidos de ambos os setores devem ser qualificados tecnicamente, e instigados a buscar a dualidade das tecnologias, processos e serviços.

No caso da obtenção por meio de ETEC, as diretrizes e orientações contidas na sistemática de governança de CT&I da MB são bastante claras, e contam com a “possibilidade de aplicação dual” (BRASIL, 2019, p. 2-3) como um dos critérios para priorização de projetos em que a Força irá investir (RAUEN e BARBOSA, 2019).

Em um ambiente de restrições orçamentárias e imprevisibilidade financeira, depreende-se que buscar a tecnologia dual nos primeiros estágios de definição da tecnologia potencializa a importância para a sociedade civil, além de favorecer a inovação.

Aproveitando as lições aprendidas por outros Estados, a exemplo das descritas no capítulo 3, além de empregar a possibilidade de aplicação dual como critério para seleção, a MB pode vir a se beneficiar também ao incluí-la como requisito na especificação técnica, por ocasião de sua elaboração, auxiliando na divulgação dessa mentalidade e aumentando probabilidade de êxito do processo. Contudo, os requisitos que concernem as questões da propriedade intelectual e do sigilo de dados não podem ser esquecidos, como aponta a literatura e, ao mesmo tempo, não devem ser excessivamente rígidos, de modo a extinguir o interesse dos envolvidos extra-MB ou elevar custos.

Visando a potencializar o emprego de recursos, financeiros e pessoal, a prospecção tecnológica pode se dispor de princípios em uso em Israel, citados previamente, os quais estabelecem áreas de atuação para a autoridade de inovação, como infraestrutura tecnológica, manufatura avançada e colaboração internacional. A partir da seleção das áreas de atuação, é possível atribuir prioridades, e concentrar esforços com o objetivo de buscar incentivar o uso dual e identificar o potencial de uso dual na academia, na base industrial disponível, incluindo *startups*. Adicionalmente, depreende-se da literatura descrita neste trabalho o potencial dual das tecnologias associadas à Indústria 4.0, as *startups* como forças motrizes da inovação.

As iniciativas apresentadas têm foco primordial na estratégia de emprego dual *Spin-in* com o intuito de maximizar a eficiência de processos, da própria cadeia de produção e reduzir custos. Todavia, as iniciativas identificadas até o momento na MB são voltadas à modalidade *Spin-off*, como, por exemplo, o PNM, criado desde 1979, que tem como um de seus propósitos, o desenvolvimento de tecnologias de uso dual, principalmente por meio de “transbordamento”. Há um reator de potência de pequeno porte em construção no Laboratório de Geração Nucleoelétrica (Labgene) da MB, o qual detém potencial de empregado em benefício da sociedade brasileira, para prover energia e água dessalinizada, provavelmente em áreas distante de zonas urbanas, além de indústrias e regiões desprovidas de recursos hídricos, por exemplo (AMAZUL, 2022). A MB tem incentivado o emprego de tecnologias de caráter dual, também por meio da aquisição de sistemas e equipamentos que contenham itens do tipo COTS, e do desenvolvimento de tecnologias que transbordem para a sociedade, auxiliando na construção de uma mentalidade que aproxima o meio civil do militar,

como estabelecem as normas DGDNTM-2101¹⁷(BRASIL, 2019a) e DGDNTM-2102¹⁸ (BRASIL, 2019b). A “possibilidade de uso dual” é um dos critérios básicos para priorização dos projetos candidatos do SCTMB. Outrossim, também estabelece que as parcerias entre a MB, empresas, fundações e academia devem buscar a nacionalização de sistemas e equipamentos e o desenvolvimento de tecnologias e produtos de utilidade dual, para a MB e para o país.

Gradualmente, diretrizes estão sendo formuladas e implantadas, apesar dos desafios que cercam a Força, como a escassez de recursos financeiros, a falta de previsibilidade orçamentária e a redução de pessoal. Para enfrentar esse desafio específico, cada vez mais os investimentos precisam ser direcionados para desenvolver capacidades de produção, de tecnologia e de inovação em tecnologias específicas e em diferentes estágios de maturidade tecnológica, desde a pesquisa à prototipagem, da comercialização à implantação na manufatura, como aponta Andreoni e Tregenna (2020).

