

ECONOMIA, AQUISIÇÕES TECNOLÓGICAS & INDÚSTRIA DE DEFESA

ECONOMY, TECHNOLOGY
ACQUISITIONS & DEFENSE INDUSTRY



***Fernanda das Graças Corrêa**

RESUMO

A Guerra Fria gerou uma corrida tecnológica em busca de sistemas e de armas cada vez mais avançadas, impactando, significativamente, em melhor qualidade e no aumento do custo dessas aquisições. Ao fim da Guerra Fria, as indústrias de defesa tiveram que reformular suas políticas de exportação e métodos de aquisição para se manterem competitivas no mercado. Atualmente, numerosos países e empresas lideram tecnologias emergentes que, com o apoio da Prospecção Tecnológica (PT), tendem a implantar novos métodos e processos, além de solucionar gaps na gestão de programas e na geração de novos produtos. Neste sentido, buscou-se, neste texto: (1) destacar a relevância dos estudos de Economia de Defesa na gestão de programas militares; (2) apresentar as reformulações nas políticas de exportação; (3) identificar os métodos de aquisição de defesa com resultados mais eficientes; (4) destacar países e respectivas empresas que, estando na vanguarda tecnológica, revolucionarão a guerra no futuro com apoio da PT.

PALAVRAS-CHAVE:

*Economia de Defesa; Aquisições de Defesa;
Tecnologias Emergentes; Indústrias de Defesa.*

KEYWORDS:

*Defense Economics; Defense Acquisitions;
Emerging Technologies; Defense Industries.*

ABSTRACT

The Cold War spawned a technological race in search of increasingly advanced systems and weapons; significantly impacting the best quality and increasing the cost of these acquisitions. At the end of the Cold War, the defense industries had to reformulate their export policies and defense procurement methods to remain competitive in the market. Currently, numerous countries and companies are leading emerging technologies that, with the support of Technological Prospecting (PT) tend to implement new methods and processes, solve gaps in program management and in the generation of new products. In this sense, this text seeks to highlight the relevance of Defense Economics studies in the management of military programs, to present the reformulations in export policies, the improvement of defense acquisition methods with more efficient results and to highlight countries and their respective companies. who are at the technological forefront that, with PT's support, will revolutionize the war in the future.

*Coordenadora no Departamento de Ciência, Tecnologia & Inovação da Secretaria de Produtos de Defesa do Ministério da Defesa, pós-doutoranda em Modelagem de Sistemas Complexos pela USP, pós-doutora em Ciências Militares pela ECME, doutora em Ciência Política na área de concentração em Estudos Estratégicos pela UFF e pesquisadora na linha Prospectiva Tecnológica & Emprego Militar no biênio 2020/2021 do Centro de Estudos Estratégicos do Exército (CEEEx).

Sumário Executivo

No âmbito de uma nova corrida armamentista, no século XXI, diversos países têm buscado desenvolver ou adquirir armas e sistemas de armas que sejam cada vez mais eficientes e tenham custos de produção mais acessíveis, para compensar o peso que grandes empresas estadunidenses desempenham no mercado de exportação. Neste sentido, diversas empresas têm reformulado suas políticas de exportações para se manterem competitivas no mercado. Sendo assim, o ensaio deixou evidente: a relevância dos estudos de Economia de Defesa na gestão de programas e de projetos militares; a importância da reformulação de políticas de exportação de produtos de defesa por parte de empresas europeias; e o país europeu que mais aprimorou métodos de aquisição para se manter competitivo no mercado de exportação de produtos de defesa.

Portanto, apresentamos diversos métodos de aquisições de defesa que têm inovado tanto a política de exportação, quanto o próprio mercado de defesa. Compra de oportunidades é a prática mais recorrente em aquisições de defesa, como meio para solucionar *gaps* de curto prazo. Porém, é também a mais criticada por apresentar resultados inseguros e imprecisos. Além de apresentar novas ferramentas que podem tornar a compra de oportunidade um método com resultados mais eficientes, seguros e precisos, foram apresentados e problematizados vários outros mecanismos aprimorados de aquisições, como cooperação tecnológica, transferência de tecnologia, importação de cérebros, consórcios e sociedades de propósito específico, *golden share*, *spin-off* e *startups*.

Diversas empresas de países desenvolvidos e emergentes lideram o desenvolvimento de tecnologias com potencial disruptivo e dissuasório na guerra do futuro. Porém, nem todas as grandes empresas que estão nessa liderança se utilizam da Prospecção Tecnológica (PT) para tornar os métodos e processos de aquisições de defesa mais acessíveis no mercado de exportação. Isso tem impactado, significativamente, no aumento do custo de produção, na qualidade e na duplicidade de linhas de produção de tecnologias de defesa. Essas vulnerabilidades das grandes empresas abrem diversas brechas no mercado de exportação, para que empresas menores, que realizam PT, ofertem tecnologias emergentes com produtos em escala sem duplicação, melhor qualidade e mais acessíveis economicamente.

O Brasil, além de não estar na vanguarda de nenhuma das tecnologias emergentes com potencial disruptivo, também é muito dependente de tecnologias de defesa do exterior. No entanto, há esforços significativos dentro das três Forças Armadas (FAs) e do Ministério da Defesa (MD) para, respectivamente, desenvolver autonomamente e gerenciar programas e projetos tecnológicos militares. Em geral, para queimar etapas no desenvolvimento de seus programas e projetos, as FAs e o MD realizam aquisições de defesa no mercado externo. No quesito importação, é imperativo que tanto as FAs quanto o MD estejam atentos às aquisições de empresas que assegurem a nacionalização de materiais e tecnologias de defesa. No quesito exportação, é imperativo que as empresas de defesa brasileiras se aproveitem de brechas de grandes empresas para se tornarem mais competitivas, ofertando produtos de maior qualidade e, sobretudo, com custo de produção em escala economicamente acessível.



Diante de um quadro intenso de investimento em Ciência, Tecnologia & Inovação (CT&I), os Estados que não conseguem acompanhar esse ritmo não têm condições de participar dos processos decisórios da política internacional.



1. Relação entre Ciência, Tecnologia & Inovação e Economia de Defesa

A 3ª Revolução Industrial é caracterizada pela automação da produção, pela emergência dos grandes complexos industriais e pelas empresas multinacionais beneficiadas por progressivos avanços tecnológicos, que possibilitam a integração da economia mundial em um processo caracterizado como globalização econômica.

A economista Susan Strange, pioneira em estudos de Economia Política Internacional, formulou o conceito referente a duas formas de poder: o poder relativo e o poder estrutural. O poder relativo refere-se ao conceito tradicional realista de um Estado determinar o comportamento de outro Estado no Sistema Internacional (SI), ainda que esse deseje se comportar de outra maneira. O poder estrutural refere-se à capacidade que um Estado tem de moldar e definir a estrutura do sistema econômico internacional, no qual outros Estados e outros atores estão inseridos e devem atuar, como empresas multinacionais, bancos, organizações internacionais e indivíduos.

O poder estrutural está fundamentado em quatro estruturas distintas e não hierarquizadas: segurança, produção, finanças e conhecimento. De acordo com Strange, as modificações no comportamento econômico e político de diversos Estados teriam raízes comuns decorrentes do somatório das mudanças dessas estruturas. Em virtude dessa nova dinâmica política na economia, o poder estrutural se sobrepõe ao poder relativo. A autora defende que todo:

modelo de poder estrutural fundamenta-se no pressuposto de que, ao longo das duas últimas décadas, de maneira mais intensa, o ritmo das transformações impostas pelos avanços tecnológicos, mobilidade de capital e alterações na estrutura de conhecimento (comunicações, valorização do trabalho intelectual especializado, etc) implicou mudança significativa na relação entre Estado e mercado, com efeitos de redistribuição de poder entre as partes (ANDRADE FILHO, 2002, p.51).

Diante de um quadro intenso de investimento em Ciência, Tecnologia & Inovação (CT&I), os Estados que não conseguem acompanhar esse ritmo não têm condições de participar dos processos decisórios da política internacional. Essa dinâmica pode ser compreendida por duas vertentes. De um lado, estão os Estados que

são detentores da tecnologia e buscam mantê-la exclusiva para o seu exercício de domínio econômico, político e militar. Do outro lado, encontram-se os Estados que não possuem ou que buscam a tecnologia para aumentar seu poder relativo no jogo político do SI. Daí a necessidade de compreender a dinâmica complexa da relação economia, ciência, tecnologia e poder. A relação entre economia, CT&I e a expressão militar do poder evoluiu, gradativamente, ao longo da história.

H.G. Wells afirma, a esse respeito, que nenhuma história da humanidade escrita com seriedade, mesmo aquelas que se ocupam dos períodos mais remotos, pode ignorar as aplicações militares das invenções pacíficas, nem a influência das necessidades militares como mãe de inúmeras inovações de grande utilidade e emprego civil. Apesar disso, o engajamento amplo e sistêmico da comunidade científica e tecnológica na guerra, é fato recente, tendo ocorrido a partir do preparo e ao longo do transcurso da Segunda Grande Guerra (LONGO, 1989, p.8).

Em virtude do domínio da tecnologia nuclear no pós-Guerra, por alguns anos, os EUA conseguiram manter a superioridade militar na política internacional. Quando a União Soviética também passou a dominar o conhecimento das bombas nucleares, ambos os Estados buscaram balancear o poder para estabelecer equilíbrio. Raymond Aron denominou essa situação de “equilíbrio do terror”. Os EUA conseguiram manter a sua condição de superpotência no pós-guerra devido aos enormes investimentos em CT&I e em desenvolvimento de sistemas de armas com elevada capacidade dissuasória. Foi em meados do século XX que a corrida

armamentista global se tornou uma corrida científica (PAARLBER, 2004 Apud SCHMIDT, 2013, p.37).

Até a atualidade, é a dominância internacional norte-americana de campos de ciência e tecnologia diretamente ligados ao projeto e à utilização de armas, tais como a física, a química e a tecnologia da informação, que torna possível a supremacia militar do país (SCHMIDT, 2013, p.38).

No pós-Guerra Fria, os Estados reformularam seus sistemas de defesa de acordo com a conjuntura do período, propondo-se, publicamente, a diminuir os investimentos em defesa de forma gradual.

O conceito de *self-reliance* evoluiu de uma perspectiva que focava na utilização de fontes domésticas para o fornecimento de equipamentos e bens de defesa para uma visão segundo a qual *self-reliance* poderia ser atingida pela existência de centros de pesquisa nacionais com capacidades tecnológicas competitivas na área de defesa (SCHMIDT, 2013, p.38).

Por um lado, a expectativa global do fim das guerras gerou um clima pacifista que compeliu outros Estados a renunciarem seus arsenais e/ou programas de armas nucleares, como África do Sul, Brasil e Coréia do Norte. Por outro lado, a astúcia das grandes potências nucleares e o caráter discriminatório dos órgãos de controle da proliferação nuclear permitiram que os EUA continuassem a desenvolver armas e novos sistemas de armas e que outros Estados, como Índia, Israel e Paquistão, construíssem arsenais nucleares. Um exemplo desse desenvolvimento pôde ser visto, quando, em janeiro de 2020, os EUA anunciaram o lançamento da ogiva nuclear tática W76 2, uma linha variante termonuclear

da versão *W76*, produzida entre 1978 e 1987. Comparada à bomba nuclear lançada sobre Hiroshima, a *Little Boy*, que tinha cerca de 15 quilotons, a *W76* tem um rendimento explosivo de 90 quilotons. A nova variante, *W76 2*, tem um rendimento inferior de apenas cinco quilotons, em comparação à *W76*.

Sendo assim, visando, especialmente, à redução de custos na produção, de modo a evitar surpresas tecnológicas, e à manutenção da superioridade tecnológica militar, a qualidade dos sistemas de armas se tornou prioritária em relação à quantidade. O aumento na qualidade desses sistemas de armas implicou diretamente nos custos, tanto de produção por parte dos Estados detentores, quanto por parte dos Estados compradores. Nesse contexto, nasceu a Economia de Defesa como subárea da Administração, focada estritamente nas implicações econômicas de gastos militares e na gestão do orçamento da Defesa Nacional, tanto em tempos de paz, quanto em tempos de guerra.