¹⁷ DGDNTM-2101: Normas Para O Sistema De Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha.

¹⁸ DGDNTM-2102: Normas para o Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha.

6. CONCLUSÃO

O fim da Guerra Fria trouxe uma mudança de perspectiva para a relação do Estado com a indústria bélica, na qual a necessidade de prontidão em face da ameaça de conflitos eminentes tornava o Estado um investidor e patrocinador majoritário, o ente econômico responsável, inclusive, pelas inovações tecnológicas. Resultado desses avanços no Setor de Defesa, o cidadão civil pode partilhar em seu cotidiano do transbordamento de tecnologias como o microondas, o GPS, o radar de navegação, aeronaves e veículos terrestres, inicialmente restritos ao ambiente militar.

A consequente queda dos orçamentos militares e a disponibilidade da infraestrutura e de pessoal qualificado existente, em especial nos Estados Unidos da América, fez com que estudos fossem elaborados naquele país para buscar uma estratégia que permitisse a supremacia econômica e tecnológica nos setores civil e militar, sem desmobilizar a base industrial de Defesa, mas reduzindo a participação do Estado para sua manutenção e desenvolvimento contínuo, como apresentado nos capítulos 2 e 3 deste trabalho. Assim, programas de incentivo ao emprego de tecnologias de caráter dual surgiram como estratégia para reduzir investimentos do setor público na Defesa e promover a sustentabilidade e a escala necessárias a produtos de Defesa.

O conceito de tecnologia dual é complexo, apesar de ser muito divulgado, conjugando produto e processo separadamente, ou simultaneamente, tendo sido adotado neste trabalho uma abordagem abrangente, em que a tecnologia dual engloba um produto, um processo, uma metodologia. A literatura aponta duas modalidades básicas para implementação de tecnologia dual como estratégia: o *Spin-off* e o *Spin-in*. Cada qual possui vantagens e desvantagens, porém, as lições aprendidas por outros Estados e identificadas no capítulo 3, apontam para o *Spin-in* como uma estratégia mais eficiente. Destacam-se quatro aspectos listados a seguir:

a) as políticas bem-sucedidas de incentivo ao uso de tecnologia dual pelas FA partiram de programas institucionalizados e promovidos sob uma organização *Top-Down*, a partir do ministério da Defesa ou órgão semelhante de cada Estado;

b) a dualidade é parte integrante de diversas tecnologias da Indústria 4.0, sendo a academia e as *startups* grandes promotores de seus avanços;

c) o *Spin-in* tende a promover a redução de custos de desenvolvimento, de produção e da gestão do ciclo de vida; e

d) a busca pela dualidade deve ocorrer o mais cedo possível nos processos de aquisição e de desenvolvimento de produtos para a Defesa.

Dessa forma, a cadeia de produção é planejada e definida para tal objetivo. A modificação de uma cadeia produtiva já existente induz o aumento de custos comparativamente. Ademais, a base industrial disponível e a interação com a academia são facilitadas. Do ponto de vista da inovação e das tecnologias associadas à Indústria 4.0, amplia-se a possibilidade de interação entre academia, *startups*, pequenas e médias empresas, a BID, sob a coordenação da Defesa – é o tríplice-hélice em movimento.

No Brasil, o Ministério da Defesa conta, em sua estrutura organizacional, com uma secretaria específica para os produtos de Defesa, a SEPRODE, responsável por incentivar a ampliação e a diversificação da BID, promovendo a sua consolidação e seu fortalecimento, trazendo projeção internacional, crescimento econômico e ampliação da qualificação de recursos humanos do país. Apesar de não haver uma política própria e bem definida para incentivo da dualidade, o MD destaca a importância de sua implementação pelas FA na Estratégia Nacional de Defesa, dando respaldo a programas no âmbito interno.

Adicionalmente, as leis referentes ao fortalecimento da BID citadas no capítulo 4, como a Lei nº 12.598/2012, *referente ao Regime Especial de Tributação para a Indústria de Defesa (RETID)*, motivam a participação de empresas voltadas ao mercado civil a olharem para o setor de Defesa como uma oportunidade, impulsionando a dualidade também. O mesmo se aplica à política de Compensação Tecnológica, Industrial e Comercial (PComTIC) Defesa, que pode ser considerada como mais um instrumento a ser empregado em prol da dualidade. A modalidade de obtenção de PRODE por meio de ETEC, Encomenda Tecnológica, traz também maior flexibilidade ao processo.