Keith Hartley, então Diretor do Centro de Economia de Defesa da Universidade de York, no Reino Unido, durante a Conferência Internacional “*A Economia de Defesa e a Segurança nos Países Mediterrânicos e da África Sub-Saariana*”, organizada pelo Instituto da Defesa Nacional, em Lisboa, nos dias cinco e seis de junho de 1998, realizou uma análise interessante sobre os custos da existência de uma base industrial de defesa independente para a União Europeia e para a Organização do Tratado do Atlântico Norte

(OTAN) no pós-Guerra. O autor fez duas constatações: (1) os orçamentos de defesa estavam diminuindo e iriam continuar a ser objeto de redução em toda a Europa; e (2) os custos dos equipamentos estavam aumentando cerca de 10% ao ano, em termos reais. Devido à necessidade de queimar etapas no plano estratégico durante a Guerra Fria, segundo o autor, a constante corrida por armamentos e novas tecnologias duplicava seus custos a cada sete anos (HARTLEY, 1999, p. 20).

Certamente o meu próprio Governo, nas suas iniciativas e nas revisões da sua política de aquisições, assume a continuação da corrida a novas armas relativamente ao plano técnico e à contínua ênfase atribuída à superioridade tecnológica. Mas quanto ao resultado dessas duas pressões, constata-se que a diminuição do orçamento destinado à defesa e o aumento dos custos dos equipamentos fazem com que não possamos evitar os problemas clássicos com que se confronta a economia. Ter-se-á de fazer escolhas difíceis num mundo de incertezas. Alguma coisa deve ser cortada, a questão é saber o quê. E também é preciso descobrir como podem os economistas contribuir para o debate e ajudar a estabelecer as opções possíveis, bem como o caminho a prosseguir nessa área (HARTLEY, 1999, p. 20).

Nesse cenário de 2ª Guerra Mundial e no pós-Guerra Fria, dois fatos agravaram a economia das indústrias do setor de defesa: o excesso de produção de material e a competitividade das empresas estadunidenses, como a *Boeing* e a *Lockheed Martin*, que conseguiram desenvolver economias de escala e oferecer equipamentos mais modernos, com preços menores e entregas mais rápidas (HARTLEY, 1999, p. 20). Os Estados

européus detentores de tecnologias de defesa de ponta, a fim de evitar duplicações e conflitos entre as empresas europeias de defesa, escolheram como opção as fusões para promover parcerias na forma de sociedades anônimas e capitais abertos.

Diversos conglomerados de defesa surgiram nessa época na França, entre eles: a francesa *Mécanique Avion Traction* (Matra) e a *Marconi Space Systems* se fundiram por meio de *joint venture* e surgiu a *Matra Marconi Space*; a *Thomson CSF* se fundiu com o grupo britânico *Racal*. Em primeiro de janeiro de 1992, as divisões de helicópteros da *Aérospatiale* se fundiram com a empresa alemã *Daimler Chrysler Aerospace* resultando na *Eurocopter Group*. A *European Aeronautic Defence and Space Company* (EADS) foi o resultado da fusão da francesa *Aérospatiale-Matra* com a alemã *Daimler Chrysler Aerospace AG* (Dasa) e a espanhola *Construcciones Aeronáuticas S.A.* (Casa) (CORRÊA, 2016, p. 158).

A fim de balancear o jogo político do sistema internacional e buscar compensar o peso que as empresas estadunidenses exerciam no mercado europeu, a França se tonou um dos Estados detentores de alta tecnologia de defesa que mais reorientou sua política de exportação de produtos. A França buscou estabelecer parcerias estratégicas, envolvendo, inclusive, cooperação e transferência tecnológica com Estados emergentes na Ásia, na África e na América Latina. Ao longo do século XXI, o país buscou versatilizar a sua economia e a sua política de exportação de produtos de defesa, aproveitando-se de *gaps* e de brechas domésticas que as empresas norte-americanas não conseguiam ultrapassar. As empresas francesas se especializaram em penetrar em

mercados, cuja entrada americana é restrita devido à legislação, no que tange à venda de equipamentos, técnicas, dados e processos tecnológicos de defesa. Na América Latina, o foco francês está voltado para os mercados de defesa da Argentina, Brasil, Chile e México.

Na América Latina, e em geral em todos os grandes mercados de exportação, os Estados compradores aspiram a reconstruir as suas capacidades tecnológicas e industriais de defesa, ou mesmo para criar, a partir do zero, um setor industrial específico, por meio de transferência de tecnologia negociada como parte de um quadro de acordos *offsets*. As transferências de tecnologia se tornaram o principal critério imposto para ganhar as licitações relacionadas a programas de renovação de equipamentos das forças armadas da região. Os contratos de exportação agora envolvem, e quase sistematicamente, as transferências de *know-how*, a implantação da capacidade de execução (e, se necessário) no território do estado do cliente, bem como parcerias com a indústria local (MASSON, pp. 295-329 apud BRUNELLE, 2012 apud CORRÊA, 2016, p. 187).

O hiato provocado pela secundarização do desenvolvimento tecnológico nas empresas e pela ausência de políticas públicas voltadas para o fomento a P&D, no século XX, na América Latina, por exemplo, contribuiu para o relativo atraso econômico que alguns países da região, como Argentina, Brasil e México. No mesmo período, esses países apresentavam deficiências, quando comparados com o desempenho de outras economias emergentes, como Japão, Taiwan e Coreia do Sul.

2. Métodos de aquisições de defesa

Se, por um lado, a versatilização da política de exportação de produtos de defesa de países europeus, em especial, a francesa, permitiu uma maior projeção europeia na América Latina, por outro, ampliou a gama de opções em aquisições de defesa de países com economias emergentes, como parte da queima de etapas em programas estratégicos de desenvolvimento tecnológico autônomo.

A aquisição tecnológica está associada à decisão de se definir até que ponto a empresa pretende se envolver no processo de P&D – pesquisa básica, pesquisa aplicada ou desenvolvimento para obter novas tecnologias e quais opções serão usadas para isso (MATTOS & GUIMARAES, 2005, p. 54).

Dentre os muitos métodos de aquisições tecnológicas de defesa que as empresas se utilizam para aumentar suas vantagens entre as concorrentes, é possível citar compras de oportunidade, importação de cérebros, cooperação e transferência de tecnologia, sociedades de propósito específico, consórcios, *golden share*, *spin off* e *startups*. Dissertaremos sobre cada uma dessas modalidades a seguir.

2.1. Compras de oportunidade

Em latim, a palavra *opportunitas* significa conveniência entre tempo e espaço, ou seja, representa a circunstância mais propícia para fazer ou aproveitar algo. Organizações, em geral, se utilizam dessa circunstância temporal e espacial, analisando

o custo de oportunidade, para comprar bens e serviços de capital tangíveis ou intangíveis que lhes trouxerem maiores benefícios e/ou vantagens competitivas.¹ Em geral, na área de Defesa, políticas de compras de oportunidade são muito criticadas por estrategistas. Dentre as críticas, encontram-se:

a) elevado custo de posse e baixa disponibilidade, já que, muitas vezes, o vendedor está se desfazendo de um meio que já se encontra no final de sua vida útil e os sistemas/equipamentos encontram-se descontinuados pelos seus fabricantes, sendo seus sobressalentes de difícil e cara obtenção; b) dificuldade de manutenção, devido à obsolescência dos sistemas/equipamentos, inexistência de Apoio Logístico Integrado (ALI) e falta de padronização com os demais meios existentes; c) dificuldades no adestramento e operação devido à falta de padronização com outros meios existentes; e d) desestímulo à indústria de defesa nacional (DA COSTA, COSTA & LIMA, 2018, pp. 32-33).

Contudo, esse método de aquisição é mais adotado por organizações, sobretudo, militares, que buscam soluções para problemas no curto prazo de tempo.

Na Marinha do Brasil (MB), o órgão que regula a política de compras de oportunidades é o Estado-Maior da Armada (EMA).

A MB, por meio de sua publicação EMA-420 (BRASIL, 2002) define compras de oportunidade como a que visa obter uma solução imediata para uma necessidade planejada, quando a conjuntura não permitir a obtenção por conversão ou construção. (DA COSTA, COSTA & LIMA, 2018, p. 33)

¹Muito utilizado na Economia, o custo de oportunidade está associado ao valor do bem ou serviço de capital que a organização renuncia ao tomar a decisão da compra.

Cientes das críticas, em especial, de militares, em relação ao método de aquisição de compra de oportunidade, os planejadores buscam implementar a política desse tipo de compra, alicerçada em diversas ferramentas de gestão integrada. Fabricio Maione Tenório, Marcos dos Santos, Carlos Francisco Simões Gomes e Jean de Carvalho Araújo, pesquisadores da área de Engenharia de Produção, preocupados com as restrições orçamentárias navais, com a obsolescência dos atuais navios da MB e com a reduzida capacidade de preparo e emprego do poder naval, diante da demora da entrega e da incorporação das novas fragatas da classe Tamandaré, adquiridas no programa de reaparelhamento da Força, propuseram analisar hipotéticos processos de compras de oportunidade de novos navios que mantenham o aprestamento da Esquadra e o adestramento de toda a sua estrutura operativa até a incorporação das fragatas classe Tamandaré, mediante o emprego do método multicritério de apoio à decisão THOR. Por meio dessa ferramenta de gestão integrada, os autores acreditam que identificarão a compra de oportunidade que melhor satisfaça o recompletamento do número de navios no curto prazo de tempo da MB (TENÓRIO, SANTOS, GOMES & ARAÚJO 2020, p. 45).

O THOR baseia-se em três conceitos axiomáticos/teorias para uso simultâneo: Modelagem de Preferência (aproximando-o da Escola Francesa), Teoria da Utilidade Multiatributo (aproximando-o da Escola Americana) e Teorias que tratam da informação imprecisa. A utilização conjunta dessas teorias propicia que a atratividade de

uma alternativa seja quantificada pela criação de uma função agregação não transitiva (GOMES; COSTA, 2015 apud TENÓRIO, SANTOS, GOMES & ARAÚJO, 2019, p. 45).

Segundo esses autores, dentre as principais vantagens de se utilizar o THOR como ferramenta de gestão integrada, em processos de compras de oportunidade, encontram-se:

- 1) apresentar um algoritmo híbrido que englobe conceitos da Teoria dos Conjuntos Aproximativos (TCA), Teoria dos Conjuntos Nebulosos, Teoria da Utilidade e modelagem de preferências; 2) ordenar alternativas discretas em processos decisórios transitivos ou não; 3) eliminar critérios redundantes, levando em conta se há dualidade na informação por meio da TCA e se ocorre imprecisão no processo decisório mediante a utilização da teoria dos conjuntos nebulosos; 4) quantificar a imprecisão, utilizando-a no Método de Apoio Multicritério à Decisão (AMD); 5) permitir a entrada de dados simultâneos de diferentes decisores, permitindo que expressem seu(s) juízo(s) de valor(es) em escala de razões, intervalos ou ordinal; 6) permitir que os decisores, no caso de não serem capazes de atribuir pesos a tais critérios, consigam trabalhar sem a atribuição de pesos, uma vez que podem fazer uso de um recurso que atribui pesos aos critérios em uma escala ordinal. O THOR permite a entrada de preferências ordinais para os critérios, gerando pesos para estes, podendo ser classificado, portanto, como método cardinal e parcialmente ordinal; e 7) eliminar a necessidade de atribuição de um valor, normalmente arbitrário para a concordância, conforme alguns algoritmos que têm a modelagem de preferências como base (TENÓRIO, SANTOS, GOMES & ARAÚJO, 2019, p. 45).

Diante da insegurança e da imprecisão no julgamento de valor empregado nos métodos de apoio multicritério à tomada de decisão, considerando um processo de compras de oportunidades, estrategistas e tomadores de decisão são os que expressarão os níveis de certeza, por meio do emprego de

índices de pertinência. Essas ferramentas de gestão integradas, associadas a políticas e a processos de compras de oportunidade, podem se constituir alternativas aos apontamentos de críticos quanto à questão de falta de segurança e de precisão.