Rauen e Barbosa (2019) elaboraram um guia de boas práticas para emprego dessa modalidade de contratação que traz orientações acerca da precificação e do controle que podem ser adaptados e incorporados ao meio militar. Entende-se que a centralização de esforços para aquisição de PRODE, ao menos as associadas aos projetos estratégicos no SEPROD-MD, em semelhança ao caso norte-americano, pode ser uma forma de facilitar a institucionalização de um programa de incentivo ao uso dual, trazendo maior vantagem para

a cada Força e ao MD, pois promove de forma complementar a interoperabilidade, e diminui a disputa interna pelos recursos disponíveis.

No âmbito da MB, os documentos normativos de alto nível dispõem sobre a busca pela tecnologia dual como meta a ser atingida. Porém, não são explicitados métodos que programas para implementação sistemática, o que dificulta a divulgação de uma mentalidade organizacional, além do fato de que a ausência de processo definido faz com que se perca objetividade e eficiência. A dualidade ocorre por transbordamento ou “por acaso”. Contudo, em 2021, a Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha instituiu, em seu processo para seleção de projetos, o potencial de tecnologia dual como parte de seu critério para priorização. Com essa iniciativa, a MB dá mais um passo rumo à prospecção e à implantação de tecnologia dual em seus sistemas e equipamentos.

Com este trabalho, foi possível identificar e propor ações para aprimorar o processo em vigor na MB, implementando uma sistemática a partir, primeiramente, da atualização das publicações sobre aquisição e de desenvolvimento de PRODE, visando a inserir a necessidade de conteúdo dual como um requisito a partir da fase inicial de elaboração de especificações técnicas, contribuindo para a priorização de propostas, “provocando” o *Spin-in*. Ademais, faz-se mister que tal sistemática se estenda também à prospecção de tecnologias e, para tal, o pesquisador deve ter um olhar qualificado e dedicado para tal busca.

Há limitações no trabalho devido ao tempo de sua execução e acerca da disponibilidade de dados para pesquisa sobre o Brasil, principalmente, em relação ao estágio de desenvolvimento das tecnologias 4.0 e a sua estratificação por setores da indústria brasileira, incluindo a indústria de Defesa.

Porém, entende-se, também, que o emprego de tecnologias de caráter dual é um componente de uma estratégia para a aquisição e desenvolvimento de produtos de Defesa que pretende reduzir impactos orçamentários e aprimorar a gestão do ciclo de vida. Não é uma solução para a obtenção, mas ao inserir um conteúdo dual nas especificações técnicas e adotar como requisito dos critérios de seleção, é possível promovê-la, além do *Spin-off* e do *Spin-in*. No âmbito da MB, a sinergia entre os setores do Material e de CT & I contribui para melhorar a eficiência dos processos.

Assim, a partir deste trabalho, depreende-se a importância do incentivo ao emprego das tecnologias de caráter dual na MB e nas demais FA, não somente pelos aspectos referentes às limitações do orçamento da Defesa e à gestão do ciclo de vida de produtos de

Defesa, mas também pela possibilidade de inovar mais e mais rápido, impulsionando a movimentação do tríplice-hélice, gerando crescimento socioeconômico, trazendo benefícios à sociedade.

O assunto é amplo e não se esgota com esse trabalho. Propõe-se como um dos temas a serem abordados em pesquisas futuras é a questão referente aos indicadores de desempenho. Seria interessante desenvolver indicadores que permitam mensurar o conteúdo dual existente em um produto, como também, o potencial dual de projetos. Por meio de indicadores, a avaliação passa a ser quantitativa, e contribui para a adoção de critérios para seleção mais robustos, eficientes e que não geram dúvidas perante os participantes do processo. Além disso, permitirá avaliar qual estratégia de emprego de tecnologia de caráter dual que melhor se aplica à MB. Os indicadores também podem auxiliar na avaliação da maturidade da empresa licitante e na sua capacidade acerca da produção e manutenção do conteúdo dual.