2.2. Cooperação e transferência de tecnologia

O caráter global das economias dinâmicas contemporâneas tem reduzido as fronteiras entre Estados e organizações. Esses processos exigem constantes adaptações.

Nesse contexto, a cooperação com outros atores sociais torna-se fundamental para que uma organização possa manter a sua competitividade no mercado e agir estrategicamente no ambiente de negócio (KATO AT AL, 2008, p. 128).

É possível identificar, na literatura, diversas definições para a cooperação tecnológica entre empresas. Serra e Leite, por exemplo, definem como ações realizadas pelas empresas de forma conjunta, “*com o intuito de obter benefícios igualmente compartilhados, resultando em aumento da eficiência coletiva*” (2003 apud KATO AT AL, 2008, p. 128). Outra percepção que podemos destacar é a de que cooperação tecnológica é “*forma de reunir competências essenciais, complementares, similares ou diferentes, de modo a atender oportunidades de mercado e reduzir dificuldades para alcançar o desenvolvimento tecnológico*” (SILVA, 2004, p. 48 apud KATO AT AL, 2008, p. 128).

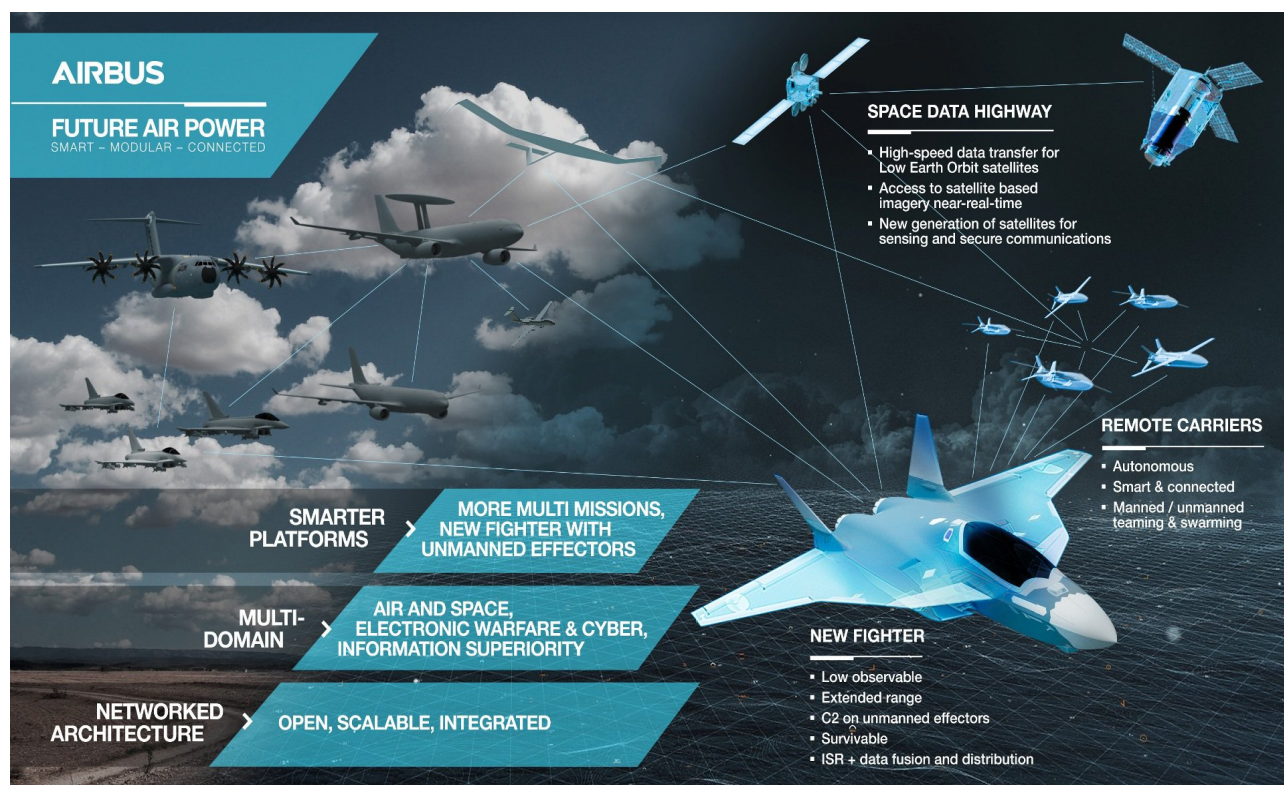
Exemplos de cooperação tecnológica, sobretudo, na área de Defesa, entre empresas de alta tecnologia são muitos. No século XXI, uma das questões mais incentivadas pelos Estados e por organizações militares, para que as empresas de alta tecnologia de defesa busquem a cooperação tecnológica, é a interoperabilidade, ou seja, desenvolvimento de produtos de defesa que possam ser empregados nos TO de forma integrada. No caso da OTAN, por exemplo, há o incentivo institucional para que o novo Caça de 6ª geração 2040, que é parte do Sistema de Combate Aéreo do Futuro (SCAF, sigla em francês), possa ser lançado a partir do novo navio aeródromo francês em fase de estudo.²

O SCAF é um programa de cooperação tecnológica que envolve empresas de alta tecnologia de defesa da França, da Alemanha e da Espanha. Algumas dessas empresas são: *Dassault Aviation*, *Airbus Defense and Space*, *SAFRAN*, *MTU Aero Engines*, *Thales*, *MBDA*, entre outras.

Conforme ilustra a **figura 1**, esse sistema combina diversos elementos interconectados, integrados e interoperáveis, como drones, mísseis, nuvem de combate aéreo e inteligência artificial. A *Dassault* e a *Airbus Defense and Space* constituíram uma sociedade para liderarem o SCAF e seu principal componente, o *New Generation Fighter* (NGF). Caberá à empresa francesa

²Este novo Navio Aeródromo (NAe), em fase de estudo na Marinha francesa, será o sucessor do NAe Charles De Gaulle.

Figura 1: SCAF



Fonte: Airbus Defence and Space

Safran Military Engines e à alemã MTU Aero Engines desenvolver os motores do NGF.

A Airbus Defense and Space desenvolverá a rede de sensores e sistemas que integrarão o NGF, os quais incluem uma rede integrada de ativos espaciais, aeronaves tripuladas e não tripuladas, mísseis e outros ativos de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (ISR, sigla em inglês) e de Energia Dirigida no amplo espectro da guerra aeroespacial. Conforme afirma Dirk Hoke, CEO da Airbus Defense & Space, os “princípios de nossa cooperação industrial incluem um processo comum de tomada de decisão, uma estrutura de governança muito clara, métodos de trabalho transparentes e uma maneira comum de preparar e negociar as atividades dessa fase inicial de

demonstração” (LAGNEAU, 2019b apud CORRÊA, 2019, p. 20).

Em 8 de novembro de 2020, o presidente francês Emmanuel Macron anunciou o início de estudos para a substituição do navio aeródromo Charles de Gaulle³ pela Nova Geração de Navio Aeródromo (PANG, sigla em francês) em 2038. Estarão envolvidas no projeto, junto com a Naval Group, a Chantiers de l'Atlantique, a TechnicAtome e a Dassault Aviation. O projeto do PAN é de responsabilidade da Diretoria Geral de Armamento (DGA), da Agência Francesa de Aquisições de Defesa e da Comissão Francesa de Energias Atômicas e Alternativas (CEA, sigla em francês).

³Desde 2001 prestando serviço ativo à Marinha francesa, o navio aeródromo Charles de Gaulle permanecerá em serviço ativo até o final da década de 2030.

Figura 2: Concepção artística do futuro navio aeródromo francês



Fonte: Naval Group

Em trinta de março de 2021, a Ministra da Defesa francesa Florence Parly participou da inauguração da plataforma de *design* do PANG, em Lorient, na Bretanha. Na ocasião, ela celebrou a assinatura dos acordos entre o CEO da Naval Group e o Diretor Geral da Chantiers de l'Atlantique que materializam a criação de uma sociedade conjunta para assegurar a gestão do projeto da embarcação armada (excluindo as caldeiras).⁴

Boa parte dos estudos sobre Transferência de Tecnologia (ToT) está associada à teoria econômica *neoschumpeteriana*.

Na abordagem *neoschumpeteriana*, o processo de aprendizado é fundamental para explicar a ligação entre a órbita

microeconômica e o desempenho macroeconômico de um país. Nessa concepção, o conhecimento é o principal insumo produtivo, responsável pelas constantes inovações e pelo seu uso eficiente, sendo a empresa (onde se cria e se acumula conhecimento) o agente central da inovação. O aprendizado tecnológico e organizacional (e sua produção e transmissão) é determinado nas relações internas da empresa, entre indivíduos e desses com a empresa, e nas relações externas da empresa, entre essas e outras instituições (DATHEIN, 2003, p.199).

Nathan Rosenberg desenvolveu o conceito *focusing devices*, segundo o qual propõe soluções aos gargalos tecnológicos, balizadas pelo estado do conhecimento relativo que a entidade possui sobre uma tecnologia ou um conjunto de tecnologias. A fim de solucionar esses gargalos, surgiram dois conceitos: *learning-by-using* (LBU) e *learning-by-doing* (LBD). Ambos estão relacionados ao processo de aprendizado tecnológico.

No caso do LBU, tem-se o resultado derivado do aprendizado via uso, que é conscientemente perseguido e que é revertido numa melhoria das condições de produção e uso de um produto. No caso do LBD, o resultado é derivado do aprendizado via processo produtivo, que pode surgir mediante a existência de gargalos nesse processo. O LBD consiste no desenvolvimento cada vez maior da habilidade nos estágios de produção. De fato, à medida que a tecnologia for se aperfeiçoando com a produção acumulada e/ou advinda do uso do produto - fruto de melhorias implementadas no decorrer da atividade produtiva - ocorrerá a redução dos custos por unidade produzida. Daí a importância dos gastos com P&D e com as inovações (SHIKIDA & BACHA, 1998, p.p. 114-115 apud CORRÊA, 2016, p. 185).

Se a transferência de tecnologia for entendida como parte do processo de inovação, esse método de aquisição de defesa

⁴ Para mais informações sobre o PANG, acesse: <https://www.naval-group.com/en/future-french-nuclear-aircraft-carrier-minister-defence-inaugurates-industrial-design-platform-919>

terá mais chances de apresentar resultados positivos na solução de gargalos tecnológicos.

Os contratos de transferência de tecnologia são concebidos no âmbito de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) e, geralmente, entendem-se esses contratos como o processo por meio do qual um conjunto de conhecimentos, habilidades e procedimentos referentes à produção são transferidos, por negociação de caráter econômico, de uma entidade à outra, ampliando a capacidade de inovação da entidade apta a receber a tecnologia.

Paga-se pela tecnologia, obviamente, quando não se a tem; quando, factualmente, o empresário que necessita do corpo de conhecimentos tecnológicos não o pode obter senão por aquisição onerosa. A não disponibilidade da tecnologia é uma condição usualmente descrita como “segredo”, se bem que tal expressão seja um tanto vasta e imprecisa. Não importa que todos os empresários de um setor disponham de uma tecnologia; se o novo competidor que entra no mercado dela não tem controle, e é obrigado a pagar por ela, há segredo (*secretus* = afastado) em relação a este (BARBOSA, 2002, p. 3).

Além da legislação normativa referente à transferência de tecnologia do exterior, os países receptores devem considerar a legislação tributária, a legislação cambial e as normas e práticas dos órgãos governamentais de controle e de intervenção no domínio econômico dos países envolvidos.

Boa parte das grandes empresas brasileiras se originaram do Estado. A Petrobras, a Embraer, a Embrapa, a Vale do Rio Doce, Eletrobras, Telebras, a Nuclebras Equipamentos Pesados (Nuclep), as Indústrias

Nucleares do Brasil (INB), a Indústria de Material Bélico (Imbel), a Empresa de Engenharia Naval (Emgepron), a Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. (Amazul) e, mais recentemente, a Visiona são exemplos disso.

Neste estudo, entende-se por empresas de base tecnológica ou de alta tecnologia

aquelas empresas que “dispõem de competência rara ou exclusiva em termos de produtos ou processos, viáveis comercialmente, que incorporam grau elevado de conhecimento científico”, circunscrevendo, todavia, a densidade tecnológica e a viabilidade econômica no devido contexto histórico e geográfico (MARCOVITCH et al, 1986; Ferro & Torkomian, 1988, p. 44 apud CÔRTEZ et al, 2005, p. 86).

Exceto no caso das estatais, as inovações nas indústrias brasileiras estavam limitadas à compra de oportunidades, como maquinários, e os investimentos diretos estrangeiros nessas empresas priorizavam a adaptação de produtos para a sua inserção no mercado nacional. Até então, não havia incentivos governamentais para que as empresas brasileiras realizassem P&D.

A Estratégia Nacional de Defesa (END) de 2008, ao propor a transferência de tecnologia e *offsets*⁵ como soluções complementares ao processo de desenvolvimento autônomo nas Forças Armadas brasileiras, endossou as teorias econômicas *schumpeterianas*, relacionou a estratégia brasileira de defesa à estratégia

⁵Concessão de benefícios industriais, comerciais e tecnológicos às empresas participantes do programa ou projeto tecnológico.

nacional de desenvolvimento e estipulou como meta reduzir o hiato tecnológico em P&D na Base Industrial de Defesa brasileira.

A **figura 3** demonstra como foi estabelecida a parceria estratégica entre França e Brasil para a aquisição tecnológica de quatro submarinos diesel-elétricos (convencionais) e de sistema de plataforma do futuro submarino de propulsão nuclear da MB, denominado Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB).

Figura 3: Acordos da parceria estratégica França Brasil



Fonte: Marinha do Brasil

O objetivo do PROSUB, por meio da aquisição via transferência de tecnologia e imposição de *offsets*, é obter a maior nacionalização de equipamentos e de sistemas para submarinos com alto nível tecnológico e complexidade, possibilitando aplicações em outros setores industriais e capacitação de

empresas nacionais, para serem fornecedoras independentes a futuros projetos.

É de extrema relevância, do ponto de vista estratégico, que o Estado e as organizações internacionais militares apoiem e incentivem a cooperação e a transferência de tecnologia como políticas de Estado, à medida que, tanto o Estado, quanto as organizações militares, como a OTAN, tenham mais condições de: financiar grandes programas e projetos em C,T&I de longo prazo; incentivar a formação, a qualificação e a capacitação de recursos humanos; promover a celebração de acordos no âmbito de fóruns mundiais; garantir acesso ao conhecimento científico e às novas tecnologias; e formular políticas públicas que beneficiem a consolidação dos termos da cooperação como política de Estado (DOMINGUES, COSTA, 2014, p.p. 7-8).

2.3. Importação de cérebros

A *migração de cérebros* está associada ao fluxo migratório de recursos humanos altamente qualificados que deixam seus países de origem para prestar serviços em outros países. Em geral, por variadas motivações, inclusive perseguições políticas, doenças e guerras, esses profissionais buscam migrar para Estados mais desenvolvidos ou em que possam prestar seus serviços de forma continuada. Outros termos utilizados para referência aos profissionais especializados

que deixam seus países é *fuga* ou *evasão de cérebros*.

"Evasão de cérebros" (*brain drain*) é termo cunhado pelos ingleses para descrever suas perdas de profissionais - especialmente cientistas, engenheiros e pessoal médico (médicos e enfermeiras) - por meio da emigração a partir do pós-guerra. O termo possui hoje aplicação geral e diz respeito à perda desses profissionais por um número muito grande de países (BERLINK, SAN'ANNA, 1972, p. 2).

Indubitavelmente, esses profissionais qualificados desempenham um papel estratégico no desenvolvimento socioeconômico e científico-tecnológico dos países. "O capital humano consiste de conhecimento, qualificação e experiência que uma pessoa pode adquirir e, como tal, é visto como um investimento individual capaz de ampliar a produtividade do indivíduo" (JAUHIAINEN, 2008 apud RIBEIRO DA SILVA, 2009, p. 9).

A própria comunidade científica brasileira foi constituída por diversos fluxos migratórios das mais diversas áreas no pós-Guerra. O físico italiano Gleb Wataghin e a engenheira agrônoma checa Johanna Döbereiner são exemplos desses fluxos em diferentes momentos da História.

A universidade de São Paulo e, em particular, a sua Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, contaram com a participação de professores franceses (sociologia, filosofia, antropologia, história, literatura francesa, geografia, psicologia); italianos (matemática, física, mineralogia); alemães (química, botânica e zoologia); portugueses; e espanhóis em suas respectivas línguas e literaturas. (...) A Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP foi um ponto onde se processou a transferência de conhecimentos, então atualíssimos, onde se

desenvolveu integração entre ensino e pesquisa e, muito particularmente, onde professores europeus formaram, com alguns de seus alunos brasileiros, uma comunidade e *scholars* que até hoje é atuante em nosso meio (BERTERO, 1979, p. 3).

Na área aeronáutica, as empresas francesas, como a *Holste* e a *Aérospatiale*, contribuíram para que as empresas e institutos brasileiros passassem a projetar aviões militares. Utilizando-se do método de aquisição de importação de cérebros, o engenheiro aeronáutico francês Max Holste, desenvolvedor do modelo de aviões *Broussard*, foi contratado por Ozires Silva, então chefe de operações do departamento de Aeronaves do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IPD), para projetar e desenvolver, em território brasileiro, o primeiro avião de uso militar de transporte, carga, busca e salvamento e reconhecimento fotográfico. Denominado de Bandeirante, essa aeronave se tornou o ponto de partida para a indústria aeronáutica brasileira, em especial, para a Embraer (CORRÊA, 2016, p. 357).

O caso mais recente de importação de cérebros no Brasil foi o do físico de partículas franco-argelino Adlene Hicheur, ex-pesquisador do laboratório da Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (CERN, sigla em francês) em Genebra, que foi contratado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) para lecionar no seu Instituto de Física e realizar pesquisas solucionando *gaps* científicos de decaimentos de mésons B, sem produção de charme e

calibração em energia de sensores *TimePix3*, em projetos ligados ao aperfeiçoamento do detector, preparação e análise de dados e de computação distribuída, vinculados ao Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF).

Ao mesmo tempo em que a importação de profissionais qualificados contribuiu de forma significativa com progresso científico, tecnológico e socioeconômico brasileiro, também houve, e ainda há, muita evasão de cérebros do Brasil para o exterior. Manoel Tosta Berlinck e Vanya M. San'Anna realizaram um estudo sistemático sobre essa saída de profissionais brasileiros para os EUA, na década de 1960, justificando a escolha do país de destino por, na época, [os EUA] disporem de maior gama de informações, “*crescente influência no sistema universitário brasileiro*” e “*vantagens comparativas oferecidas aos “cérebros” que para lá emigram*” (BERLINK, SAN’ANNA, 1972, p. 3). As vantagens comparativas estavam associadas à política científica e tecnológica estadunidense, que incluía “*treinamento interno de cientistas*” e “*importação de engenheiros e pessoal médico*” (BERLINK, SAN’ANNA, 1972, p. 3).

Estados desenvolvidos também sofrem com a evasão para outros Estados; no entanto, ainda dispõem de reserva de pessoal qualificado no país e criam planos estratégicos para atrair de volta recursos humanos que se evadiram. Em Estados menos desenvolvidos, esses planos podem envolver:

melhores oportunidades de educação; treinamento interno; melhorias salariais; oportunidades de progressão na carreira e no emprego; financiamento continuado para pesquisa; melhoria de infraestrutura laboratorial; segurança e estabilidade na carreira; boa educação para os filhos etc. No entanto, essas ações não se constituem como garantia de alcance de desenvolvimento científico e tecnológico e de retenção ou recuperação desses especialistas.

Em artigo intitulado “*Fuga de cérebros de países em desenvolvimento: como pode a fuga de cérebros ser convertida em ganho de sabedoria?*”, publicado no *Journal of the Royal Society of Medicine*, Sunita Dodani e Ronald E LaPorte realizaram uma interessante análise ao constatar que, talvez, não haja opções de políticas para desacelerar ou reverter o fluxo migratório de profissionais de saúde.

É hora de entender e aceitar que a mobilidade dos profissionais de saúde faz parte da vida no século XXI. Os países precisam reconhecer que competem com as melhores instituições do mundo por mão de obra de qualidade. É hora de enterrar o conceito arcaico de fuga de cérebros e passar a avaliar o desempenho dos profissionais e sistemas de saúde, onde quer que estejam no mundo. A virada do século 21 não trouxe apenas tecnologia, mas também modos pelos quais cientistas de todo o mundo podem se conectar em um piscar de olhos. Neste mundo globalizado, a localização física de uma pessoa pode ou não ter qualquer relação com a capacidade de causar impacto na saúde humana. Os profissionais de saúde, no mundo desenvolvido, podem ter a maior parte de suas carteiras de trabalho no mundo em desenvolvimento. Comunicação fácil, viagem rápida (DODANI & LAPORTE, 2005, p. 8).

Se incorporada na cultura institucional dos países de origem, essa constatação abre um novo precedente em políticas de contenção de fluxos migratórios de pessoal qualificado, à medida que, aproveitando-se das ferramentas tecnológicas geradas pela Comunicação, em especial, a *Internet* das Coisas (IoT), esse pessoal qualificado contribuiria, simultaneamente, com progresso tanto nos países que o receberam quanto nos seus países de origem.

2.4. Sociedade de Propósito Específico, *Golden Share* e Consórcios

Sociedade de Propósito Específico (SPE) é uma modalidade societária de capital aberto ou fechado, a qual se constitui como uma nova empresa, limitada ou sociedade anônima, composta por pessoas físicas e/ou jurídicas, sem personalidade jurídica, que tem por finalidade desenvolver uma atividade econômica específica, restrita e determinada, cujo risco financeiro é compartilhado, podendo existir por tempo determinado ou não. Em geral, as SPE são utilizadas para desenvolver grandes projetos de engenharia, com ou sem a participação do Estado, mas também podem ser utilizadas em empreendimentos coletivos de pequenos negócios.

Nominalmente, as SPE surgiram na legislação brasileira a partir de uma das reformas no Poder Judiciário, quando a Lei Nº 11.079, de 30 de dezembro de 2004, instituiu

normas gerais para licitação e contratação de Parceria Público-Privada (PPP) no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

O crescimento demográfico, as novas qualidades de tempo e espaço do mundo globalizado e o surgimento de gigantescas empresas multinacionais ensejaram a formação de parcerias entre agentes do cenário econômico, a fim de que se rompessem certos obstáculos inerentes a esse contexto. De início, elas se deram no âmbito relacional dos sujeitos particulares. Desenvolveram-se negócios de colaboração, como, a título ilustrativo, a representação comercial, os contratos de agência e de distribuição, os consórcios, as *joint ventures*, cada qual com suas peculiaridades. Hoje, no entanto, o Estado brasileiro, pela nova Lei das PPPs, manifesta sua opção por arregimentar os esforços e os recursos dos particulares ao lado dos seus, objetivando a consecução do interesse público (FÉRES, 2005, p.2).

Sob a perspectiva da Economia de Defesa, é uma alternativa que o Estado tem de, juridicamente, descentralizar as atividades que consomem vultosos recursos financeiros públicos e compartilhar o risco de investimentos em grandes empreendimentos.

O atual quadro das SPEs, nas quais o Estado se coloca, em regra, como não controlador, revela a opção do Brasil pela busca ostensiva de recursos particulares. É a saída paulatina do Estado do cenário econômico, não somente das atividades de mercado, mas, sobretudo, daquelas que se reputavam a ele inerentes ou mesmo justificadoras de sua existência (FÉRES, 2005, p.2).