Outro aspecto relevante recai sobre a qualificação do pessoal envolvido e a metodologia a ser empregada para realizar a prospecção da dualidade, diante dos desafios que a imprevisibilidade orçamentária e a governança descentralizada impõem. Apesar deste trabalho não abordar questões jurídicas sobre a dualidade, entende-se que é mandatário iniciar estudos sobre a legislação que atenda os avanços nas pesquisas e nos desenvolvimentos de tecnologias duais 4.0 no país, em virtude das possíveis ameaças à Segurança Nacional.

REFERÊNCIAS

AMARANTE, J.C. A., Base Industrial de Defesa Brasileira, *Texto para discussão 1758*, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Rio de Janeiro: IPEA, 2012, 42p.

AMAZUL, *Programa Nuclear da Marinha e Programa Nuclear Brasileiro*, 2022, Disponível em: <https://www.amazul.mar.mil.br/atuacao/programas>. Acesso em: 05 jun. 2022.

ANDREONI, A., TREGENNA, F., Escaping the middle-income technology trap: A comparative analysis of industrial policies in China, Brazil and South Africa, *Journal of Structural Change and Economic Dynamics*, 2020, p. 324-340, 54. 10.1016/j.strueco.2020.05.008.

BEHERA, Laxman K., Examining the US acquisition apparatus: what can India learn? *Journal of Defence Studies*, New Delhi, v. 11, n. 4, 2017, p. 73-92.

BELIN, J., GUILLE, M., LAZARIC, N., MÉRINDOL, V. Defense firms adapting to major changes in the French R&D funding system. *Defence and Peace Economics*, Taylor & Francis (Routledge), v. 30, n. 2, 2019, p.142-158.

BERGMAN, W.B. MILSPEC REFORM: Results of the First Two Years. *Acquisition Practices*. Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition and Technology Washington, DC, EUA. 1996. 23 p. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA323610>. Acesso em: 12 ago.2022

BLINDER, D., Sobre la cuestión dual: apuntes para pensar la periferia. *Análisis GESI*, n.21, 2016, Editado por: Grupo de Estudios en Seguridad Internacional (GESI). ESPANHA. Disponível em: <http://www.seguridadinternacional.es/>. ISSN: 2340-8421. Acesso em: 03 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Defesa. *Estratégia Nacional de Defesa*. Brasília, DF, 2018. Versão sob apreciação do Congresso Nacional. Disponível em: [end.pdf \(www.gov.br\)](http://www.gov.br). Acesso em: 03 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Defesa. *Organograma*. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/Defesa/pt-br/acesso-a-informacao/governanca-e-gestao/governanca-do-setor-de-Defesa/assessoria-especial-de-planejamento-1/organograma>. Acesso em: 03 mar. 2022.

_____. *Plano de Articulação e Equipamento de Defesa (PAED)*. Brasília, DF, 2018a. Disponível em: Plano de Articulação e Equipamento de Defesa (PAED) — Português (Brasil) (www.gov.br) . Acesso em: 03 mar. 2022.

_____. *Política Nacional de Defesa*. Brasília, DF, 2016c. Versão sob apreciação do Congresso Nacional. Disponível em: www.gov.br/Defesa/pt-br/arquivos/2012/mes07/pnd.pdf. Acesso em: 03 mar. 2022.

BRASIL. Diretoria-Geral do Material da Marinha. *MATERIALMARINST no 02-01*. Rio de Janeiro, 1999.

BRASIL. Estado-Maior da Armada. *EMA-400 Manual de Logística da Marinha*. 1. ed. 2. rev. Brasília, DF, 2003.

_____. *EMA-420 Normas para Logística de Material*. ed. 1. rev.2. Brasília, DF, 2002a.

_____. *EMA-415 Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha*. ed. 1. rev. 2. Brasília, DF, 2021a.

_____. *EMA-413 Doutrina de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha*. 1. ed. 1. rev. 2. Brasília, DF, 2021b.

_____. Diretoria-Geral do Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha. *DGDNTM-1201: Normas para a Proteção da Propriedade Intelectual da MB (Rev. 1)*. Rio de Janeiro: Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha. 2018i. 17 p.