O fato de congregarem recursos específicos de seus sócios e não poder promover a celebração de quaisquer outros negócios jurídicos, exceto os negócios que motivaram a sua criação, tornam as SPE extremamente vantajosas para seus

investidores diretos e *stakeholders*, como credores, e para a própria administração pública. A título de exemplificação, sob forma de SPE, na modalidade anônima, com personalidade jurídica de direito privado e patrimônio próprio, com o capital pertencente, integralmente à União, cuja constituição foi autorizada pela Lei Nº 12.706, de 8 de agosto de 2012, a Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. (Amazul) se tornou a 126ª estatal brasileira. Essa empresa é vinculada ao Ministério da Defesa, por meio do Comando da MB, e sua ativação data de 16 de agosto de 2013, por deliberação em Assembleia Geral Extraordinária. O objeto social da Amazul é:

- I - Promover, desenvolver, absorver, transferir e manter tecnologias necessárias às atividades nucleares da Marinha do Brasil e do Programa Nuclear Brasileiro - PNB;
- II - Promover, desenvolver, absorver, transferir e manter as tecnologias necessárias à elaboração de projetos, acompanhamento e fiscalização da construção de submarinos para a Marinha do Brasil;
- III - Gerenciar ou cooperar para o desenvolvimento de projetos integrantes de programas aprovados pelo Comandante da Marinha, especialmente, os que se refiram à construção e à manutenção de submarinos, promovendo o desenvolvimento da indústria militar naval brasileira e atividades correlatas.⁶

A modalidade SPE permite à Amazul: estabelecer escritórios, dependências e filiais em outras unidades da federação e no exterior; participar, minoritariamente, de empresas privadas e empreendimentos para a consecução de seu objeto social; ser contratada pela administração pública com a

dispensa de licitação e contratar pessoal por tempo determinado.

Como mencionado, no final da década de 1970, muitas empresas de defesa europeias entraram em crise financeira. A alta competitividade das grandes empresas de defesa estadunidenses foi uma das muitas razões. Assim como a França, a Inglaterra também teve que promover fusões e reformular suas políticas de exportações e diversificar os métodos de aquisições de produtos de defesa. Em meio aos processos de privatizações e fusões empresariais, uma das reformulações, criada pelo Estado para conter os gastos públicos com as empresas sob controle estatal, foram as ações especiais, mais conhecidas como *golden share*. Havia o receio de que, após a privatização, os novos controladores das empresas, sobretudo, as consideradas estratégicas, não zelassem e resguardassem os interesses nacionais. Por meio dessas ações especiais, o Estado garantiria o poder de vetar determinadas decisões tomadas pelos novos controladores.

Devido à crise econômica vivenciada também pelo Brasil, na década de 1980, diversas empresas de defesa entraram em crise financeira, foram privatizadas, sofreram fusões ou faliram. Embora tenha iniciado o processo de privatização da Embraer S.A. (Embraer), no início da década de 1990, o Art. 9º, referente à ação ordinária de classe especial, garantiu que o Estado brasileiro pudesse vetar as seguintes decisões:

⁶ Para obter informações sobre o modelo de negócio da Amazul, acesse:
<https://www.amazul.gov.br/empresa/sobre-a-amazul>

- I. Mudança de denominação da Companhia ou de seu objeto social;
- II. Alteração e/ou aplicação da logomarca da Companhia;
- III. Criação e/ou alteração de programas militares, que envolvam ou não a República Federativa do Brasil;
- IV. Capacitação de terceiros em tecnologia para programas militares;
- V. Interrupção de fornecimento de peças de manutenção e reposição de aeronaves militares;
- VI. Transferência do controle acionário da Companhia;
- VII. Quaisquer alterações: (i) às disposições deste artigo, do art. 4, do caput do art. 10, dos arts. 11, 14 e 15, do inciso III do art.18, dos parágrafos 1º. e 2º. do art. 27, do inciso X do art. 33, do inciso XII do art. 39 ou do Capítulo VII; ou ainda (ii) de direitos atribuídos por este Estatuto Social à ação de classe especial.⁷

Há diversas formas de se estabelecer parcerias comerciais com diversificados modelos societários que podem se constituir desde uma simples parceria para executar uma atividade específica até empreendimentos mais complexos, como um submarino com propulsão nuclear. Essas parcerias podem se aproveitar da infraestrutura, *know-how* e expertise para obter maiores e melhores resultados. É muito comum que empresas formem consórcios para participar de grandes empreendimentos em processos licitatórios, inclusive, sob a modalidade de SPE.

Consórcios são contratos associativos, cujos sócios são as próprias empresas consorciadas, sem personalidade jurídica, com o objetivo de participar de programas e projetos com prazo determinado que, individualmente, cada empresa não teria

condições de desenvolver. *Itaguaí Construções Navais* (ICN) é um exemplo de consórcio na área de Defesa, celebrado por meio de SPE, constituído pela empresa brasileira Construtora Norberto Odebrecht (CNO), pela empresa *Naval Group*⁸ e *golden ghare* do Estado brasileiro, sob representação da MB para participar do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB). Dessa parceria resultou outro consórcio denominado Consórcio Baía de Sepetiba (CBS), cuja responsabilidade é coordenar as interfaces e integrar o trabalho realizado pelas empresas envolvidas no PROSUB, apoiando a gestão da Coordenadoria Geral do Programa de Submarinos (COGESN) da MB.

2.5. *Spin-off e Startups*

Quando um produto ou um negócio nascido dentro de uma instituição⁹ cresce muito, obtendo considerável destaque, torna-se necessário criar uma nova empresa a partir dele. Independente dos diversos modelos de organizações-mãe em que o produto ou o modelo de negócio se destaque é “a *natureza do ambiente empreendedor da região [que] exerce influência sobre a forma como as empresas surgem*” (FERRAZ & TEIXEIRA, 2015, p. 246). Esse processo é denominado *spin-off*. A nova empresa criada pode nascer a partir de um grupo de pesquisa de empresas, universidades, laboratórios, centros de pesquisa públicos ou privados. Imperativo diferenciar *spin off* de franquias. Franquias

⁷Para obter informações sobre ação ordinária de classe especial da Embraer, acesse: <https://ri.embraer.com.br/show.aspx?idCanal=3mAFUKdXQpHYE3WjGqulWg==>

⁸Antiga DCNS (Direction des Constructions Navales).

⁹Aqui denominada organização-mãe.

são uma modalidade de negócio voltada para a venda e distribuição de uma marca.

Organizações-mãe desenvolvem a função de incubadora, semelhante ao que ocorre em *startups*, cuja principal função é o apoio técnico e o fornecimento de diversos recursos necessários para o fortalecimento das empresas nascentes (CLARYSSE, 2005 Apud FERRAZ & TEIXEIRA, 2014, p. 3).

Muitas *startups*¹⁰ nascem de grandes e pequenas empresas com o objetivo de lançar um novo modelo de negócio em um cenário de incertezas. Diferente de grandes empresas que desenvolvem plano de negócios com foco em estratégias para atingir metas, as *startups* desenvolvem modelos de negócios cujo foco não está restrito ao produto; mas sim à sua rentabilidade. Ou seja, o modelo de negócio de uma *startup* é aquele que soluciona o problema do cliente de forma lucrativa, por meio da criação de algo inovador, ou adaptando um modelo de negócios para uma área inédita de aplicação mercadológica.

Spin-off que nasce de produtos ou modelo de negócio de universidades, laboratórios ou centros de pesquisa públicos ou privados são considerados *spin off* universitário e *spin off* que nasce de produtos ou modelo de negócio de empresa são considerados corporativos. Algumas das condições para que um *spin off* corporativo¹¹ seja criado são: quando o produto começa a ofuscar os demais produtos do portfólio da empresa e começa a demandar muitos

colaboradores em um único projeto, desfalcando outras equipes, ou quando o produto não tem espaço para desenvolver todo seu potencial na empresa.

Os *spin-offs* favorecem a transferência de tecnologia, por meio de um processo formal e/ou informal, o que tende a ser decisivo para o seu surgimento e consolidação. Assim, esse movimento de troca de conhecimento apresenta-se como um meio eficiente para a geração de ideia, inovação e tecnologia (FERRAZ & TEIXEIRA, 2015, p. 244).

Um exemplo de *spin off* de empresa brasileira é a recém-criada *EVE Urban Air Mobility Solutions* (EVE), nascida da organização-mãe EmbraerX, lançada em 15 de outubro de 2020 para desenvolver o ecossistema da Mobilidade Aérea Urbana (UAM, sigla em inglês). Além de prover um portfólio completo de soluções para preparar o mercado de UAM, sobretudo, o desenvolvimento e certificação do Veículo Elétrico de Decolagem e Pouso Vertical (eVTOL), a EVE possui uma abrangente rede de suporte e serviços associados e criação de soluções de gestão de tráfego aéreo urbano.

3. Tecnologias Emergentes, Indústrias e Mercado de Exportação de Defesa

Atualmente, há diversos tipos de tecnologias emergentes disponíveis para aquisição no mercado de exportação de defesa, tais como: Armas de Energia Dirigida (AED), Inteligência Artificial (IA), IoT, Robótica, Biotecnologia, Redes Cibernéticas e Tecnologias da Informação (TI),

¹⁰Empresas emergentes pequenas com base em inovação criadas para desenvolver um produto ou um modelo de negócio repetível e escalável.

¹¹Aqui nos concentraremos em *spin off* corporativos.

Computação Óptica e Quântica, Nanotecnologia, Impressão 3D, Plasma Frio, Decaimento, Fissão e Fusão Nuclear etc.

As AED têm demonstrado, na atualidade, a capacidade dissuasória semelhante à de bombas nucleares, no entanto, sem necessariamente provocar efeitos colaterais delas. Já as bombas de pulso eletromagnético, mais conhecidas como *E-bomb*, contrariam o preceito dominante, existente desde a Segunda Grande Guerra: de que bombas nucleares garantiriam o equilíbrio de poder no Sistema Internacional (SI). Uma das principais vantagens do emprego militar de *E-bomb* é que elas cortam as linhas de comunicação inimiga e destroem equipamentos elétricos e eletrônicos. Uma alta potência de pulso eletromagnético (PEM) é capaz de queimar dispositivos semicondutores, derreter fiações, queimar baterias e explodir geradores e transformadores.

A *E-bomb* neutraliza os sistemas de veículos e transportes, os sistemas de mísseis e bombas nucleares em terra, os sistemas de comunicação, de navegação, de controle e de rastreamento de curto e longo alcance. As bombas de pulso eletromagnético podem inutilizar e/ou destruir armas, como: mísseis de guiagem ótica, mísseis anti-radiação, foguetes com guiagem na fase terminal da trajetória, mísseis de cruzeiro, drones, veículos de reentrada atmosférica intercontinental, sistemas de direção de tiro, controle e sistemas de navegação de aviões e bases militares entre outros (CORRÊA, 2019, pp.90-91).

As AED canalizam a energia em uma direção particular, por meios como *lasers* e pulsos eletromagnéticos (PEM). As *E-bombs*

usam a energia com potência similar a um relâmpago ou explosão nuclear, direcionadas para incapacitar, destruir ou deteriorar equipamentos e infraestruturas elétricas e eletrônicas. Em 2001, o Comando de Operações Especiais dos Estados Unidos patrocinou um programa de AED denominado Demonstração de Conceito de Tecnologia Avançada (ACTD, sigla em inglês). Um dos projetos desse programa é o de Microondas de Alta Frequência (HPM, sigla em inglês). Em 2008, esse Programa foi transferido para a Força Aérea dos EUA (USAF, sigla em inglês). Desde 2001, o programa tem tentado “*demonstrar armas HPM capazes de penetrar qualquer sistema militar eletrônico, desativando-o ou causando a sua destruição*” (SCOTT & ROBIE, 2009, p.3). Esses autores, já em 2009, alertavam às autoridades estadunidenses sobre a importância do emprego das armas de HPM de modo apropriado o quanto antes. Em suas palavras,

se quisermos usá-lo eficazmente, devemos desenvolver a estrutura inteligente necessária para orientar a arma ao alvo. (...) também é necessário garantir a existência do sistema de entrega adequado ao inventário, armas cujo alcance é maior do que o das armas usadas pelo adversário, veículos aéreos não-tripulados e outros atuais ou futuros. É importante elaborar a avaliação efetiva de baixas (humanas ou não – BDA) e treinar os comandantes combatentes no uso dessas ferramentas de forma produtiva. Devemos desenvolver essa base agora para garantir a utilização eficaz da tecnologia para a mudança de jogo, amanhã (SCOTT & ROBIE, 2009, p.3).