_____. _____. *DGDNTM-1202: Normas para o Sistema de Prospecção Tecnológica da MB (Rev. 1)*. Rio de Janeiro: Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha. 2018j. 17 p.

_____. _____. *DGDNTM-1500: Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (PCT&I) (2018-2021)*. Rio de Janeiro: Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha. 2017a. 19 p.

_____. _____. *DGDNTM-2101: Normas para o Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha*. Rio de Janeiro: Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha. 2019a. 21 p.

_____. _____. *DGDNTM-2102: Normas para o Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha*. Rio de Janeiro: Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha. 2019b. 18 p.

BRICK, E.S. Por que o Brasil não consegue sustentar suas empresas estratégicas de Defesa? *Jornal Gazeta do Povo*, Paraná, 6 abr 2022, Seção Opinião [online]. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/opiniao/artigos/por-que-o-brasil-nao-consegue-sustentar-suas-empresas-estrategicas-de-Defesa/>

BUTLER, L.R.A., *Transatlantic Defence Procurement EU and US Defence Procurement Regulation in the Transatlantic Defence Market*, University of Bristol, Cambridge Press, 2017.

CAO, X., YANG, X. e ZHANG, L.. 2020. "Conversion of Dual-Use Technology: A Differential Game Analysis under the Civil-Military Integration". *Symmetry*, v. 12, n. 11, 2020, 18 p. <https://doi.org/10.3390/sym12111861>

CAVIGGIOLI, F., DE MARCO, A. AND SCELLATO, G., Investigating the capabilities and the competitiveness of the EU vis-a-vis its main competitors in developing civilian technologies with critical spillovers into the defence, *Publications Office of the European Union*, Luxembourg, 2020, 54 p. ISBN 978-92-76-17893-4, doi:10.2760/78635, JRC120293.

CAVIGGIOLI, F.; DE MARCO, A.; GKOTSIS, P.; SCELLATO, G.; VEZZANI, A. Dual use inventions: identification and characterization using patent data. *Journal of Economics of Innovation and New Technology*, 2022, 68 p. DOI: 10.1080/10438599.2022.2026221.

CASSIDY, S.B.; PLITSCH, J.; BARCLAY, S.H. Another Option in a Tightening Budget: A Primer on Department of Defense "Other Transactions" Agreements. *The Procurement Lawyer*, vol. 48, n. 3, Spring 2013, p 1-12.

CHARITIDIS, C. Best practice for identifying and assessing the dual-use issues in enabling technologies research, JANUS. Luxembourg: *Publications Office of the European Union*. 2018. 71 p. ISBN 978-92-79-88340-8.

CHENG, Y., Innovation and technology development in Israel. *Research Office Legislative Council Secretariat*. FS05/16-17. 11 p. Disponível em: <https://www.legco.gov.hk/research-publications/english/1617fs05-innovation-and-technology-development-in-israel-20170320-e.pdf>. 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Indústria 4.0 cinco anos depois*. Sondagem Especial - Ano 21, n. 83, abril 2022. Brasília: CNI, 2022. 24p. ISSN 2317 7330.

CNI - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Mapa Estratégico da Indústria 2018· 2022*. Confederação Nacional da Indústria CNI – Rev. e atual. – Brasília: CNI, 2018. 209 p.

COWAN, R., FORAY, D., Quandaries in the Economics of Dual Technologies and Spillovers from Military to Civilian Research and Development. *Research Policy*, v.24, n.6, 1995, 28 p.

EUROPEAN COUNCIL. *EU funding for Dual Use: Guide for Regions and SMEs*. Edited by: DG Enterprise and Industry - Defence, Aeronautics and Maritime Industries. Ref. Ares 3866477 - 2015. Disponível em: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/12601/attachments/1/translations/en/renditions/pdf>.

EVRON, Y. 4IR technologies in the Israel Defence Forces: blurring traditional boundaries. *Journal of Strategic Studies*, v. 44, n.4, 2021, 23p. Ed RASKA, M.; ZYSK, K.; BOWERS, I. 10.4324/9781003268215.

FRANÇA, J. L.; VASCONCELLOS, A. C., *Manual para Normalização de Publicações Técnico-Científicas*. 8. ed. rev. Belo Horizonte: UFMG, 2007, 255 p. ISBN 978-85-7041-560-8.

GARCIA, N., *FAMAE y la UBO impulsarán el desarrollo científico y tecnológico militar em Chile*. 21 Ago. 2021, Disponível em: <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3111006/famae-ubo-impulsaran-desarrollo-cientifico-tecnologico-militar-chile> Infodefensa.com, Acesso em: 18 fev. 2022.

GETZ, D.; GOLDBERG, I. *Best Practices and Lessons Learned in ICT Sector Innovation: A Case Study of Israel*. In: World development report 2016 – Background paper. 2016. 98p. Disponível em: www.worldbank.org/en/publication/wdr2016/background-papers.

GOURE, Daniel. *Incentivizing a new defense industrial base*. Arlington, VA: Lexington Institute. Set. 2015, 20p. Disponível em: Defense Industrial Base (lexingtoninstitute.org) Acesso em: 03 mar. 2022.

KALMS, M., *Industry 4.0: What does it mean to Australian Defence Industry?* Maio 2018, Disponível em: [What does Industry 4.0 mean for the Defence Industry? - KPMG Australia \(home.kpmg\)](#). Acesso em: 11 mar. 2022.

GUTIERREZ, P.D. Commercial or Non-Developmental Item Acquisition Strategy: A Look at Benefits vs. Risks. *PM*. May-June. 2002. p 66 – 68. Disponível em: <https://www.acqnotes.com/Attachments/Commercial%20or%20Non-Developmental%20Item%20Acquisition%20Strategy%20by%20Paul%20Gutierrez.pdf>. Acesso em: 31 jul.2022.

JAMES, A.D. The Place of the UK Defense Industry in its National Innovation System: Co-evolution of National, Sectoral and Technological Systems. In J. Reppy (ed.), *The Place of the Defence Industry in National Systems of Innovation*. Occasional Paper 32. Ithaca, NY: Cornell University, 2000, p. 97–124.

KATZ, Y. Technology and Innovation in Israel: Advancing Competitive Position in a Global Environment. *Open Journal of Political Science*. n. 8, 2018, p 536-546. DOI: 10.4236/ojps.2018.84033.

LEAL, C.I.S, FIGUEIREDO, P.N., *Inovação tecnológica no Brasil: desafios e insumos para políticas públicas*, DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-761220200583>, REVISTA DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA, v. 55, n. 3, maio - jun. 2021, p. 512-537.

LESKE, A.D.C. e SANTOS, T., Brazilian Industrial Defense Base Profile, *Rev. Carta Inter.*, Belo Horizonte, v. 15, n. 3, 2020, p. 204-231.

LESKE, A. D. C. Uma revisão sobre a inovação em Defesa: do spin-off ao spin-in. *Brazilian Journal of Political Economy*. 2018, vol.38, n.2, p.377-391. Disponível em: [https://centrodeeconomiapolitica.org.br/Uma revisão sobre a inovação em Defesa: do spin-off ao spin-in](https://centrodeeconomiapolitica.org.br/Uma%20revis%C3%A3o%20sobre%20a%20inova%C3%A7%C3%A3o%20em%20Defesa%20do%20spin-off%20ao%20spin-in). Acesso em: 21 mar. 2022.

MAGALHÃES, D., GONÇALVES, D. (2020). Tecnologias da Indústria 4.0. *Revista SODEBRAS*. 15. 138-142. 10.29367/issn.1809-3957.15.2020.180.138.

MARCATO, B.M. The Made in China 2025 amid hyperglobalization: upgrading, intangible assets and internationalization strategies. *Economia e Sociedade*. Campinas. v. 31, n.2, 2022, p. 355-384. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-3533.2022v31n2art05>.

MARINHA DO BRASIL. *Plano Estratégico da Marinha (PEM) 2040*. Brasília, DF, 2020. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/sites/all/modules/pub_pem_2040. Acesso em: 03 mar. 2022.