A IoT e a conexão de sistemas, em especial, o sistema de nuvens, por exemplo,

revolucionaram a tecnologia de computadores e dispositivos eletrônicos, determinando novos comportamentos sociais e novos padrões de comunicação no século XXI. A implantação de *hardwares* tecnológicos, nos TO, tem melhorado a eficiência de ataques e a segurança de soldados.

Desde o início da *Guerra ao Terror* (2002), no Afeganistão, no início do século XXI, o uso das tecnologias *C4ISR*¹² tem revolucionado o *modus operandi* das guerras travadas pelos EUA.

O *C4ISR* é um sistema que harmoniza e integra vários sistemas tecnológicos que conectam em tempo real sensores, comandantes, armas e tropas no terreno, por meio da produção de uma rede assente na permanente recolha de informações sobre o adversário por meio de sistemas de vigilância e reconhecimento, como sensores passivos ou ativos, integrados em plataformas móveis ou estáticas, tripuladas ou não-tripuladas, ou até mesmo pelo próprio homem, que são posteriormente processadas e analisadas em computadores e disseminadas através de sistemas de comunicações avançados por todos os escalões operacionais, desde o comandante até às unidades na frente de combate (TELO, 2002, p. 231 apud MESQUITA, 2013, p. 8).

Embora veículos aéreos não tripulados (VANT), como drones, fossem empregados em guerras no século XX, em apoio de reconhecimento em TO, apenas a partir da *Guerra ao Terror* se tornaram, de fato, uma inovação disruptiva com níveis de superioridade de precisão em relação às aeronaves militares. A *Guerra ao Terror* originou a mudança de tática empregando drones armados.

O drone *Global Hawk*, da empresa estadunidense *Northrop Grumman*, por exemplo, foi desenvolvido no final da década de 1990 e é operado pela USAF e pela Marinha dos EUA. Em junho de 2019, as tensões militares entre EUA e Irã aumentaram devido ao abatimento de um *RQ-4 Global Hawk*, por meio de um míssil terra-ar do Exército iraniano. A justificativa para o abatimento foi a de que o drone estaria violando o espaço aéreo e sobrevoando as águas jurisdicionais iranianas.

Estudos prospectivos, em um relatório elaborado pela *Northrop Grumman*, em 2008, enviado ao Departamento de Defesa (DoD) dos EUA, haviam concluído que sete ou oito drones *RQ-4 Global Hawk* poderiam desempenhar papel crucial em um hipotético conflito com o Irã entre os anos de 2015 e 2020. O presidente Donald Trump cancelou a retaliação minutos antes de promovê-la, considerando que “o número de mortes seria desproporcional à perda de um veículo aéreo não tripulado” (SPUTNIK, 2019).

A impressão tridimensional (3D) é outra tecnologia emergente com potencial disruptivo que, por meio da manufatura aditiva¹³, tem condições de remodelar os teatros de operações (TO). Impressoras podem transformar matérias-primas como plásticos, metais, cerâmicas, vidro, borracha, couro, células-tronco, etc, em objetos tridimensionais, produzindo desde

¹²C4ISR significa Comando, Controle, Comunicações, Computadores, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento.

¹³Conjunto de ferramentas tecnológicas de impressão tridimensional que cria padrões, protótipos e peças de produção camada por camada por meio de fotoquímica.

Equipamentos de Proteção Individual (EPI) para soldados até peças para blindados. Questões como a velocidade de aquecimento da máquina e a força do cabeçote de impressão têm sido enfrentadas e superadas pela ciência e pela engenharia de materiais. A Estereolitografia¹⁴ tem sido largamente utilizada para acelerar a produção de objetos 3D cem vezes mais rápida, em comparação com impressoras tradicionais.

Historicamente, a mobilidade e a logística são fatores que podem limitar as ações táticas nos TOs, em especial, diante do colapso das linhas de suprimento dos soldados. A urgente necessidade de que peças de sobressalente, por exemplo, e mesmo objetos grandes, com ampla variedade de materiais, estejam disponíveis, em meios operacionais, tem sido suprida pela impressão em 3D.

Para superar a questão da cadeia de suprimentos logística, em operações de Apoio Resolutivo lideradas pela OTAN, em Camp Marmal, maior base do Bundeswehr fora da Alemanha, em 2017, o Comando de Logística da Bundeswehr, o Escritório Federal de Equipamentos, Tecnologia da Informação e Suporte em Serviço da Bundeswehr (BAAINBw), soldados em Mazar-e Sharif e o Instituto de Pesquisa Bundeswehr para Materiais, Combustíveis e Lubrificantes (WIWeB)¹⁵ iniciaram testes de um projeto

piloto de impressora 3D para fabricar peças, requisitos individuais de soldados, *in loco*, nas operações que exigiam prontidão quando não houvesse peças sobressalentes disponíveis no país da missão e quando a peça sobressalente estivesse obsoleta no mercado.

Em 2015, o complexo industrial russo *Uralvagonzavod* iniciou a produção da geração de blindados *Armata* para o Exército da Rússia. Inicialmente, o Exército russo planejou adquirir mais de dois mil blindados até 2020; no entanto, o alto custo do projeto, falta de verba, problemas nos testes e adiamentos na produção provocaram atrasos na entrega e cancelamento de parte da produção. A empresa *Electromashina*, pertencente ao conglomerado da *Uralvagonzavod*, é *expert* no desenvolvimento de objetos sólidos feitos de materiais poliméricos, criando pequenos protótipos e peças. Desde 2016, o Exército russo e a *Electromashina* têm trabalhado juntos para desenvolver protótipos usados por meio da manufatura aditiva 3D como modelo para a fabricação de peças metálicas da linha de produção do *Armata* e de outros blindados (SPUTNIK, 2016).

O Ministério da Defesa e Exército Real Holandês decidiram aumentar a conscientização e as aplicações da impressão 3D nas demais Forças Armadas. A fim de cumprir essa missão, o Exército Real Holandês solicitou ao *Additive Manufacturing Expertise Center* (AMEC) a execução do Programa de Aplicação em 3D para:

¹⁴Processo por meio do qual a luz promove o cruzamento entre monômeros e oligômeros químicos para constituir polímeros.

¹⁵O centro de impressão 3D da Bundeswehr foi inaugurado em 17 de fevereiro de 2017 nesse instituto de pesquisa.

promover a conscientização sobre as possibilidades; treinar pessoal nas tecnologias de impressão 3D mais importantes; e identificar casos de uso realista para aumentar a adaptabilidade e melhorar a implementação. Isso se concretizou por meio de *brainstorms*, *workshops* interativos e lançamento de desafios de engenharia que possibilitaram a identificação de diversas aplicações militares em impressão de metais e polímeros em 3D.

A **Figura 4** ilustra como o Ministério da Defesa holandês tem buscado conscientizar as Forças Armadas sobre a importância das aplicações em 3D, para otimizar processos de gestão e gerenciamento e contornar a cadeia logística na fabricação de peças de sobressalentes, nas organizações militares em terra, mar ou ar.

Desde abril de 2015, a Holanda participa da Missão da ONU no Mali (Minusma), em apoio à operação internacional, protagonizada pela França contra grupos extremistas no país africano. Dentre as diversas dificuldades levantadas pelo Exército Real Holandês, no Mali, encontrava-se a substituição de peças de sobressalentes, desgastadas pelo clima do deserto, em tempo hábil.

Para reduzir os prazos de entrega, o Exército Holandês criou um Centro AM (Manufatura Aditiva) para atender às necessidades de impressão 3D da organização. Equipados com os serviços da *DiManEx*, eles começaram a imprimir peças de reposição para veículos *Fennek*. Os itens foram produzidos em diferentes tipos de impressoras, utilizando um conjunto diversificado de materiais, incluindo alumínio, aço e plásticos (DIMANEX, 2018).

Em maio de 2018, o Comando de Logística de Estoque de Materiais do Exército Real Holandês assinou uma carta de intenção para cooperar com a empresa *DiManEx*, na implantação da Manufatura Aditiva em sua cadeia de suprimentos. Essa ação se enquadra no escopo da Iniciativa de Manutenção da Terra, do Exército Real Holandês, como parte de seu esforço para tornar as demais Forças Armadas holandesas mais adaptáveis.

Seguindo padrões rigorosos de garantia de qualidade, o Exército Real Holandês identificou oportunidades de usar plástico reciclado como matéria-prima para impressão 3D de filamentos, a fim de solucionar questões referentes ao fornecimento de peças de reposição, de forma ainda mais sustentável, aproveitando-se de materiais do próprio local do ambiente operacional. Neste sentido, a *DiManEx*, em atendimento a uma demanda do Exército Real Holandês, criou uma solução em impressão 3D que contribuiu para evitar a obsolescência, eliminar o fator problemático de logística, reduzir o custo total do produto e impulsionar a sustentabilidade, ao reduzir o desperdício de tempo e os quilômetros percorridos. Indubitavelmente, empresas menores como a *DiManEx*, que se diferencia no mercado de defesa por meio da PT, têm condições de competir no mercado com empresas gigantes tradicionais, fornecedoras para as Forças Armadas na área de Logística.

Figura 4: Infográfico sobre Programa de Aplicação em 3D nas Forças Armadas da Holanda

Impressão em 3D no Ministério da Defesa

De detentores de armas a sistemas completos

Com a ajuda de impressoras 3D, é possível criar produtos avançados a partir de uma variedade de materiais. No Ministério da Defesa, isso nos ajuda a reduzir os prazos de entrega e a aumentar a capacidade de utilização.

O centro AM irá coordenar essa impressão em 3D. No mapa AM, encontrará o caminho a seguir.

Fase 1: Coleta de Conhecimento

0-2 yr.

As peças pequenas e existentes são substituídas ou ajustadas. Diferentes departamentos realizam experiências.

Roadshow com Impressoras 3D

Caso de negócios

Formação de contratos e requisitos

Desde o início, o Centro AM continua a ser o principal ponto de contato e recolhe dados ao longo do processo.

Fase 2: Aplicando a impressão 3D

2-5 yr.

Toda a nossa organização utiliza impressoras 3D. Por exemplo, (para criar) materiais maiores e personalizar diferentes peças.

Base de dados centralizada com desenhos

Reparação de danos de batalha

Trabalhando em conjunto com a indústria

O centro AM se expande para um centro de conhecimento e apóia a utilização de impressora 3D.

Fase 3: Todos no Ministério da Defesa imprimem

5+ yr.

É possível utilizar a impressão em 3D onde quer que esteja no campo, o que inclui sistemas complicados ou mesmo alimentos e medicamentos.

Compras centralizadas

Reciclagem de materiais

Criação de Desenhos

O centro AM funciona como um centro em uma rede de impressão 3D para o Ministério da Defesa e coordena novos desenvolvimentos.

Fonte: Ministério da Defesa holandês.
Tradução Nossa.



A expectativa é que, na guerra do futuro, estudos prospectivos cada vez mais orientem empresas e exércitos a desenvolver soluções logísticas em tecnologia 3D, para desenvolver munições, bombas inteligentes e armas leves nos TO.

Nos últimos anos, a Robótica tem sido amplamente empregada nos TO. As indústrias de robótica comercial e militar, tanto dos EUA quanto da China, estão crescendo, vertiginosamente, em tamanho e em qualidade, para atender às demandas do setor de manufatura e às capacidades militares.