MARRONI, L.M.C. *SISTEMÁTICA DE AQUISIÇÃO DE PRODUTOS DE DEFESA DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA Quais práticas e ensinamentos o Brasil pode adotar?* Monografia apresentada à Escola Superior de Guerra como requisito à obtenção do diploma do Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia, Rio de Janeiro, 2018.

MASINI, A., THOMAS, R., SYLVESTRE, S., *et al.* *Study on the dual-use potential of Key Enabling Technologies (KETs): final technical report*. European Commission, Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises, Publications Office, 2017, p. 469. <https://data.europa.eu/doi/10.2826/12343>.

MAZZUCATTO, M. *The Entrepreneurial State: Debunking Public vs. Private Sector Myths*, Inglaterra: Anthem Press, 2013, 202p.

MCBRIDE, J.; CHATZKY, A. *Is 'Made in China 2025' a Threat to Global Trade?* Council on Foreign Relations. Estados Unidos da América, 2019. Disponível em: <https://www.cfr.org/backgroundunder/made-china-2025-threat-global-trade>. Acesso em: 07 abr. 2022.

MELO, R., *Indústria de Defesa e desenvolvimento estratégico: estudo comparado. França-Brasil*. Brasília: FUNAG, 2015. 314 p.

MEUNIER, F.X. Construction of an Operational Concept of Technological Military/Civilian Duality. *Journal of Innovation Economics & Management*. n. 29, 2019, p. 159 – 182. DOI 10.3917/jie.029.0159.

MEUNIER, F.X. *Dual Innovation Systems: Concepts, Tools and Methods*. 2nd Ed. Reino Unido: Wiley-ISTE. 2021. 256p. DOI 10.1002/9781119801689.

MIRSKY, R. *Dual Use Technology: A Defense Strategy for Affordable, Leading-Edge Technology*. ADA292882. Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América. 1995. 40p.

NEGRETE, A. C. A. *et al.* *Mapeamento da base industrial de Defesa*. Brasília: ABDI/IPEA, 2016, 744p. Disponível em: <https://www.bibliotecadeseguranca.com.br/livros/mapeamento-da-base-industrial-de-Defesa/>. Acesso em: 08 de maio de 2022.

NOUWENS, M.; LEGARDA, H., *China's pursuit of dual-use technology*. <https://www.iiss.org/blogs/research-paper/2018/12/emerging-technology-dominance> (iiss.org), 2018, Acesso em: 03 fev. 2022.

PAPATZIKAS, G. *The Dual-Use Technology Conundrum: The Role of Dual-Use Goods in the Modernisation of the EU Armed Forces and Export Control Initiatives*. In: Info Flash. Finabel European Army Interoperability Centre. Bruxelas. 31 ago. 2021. Disponível em: <https://finabel.org/the-dual-use-technology-conundrum-the-role-of-dual-use-goods-in-the-modernisation-of-the-eu-armed-forces-and-export-control-initiatives/>. Acesso em: 22 mar.2022.

POPPER, S.W. *et al*, *China's Propensity for Innovation in the 21st Century*. Published by the RAND Corporation, Santa Monica, EUA, 2020, 168p. Disponível em: www.rand.org.

RAUEN, A.; BARBOSA, C.M.M. *Encomendas Tecnológicas no Brasil: Guia Geral de Boas Práticas*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília: IPEA, 2019, 106p. ISBN: 978-85-7811-346-9.

REIS, J.; MELÃO, N.; COSTA, J.; PERNICA, B. Defence industries and open innovation: ways to increase military capabilities of the Portuguese ground forces. *Defence Studies*, 2022, p. 354 - 377. DOI: 10.1080/14702436.2022.2033117.

RIBEIRO, C., INÁCIO JUNIOR, E. Política de offset em compras governamentais: uma análise exploratória. *Texto para Discussão 2473*, Instituto de Pesquisas Econômica Aplicada, Brasília: IPEA, 2019, 40p. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2473.pdf.

SCHMIDT, F. H.; MORAES, R. F.; ASSIS, L. R. S. A dinâmica recente do setor de Defesa no Brasil: notas sobre o comportamento da demanda e o perfil das firmas contratadas. *Radar: tecnologia, produção e comércio exterior*. n. 19, 2012, p. 21 - 34. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/radar/120522_radar19.pdf>.

SCHMIDT, F. H., Ciência, Tecnologia e Inovação em Defesa: notas sobre o caso do Brasil. *Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior*, n. 4, 2013, 37p.

SILVA FILHO, E. B., SCHMIDT, F. H., ANDRADE, I., MORAES, R., Base industrial de Defesa brasileira: características das firmas e percepção dos empresários do setor. *Nota Técnica*, n. 10, Brasília: IPEA, 2013, 27p.

SILVA FILHO, E. B., Base industrial de Defesa brasileira: notas para uma estratégia de promoção de exportações, *Boletim de Economia e Política Internacional*, BEPI, n. 23, Maio/Ago, 2017, 102p. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8209/1/BEPI_n23_Base.pdf.

SIMÕES, P.C., MOREIRA, A.C., DIAS, C.M. Portugal's Changing Defense Industry: Is the Triple Helix Model of Knowledge Society Replacing State Leadership Model? *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 2020, 19p.

SORENSEN, David S. *The process and politics of defense acquisition: a reference handbook*. Westport: Praeger Security International, 2009.

STOWSKY, J. The dual-use dilemma. *Issues in Science and Technology*, v. XIII, n. 2, 1997, p. 276 -286. Disponível em: <https://issues.org/stowsky/>.

SIPRI - STOCKHOLM INTERNATIONAL PEACE RESEARCH INSTITUTE. In: Military Expenditures database. 2022. Disponível em: <https://sipri.org/>. Acesso em: 12 Ago 2022.

STUMBAUM, M.B.U. *Risky business? The EU, China and the dual-use technology*. Publicado por European Union Institute for Security Studies. Occasional Paper n. 80, 2009, 40p. Disponível em: www.iss.europa.eu.

SUTTON, J.C., Marrying Commercial and Military Technologies: a new strategy for maintaining technology supremacy. *Acquisition Review Quarterly*, Summer 1994, 1994, 219p.

TIPPITT, R.; YANG, G.; CHEN, R.; SOGGE, A. The Key Patterns in Dual-Use Technology. *Academy Investor Network*. Estados Unidos. 31 Ago 2021. Disponível em: <https://www.ainventures.com/post/the-key-patterns-in-dual-use-technology-academy-investor-network>.

UNITED STATES. Department of Defense. *Directive Number 5000.01. The Defense Acquisition System*. Arlington, VA: Executive Services Directorate, September 09, 2020. Disponível em: <https://www.dau.mil/guidebooks/Shared%20Documents%20HTML/DoDD%205000.01.aspx>. Acesso em: 27 maio. 2022.

_____. Department of Defense. *Instruction Number 5000.02. Operation of the Defense Acquisition System*. Washington, DC: Executive Services Directorate, January 23, 2020b. Disponível em:

<http://www.esd.whs.mil/Portals/54/Documents/DD/issuances/dodi/500002_dodi_2015.pdf>. Acesso em: 27 maio 2022.

_____. Department of Defense. *Guidebook for Acquiring Commercial Items. Part A - Commercial Item Determination*. Washington, DC: Executive Services Directorate, January, 2019. Disponível em: https://www.acq.osd.mil/dpap/dars/pgi/docs/DoD_Guidebook_PartA_Commercial_Item_Determination_07_10_19.pdf. Acesso em: 29 Jul. 2022.

VERGARA, S. C. *Projetos e relatórios de pesquisa em Administração*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

World Bank. *High-Technology Exports by Country*. In: World development Indicators, The World Bank Group. 2022. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.CD>. Acesso em: 12 jul. 2022.

WHITE, R.H et al, *A Survey of Dual-Use Issues*, IDA Paper P-3176, Institute for Defense Analyses, EUA, 1996, 245p.

WHITE, R.H et al, *The Economics of Commercial-Military Integration and dual-use Technology Investments*, Institute for Defense Analyses IDA Paper P-2995, *Institute for Defense Analyses*, EUA, 1995, 36p.

ZILLI, J.C. *A América Latina e sua relação com a inovação para a internacionalização*. Blog UNQ. 31 Ago 2017. Criciúma -SC. Disponível em: <https://www.unesc.net/portal/blog/ver/571/39320>. Acesso em: 22 mar. 2020.