Em 2016, o Centro de Pesquisa e Análise de Inteligência (CIRA), da empresa privada *Defense Group Inc.* (DGI), elaborou um relatório com estudo prospectivo para a Comissão de Revisão de Segurança e Economia dos Estados Unidos-China sobre Robótica Industrial e Militar [da China]. Os militares chineses empregam cada vez mais drones, aumentando capacidades Anti-acesso/ Negação de Área (A2 / AD) em terra, mar e ar, fornecendo inteligência, vigilância e suporte de reconhecimento para ataques precisos de longo alcance. Os militares chineses também têm investido, significativamente, em contramedidas de sistemas não tripulados estrangeiros que, segundo esse relatório, é adquirido por meios ilícitos, informais e formais, podendo provocar surpresas tecnológicas aos EUA (RAY, ATHA et al, 2016, p. 9). Cabe sinalizar a alta suscetibilidade de drones a interferências eletrônicas (Guerra Eletrônica)

e o alcance limitado da maioria dos drones, sobretudo, em operações em grande profundidade.

As empresas que mais participam do mercado de robótica militar são: as americanas *FLIR Systems*, *Lockheed Martin Corporation*, *General Dynamics Corporation*; as britânicas *BAE Systems* e *QinetiQ*, e a sueca *Saab AB*. Embora a China seja um dos países que mais tem investido em robótica militar, o relatório especula, com base em informações concedidas por importante oficial chinês, que “a indústria de robótica industrial do país é atormentada por baixa qualidade, superinvestimento e muita duplicação” (RAY, ATHA et al, 2016, p. 9). No entanto, essa especulação pode ser atribuída também ao mercado global de robótica, o qual registra, na atualidade, altos custos operacionais, pouca confiabilidade nos sistemas de *hardware* e *software* dos robôs, necessidade de fonte de alimentação contínua e alcance limitado.

Em relatório de análise do mercado de robôs militares de 2019, registrou-se que o

tamanho do mercado de robôs militares estava projetado para crescer de US \$ 14,5 bilhões, em 2020, para US \$ 24,2 bilhões, em 2025, a um CAGR de 10,7% de 2020 a 2025. Os motivadores para esse mercado incluem o uso crescente de robôs em áreas afetadas por ataques químicos, biológicos, radiológicos e nucleares (CBRN), o aumento do uso de robôs para contramedidas contra minas e o uso crescente de UAVs em missões que ameaçam a vida (MARKETS AND MARKET ANALYSIS, 2019).

Figura 5: Oportunidades atrativas no mercado de robôs militares



Fonte: Markets and Markets Analysis

Na **figura 5**, é possível vislumbrar as diversas oportunidades apresentadas pelo mercado global de robôs militares, sobretudo, em cenários de ataques militares ou catástrofes Química, Biológica, Radiológica e Nuclear (QBRN). O relatório descreveu os robôs militares mais empregados em 2011, na central nuclear de Fukushima Daiichi, após desastre natural provocado por maremoto no Japão: (1) robôs para capturar imagens de áreas afetadas; (2) canhões de água autônomos para combate a incêndios; (3) robôs de construção pesada para a demolição de estruturas afetadas pela radiação; e (4) robôs para remoção de entulho. Além de limpar áreas de destroços causados pelo derretimento nuclear, controlar a propagação da radiação e desligar o reator nuclear,

numerosos robôs modelo *PackBot*¹⁶ foram empregados para capturar imagens das áreas afetadas, a fim de avaliar as consequências do desastre e permitir inspeções rápidas além da linha de visão (MARKETS AND MARKET ANALYSIS, 2019).

Os líderes militares e estrategistas chineses acreditam que a natureza da guerra estivesse mudando fundamentalmente, devido às plataformas não tripuladas. Apoio de alto nível e financiamento generoso para pesquisa e desenvolvimento de robótica e sistemas não tripulados levaram a uma miríade de institutos dentro da indústria de defesa da China e universidades (civis e militares), conduzindo pesquisas em robótica. A indústria militar de UAV da China é robusta e está crescendo rapidamente. Uma análise de mercado de 2014 prevê que, de 2013 a 2022, a demanda chinesa por UAVs militares crescerá 15% ao ano em média, passando de US \$ 570 milhões em 2013 para US \$ 2 bilhões em 2022. Os veículos terrestres e

¹⁶Modelo de robô fabricado pela *Endeavor Robotics* para operar em condições adversas, como navegação em terreno íngreme, exploração de cavernas nas montanhas, descida de encostas abruptas e travessia de rios.

marítimos não tripulados (subaquáticos e de superfície) estão fazendo progresso técnico e aparecem com mais frequência em exercícios militares, testes de sistema e competições da indústria (RAY, ATHA et al, 2016, p.p. 9-10).

O Exército Chinês utiliza pequenos robôs terrestres que são capazes de atravessar terrenos de difícil acesso, monitorando precisamente operações e realizando ataques cirúrgicos com alto poder de fogo. Esses robôs, além de ter grande mobilidade no terreno, movimentam-se em trilhas, como tanques de guerra; adaptam-se a terrenos complexos em campo aberto; portam dispositivos de visão noturna, metralhadoras e equipamentos de observação e detecção. Embora a operação desses robôs requeira controle humano, *experts* acreditam que, no futuro, soldados em missões perigosas de reconhecimento sejam substituídos por tecnologias robóticas semelhantes. “*Sistemas não tripulados gradualmente libertarão soldados humanos de trabalho físico pesado e perigo extremo e permitirão que eles se concentrem em tomar decisões de combate e EM realizar movimentos técnicos e táticos*” (GLOBAL TIMES, 2020).

Pensando na guerra do futuro, instituições públicas e empresas militares, além de desenvolverem avanços tecnológicos para permitir que soldados sejam substituídos por robôs em missões perigosas de reconhecimento, estão desenvolvendo também projetos e programas robóticos associados à IA para emprego militar. Exoesqueletos, por exemplo, reduzem o

consumo de oxigênio e melhoram a capacidade de mobilidade logística e operacional dos soldados. Existem diversas tecnologias robóticas inteligentes de exoesqueleto, tais como o *Berkeley Lower Extremity Exoesqueleto* (BLEEX), o *Raytheon XOS* e o *Human Universal Load Carrier* (HULC). Esses três exoesqueletos individuais de combate foram desenvolvidos para a Agência de Projetos de Pesquisa Avançada em Defesa (Darpa, sigla em inglês). O HULC foi, originalmente, desenvolvido em 2008 pela empresa estadunidense *Berkeley Bionics* (atual *Ekso Bionics*). Ele permite que soldados transportem cargas pesadas de até 91kg com tensão mínima em seus corpos, reduzindo lesões musculoesqueléticas agudas e crônicas e contornando problemas como sobrecarga, que afeta a capacidade e prontidão dos soldados. Em 2009, a empresa estadunidense *Lockheed Martin* adquiriu a licença de design do HULC. Conforme ilustra a **figura 6**,

[o HULC] é frouxo e flexível o suficiente para permitir agachamento, rastejamento e elevação superior do corpo do usuário. O sistema pesa 24kg sem baterias. O design é ajustável para atender usuários com uma altura de 1,62m a 1,88m. O exoesqueleto não requer nenhum mecanismo de controle externo, pois é controlado por um micro computador instalado dentro do sistema. O computador permite que o HULC sinta a exigência do usuário e se adapte à situação de acordo.¹⁷

¹⁷Para conhecer o *Human Universal Load Carrier* (HULC), acesse: <https://www.army-technology.com/projects/human-universal-load-carrier-hulc/>

Figura 6: HULC



Fonte: www.army-technology.com/projects/human-universal-load-carrier-hulc/

Em 2008, o Programa Conjunto de Defesa Química e Biológica (CBDP, sigla em inglês) do Departamento de Defesa dos EUA (DoD) despachou uma série de contratos com diversas instituições públicas e empresas de defesa para desenvolver, sigilosamente, o *Protection Ensemble Test Mannequin* (PETMAN), um robô antropomórfico para emprego militar em zonas de ataques químicos e biológicos pelo Exército dos EUA. Além da DARPA, estão também envolvidas no desenvolvimento desse robô militar humanoide as seguintes instituições e empresas: *Midwest Research Institute*, *Measurement Technology Northwest*, *Oak Ridge National Lab* e *Boston Dynamics*.

O robô usa atuação hidráulica e pernas articuladas com amortecedores para operações. O protótipo revelado tem um computador de bordo, vários sensores e outros sistemas de monitoramento interno. Suas funções são, atualmente, operadas através de controles sobre amarras. Ações humanas foram implantadas no robô usando estudos realizados em sistemas de captura de movimento.¹⁸

Em 2010, a empresa sul coreana *DoDAAM* desenvolveu e tem exportado para países asiáticos, principalmente, uma arma robótica inteligente denominada *Super aEgis II*. Ela opera sobre uma plataforma automatizada, portando um giroscópio estabilizador para precisão de tiro, usando imagens térmicas para rastrear e identificar

¹⁸Para conhecer o *Protection Ensemble Test Mannequin*, acesse: <http://www.army-technology.com/projects/petman/>

alvos a 3km de distância. Também opera com dispositivos de visão noturna, conectada via cabo *ethernet* a um computador instalado próximo à plataforma. Funciona independentemente de condições meteorológicas e é capaz de abater alvos em movimento sem a necessidade de operação humana. “*Em seu design original, o Super aEgis II tinha a intenção de executar todos as etapas do processo de forma totalmente autônoma. Foi construído com uma interface de fala que permite interrogar e avisar alvos detectados*” (BOULANIN, VERBRUGGEN, 2017, p.46). Após compradores asiáticos externarem preocupações com eventuais erros operacionais com seus *Super aEgis II*, a *DODAAM* revisou o sistema, introduziu protocolos de salvaguardas e incluiu o modo humano no circuito robótico inteligente.

O *Super aEgis II*, a torre automatizada mais vendida da Coreia do Sul, não disparará sem antes receber um ‘OK’ de um humano. O operador humano deve primeiro inserir uma senha no sistema do computador para desbloquear a capacidade de disparo da torre. Em seguida, eles devem dar a entrada manual que permite que a torre atire (BBC, 2015).

É possível especular também sobre a associação da Robótica à IA e à impressão 3D, à medida que essa combinação tecnológica tem condições de promover profundas inovações disruptivas na guerra do futuro. *Experts* futurologistas argumentam que robôs ganharão autonomia e inteligência, no futuro, para que, por exemplo, imprimam peças em 3D ou determinem, digitalmente, a melhor localização para estruturas nos TO.

As sociedades, em geral, não fazem ideia do quanto são dependentes das TI e do quanto depositam suas vidas nas redes cibernéticas, as quais supõem ser seguras. Frequentemente, governos, Forças Armadas e entidades civis sofrem ataques cibernéticos de ameaças invisíveis que podem ser patrocinadas por Estados, terroristas e/ou grupos mercenários. A interdependência tecnológica, associada à interconectividade da *Internet*, tem trazido grandes desafios cibernéticos, no uso desde eletrodomésticos a grandes plataformas militares, exigindo, em especial, dos Estados sistemas de Defesa Cibernética que detectem rapidamente *patch*¹⁹ automatizados e escaláveis, bem como processadores cada vez mais velozes. Em geral, as práticas tradicionais de pronta resposta de TI a ataques cibernéticos envolvem os seguintes passos: (1) identificar o código invasor; (2) desligar os sistemas afetados; (3) criar *patch* de segurança para impedir novos ataques específicos; e (4) aplicar esses *patch* em toda a rede. Essas práticas se tornaram obsoletas na Defesa Cibernética, a partir do momento em que, por exemplo, os agressores podem realizar alterações no *malware* que contorna os *patch* e distribuir o novo *malware* alterado em grande escala. Em dezembro de 2012, a DARPA criou o programa Defesa Cibernética Ativa (ACD, sigla em inglês) “*para ajudar a reverter o desequilíbrio existente, fornecendo*

¹⁹ São programas computacionais criados para atualizar ou corrigir softwares para melhorar seu uso e/ou performance.

aos defensores cibernéticos uma vantagem de "campo doméstico": a capacidade de realizar operações defensivas que envolvem engajamento direto com adversários sofisticados no ciberespaço controlado pelo DoD,²⁰.

O ACD busca descobrir, definir, analisar e mitigar ameaças e vulnerabilidades cibernéticas, por meio uma coleção de recursos sincronizados em tempo real. Apesar de a DARPA afirmar que o ACD é de natureza defensiva e que não utiliza os recursos do programa para promover ataques cibernéticos, essa coleção de recursos proativos permite que os defensores cibernéticos interrompam e neutralizem mais facilmente os ataques cibernéticos, à medida que eles acontecem.²¹

5. Conclusão

O nível de sofisticação e de qualidade dos sistemas de armas e o alto custo de produção impactaram, significativamente, o mercado de exportação de defesa. Diversas empresas, no final da década de 1970, já não mais conseguiam competir por mercado com empresas estadunidenses. As reformulações na política de exportação de produtos de defesa provocaram diversos tipos de fusões e versatilizaram métodos de aquisições de defesa.

Em geral, o método mais recorrido é a compra de oportunidade. No entanto, as objeções críticas e contrárias a esse método têm contribuído para aperfeiçoá-lo, utilizando-se de forma combinada de outras ferramentas integradas, como o THOR, para gerar resultados mais eficientes, mais seguros e mais precisos.

Nesse terceiro ensaio, recomendamos que a cooperação e a transferência de alta tecnologia internacional, em grandes programas e projetos militares, sejam concebidas sob a ótica econômica *neoshumpeteriana*, ou seja, como parte do processo de inovação, e que sejam estabelecidas como parcerias estratégicas entre Estados. Essa ideia baseia-se no fato de que somente Estados e grandes organizações militares internacionais, como a OTAN, têm boas condições de: financiar grandes programas e projetos da alta tecnologia no longo prazo; assumir grandes riscos; promover a formação, qualificação e capacitação de recursos humanos estratégicos; celebrar acordos no âmbito de fóruns mundiais; garantir acesso ao conhecimento científico e às novas tecnologias; e formular políticas públicas que beneficiem a consolidação dos termos da parceria como política de Estado.

Quanto à migração de cérebros, sinalizamos, assertivamente, que, na impossibilidade de haver uma importação ou um repatriamento de pessoal altamente qualificado, as instituições adotem, em suas

²⁰ Para conhecer o ACD, acesse: <https://www.darpa.mil/program/active-cyber-defense>

²¹ Para conhecer o ACD, acesse: <https://www.darpa.mil/program/active-cyber-defense>

culturas organizacionais, as inovações emergentes de Comunicação e de IoT, para que esse pessoal altamente qualificado possa contribuir, simultaneamente, com progresso tanto nos países que o receberam quanto nos seus países de origem.

SPE, *golden share* e Consórcios são métodos de aquisições mais utilizados quando o Estado decide não ser o ator central de atividades econômicas que envolvam o desenvolvimento de novos produtos ou novos planos de negócio de grandes riscos financeiros. Assim, utiliza-se desses métodos, compartilhando riscos entre seus sócios e desenvolvendo, em associação, grandes empreendimentos que uma empresa sozinha não teria condições de assumir.

Embora sejam modelos corporativos da década de 1970, *spin-off* e *startups* têm surgido mais no mercado brasileiro, sobretudo, no de defesa, na atual conjuntura. Demonstram-se extremamente viáveis, quando um produto ou um modelo de negócio se destaca em uma empresa, para evitar o comprometimento de outras linhas de produção e de suas equipes. Atualmente, o governo brasileiro mantém 134 estatais vinculadas diretamente à União. Infelizmente, o empreendedorismo de base científico-tecnológica não pertence à cultura organizacional das empresas públicas e privadas brasileiras. Predomina-se o método de compra de oportunidade com resultados pouco eficientes e pouco confiáveis. Em verdade, compra-se muito material e

tecnologia do exterior e, geralmente, paga-se um preço alto no mercado pelos insumos, os quais já estão com o ciclo de vida em decadência. No EB, o retrospecto histórico de aquisições de defesa não é diferente das demais instituições brasileiras. O leque de opções disponibilizadas em estudos prospectivos, como nesse ensaio, pode contribuir para que a Força Terrestre aperfeiçoe seu sistema de compras e amplie de forma eficiente, confiável e atualizada seu portfólio de capacidades militares. Além disso, também permite aprimorar sua cultura organizacional quanto às aquisições de defesa.

No desenvolvimento e na produção de quase todas as tecnologias emergentes e disruptivas citadas, há a liderança tecnológica dos seguintes países: EUA, Inglaterra, França, Rússia e China. São Estados que dominam tecnologias com potencial dissuasório na guerra do futuro e exercem seu poder estrutural no sistema político-financeiro global. As grandes empresas de defesa desses países, tradicionalmente, vencem grandes licitações e contratos bilionários das estruturas de defesa e das Forças Armadas de diversos países. No entanto, essas empresas têm encontrado dificuldades para se adequar à atual conjuntura e aos novos tempos de incertezas, os quais exigem produtos inovadores com custos mais acessíveis, processos de gestão e gerenciamento mais otimizados e modelos de negócios mais sustentáveis e adequados a todos os tipos de cenários, em tempos de paz e de guerra.

Nesse sentido, empresas menores, com estratégias de *spin off* e *startups*, que adotam, constantemente, ferramentas de PT na linha de produção e na gestão de grandes programas, dispõem de vantagens altamente competitivas no mercado de exportação. Ao

oferecerem produtos mais acessíveis, mais eficientes, mais seguros e mais sustentáveis, economicamente, esses modelos corporativos demonstram total sintonia com objetivos estratégicos e de aquisições de defesa do EB.

Referências

BARBOSA, Denis Borges. Tipos de Contratos de propriedade industrial e transferência de tecnologia. Ed. Lumen, 2002 Disponível em: https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&e&src=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi7_PD-hcbKAhUCNSYKHfPiAnIQFggtMAM&url=http%3A%2F%2Fdenisbarbosa.addr.com%2F130.doc&usg=AFQjCNFdJL-wfS-CiKRjfwzFoKB5NYmWOg&bvm=bv.112454388,d.eWE Acesso: 02 mar. 2021.

BERTERO, Carlos Osmar. Resenha. Formação da comunidade científica no Brasil de Simon Schwartzman. Revista de Administração de Empresas. Vol. 19, nº 3 São Paulo. Jul/Set 1979. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75901979000300011 Acesso: 03 mar. 2021.

CÔRTEZ, Mauro R. PINHO, Marcelo. FERNANDES, Ana Cristina. SMOLKA, Rodrigo B. BARRETO, Luiz C. M. Cooperação em empresas de base tecnológica: uma primeira avaliação baseada numa pesquisa abrangente. São Paulo em Perspectiva. V. 19, n. 1, jan./mar. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/spp/v19n1/v19n1a07.pdf> Acesso: 03 mar. 2021.

DATHEIN, Ricardo. (Org) Desenvolvimentismo: o conceito, as bases teóricas e as políticas [online]. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003. Disponível em: <https://www.google.com.br/books/edition/Desenvolvimentismo/6HtcDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1&printsec=frontcover> . Acesso: 02 mar. 2021.

HARTLEY, Keith. O futuro da Política de Aquisições na Indústria Europeia de Defesa. Nação & defesa., Nº 90 – 2ª Série. Verão 1999. Disponível em:

https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/1498/1/NeD90_KeithHartley.pdf Acesso: 02 mar. 2021.

ANDRADE FILHO, José Roberto de. Empresa e poder nas relações internacionais: uma abordagem a partir das ideias de Susan Strange. Dissertação (Mestrado), Pós-Graduação da FGV/EAESP, São Paulo, 2002. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/4976> Acesso: 31 mar. 2021.

BERLINK, Manoel Tosta. SAN'ANNA, Vanya M. A "evasão de cérebros" brasileiros para os Estados Unidos da América: análise da situação sugestões para uma política de retorno. Revista de Administração de Empresas. vol. 12 no.2 São Paulo Apr./June 1972. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-75901972000200002&script=sci_arttext Acesso: 02 mar. 2021.

BOULANIN, Vincent. VERBRUGGEN, Maaïke. Mapping the development of autonomy in weapon systems. Stockholm International Peace Research Institute. 2017. Disponível em: https://www.sipri.org/sites/default/files/2017-11/siprireport_mapping_the_development_of_autonomy_in_weapon_systems_1117_1.pdf Acesso: 1º mar. 2021.

CORRÊA, Fernanda. Dissuasão Nuclear, Capacidades Militares e Transformação da Defesa das Forças Armadas francesas. Revista Análise Estratégica. Vol 14 (4). Set/ Nov 2019. Disponível em: <http://ebrevistas.eb.mil.br/CEEEExAE/article/view/3196/2566> Acesso: 04 mar. 2021.

CORRÊA, Fernanda. E-Bomb na Defesa Nuclear do Exército Brasileiro em Cenários de Guerra: Uma análise sobre a relação ciência, tecnologia e poder nos séculos XX e XXI. Revista da Escola Superior de Guerra, v. 34, n. 71, maio/ago. 2019.

Disponível em:
<https://revista.esg.br/index.php/revistadaesg/artic/e/download/1086/890/> Acesso: 1º mar. 2021.

CORRÊA, Fernanda. Políticas & Aquisições de Defesa: uma análise histórica da parceria estratégica França-Brasil nos séculos XX e XXI. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ciência Política, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016. Disponível em:
<http://www.dcp.uff.br/wp-content/uploads/2020/01/Tese-de-2016-Fernanda-das-Gra%C3%A7as-Corr%C3%AAa.pdf> Acesso: 1º mar. 2021.

DA COSTA, Luiz Henrique Ferreira. COSTA, Jean-Marc. LIMA, Thiago Fernandes. Implementação do apoio logístico integrado em compras de oportunidade: estudo de caso da aquisição do navio doca multipropósito (NDM) Bahia. Acanto em Revista, v. 5 n. 5, 2018. Disponível em:
<https://portaldeperiodicos.marinha.mil.br/index.php/acantoemrevista/article/view/144/155> Acesso: 02 mar. 2021.

DODANI, Sunita. LAPORTE, Ronald E. Brain drain from developing countries: how can brain drain be converted into wisdom gain? Journal of the Royal Society of Medicine. 98(11), Nov 2005. Disponível em:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1275994/> Acesso: 02 mar. 2021.

DOMINGUES, Amanda Almeida. COSTA, Maria Conceição da. As políticas públicas de cooperação internacional em C&T: uma análise particular. I Semana de Pós Graduação em Ciência Política. Umniversidade Federal de São Carlos, UFSCar, SP. 2014. Disponível em:
<http://www.semecip.ufscar.br/wp-content/uploads/2014/12/As-pol%C3%ADticas-p%C3%BAblicas-de-coopera%C3%A7%C3%A3o-internacional-em-CT-uma-an%C3%A1lise-particular.pdf> Acesso: 04 mar. 2021.

FERRAZ, Janaynna de Moura. TEIXEIRA, Rivanda Meira. A criação de spin-offs corporativos: analisando a relação da organização-mãe e o spin-off. VIII Encontro de estudos em empreendedorismo e gestão de pequenas empresas. Goiânia, 24 a 26 de março de 2014. Disponível em: <egepe.org.br/anais/tema01/43.pdf> Acesso: 30 mar. 2021.

FERRAZ, Janaynna de Moura. TEIXEIRA, Rivanda Meira. A criação de spin offs corporativos: relação com a organização mãe na perspectiva dos recursos. Revista Alcance [Eletrônica], V. 22, Nº 2. Abr./jun. 2015. Disponível em:
<https://www.redalyc.org/pdf/4777/477747167005.pdf> Acesso: 30 mar. 2021.

FÉRES, Marcelo Andrade. As sociedades de propósito específico (SPEs) no âmbito das parcerias público-privadas (PPPs): algumas observações de direito comercial sobre o art. 9º da lei n. 11.079, de 30 de dezembro de 2004. Revista Jurídica Virtual - Brasília, vol. 7, n. 75, out./nov. 2005. Disponível em:
<https://revistajuridica.presidencia.gov.br/index.php/saj/article/viewFile/483/476> Acesso: 29 mar. 2021.

FREITA, Breno Vieira de. Compras e contratações públicas no exterior: uma proposta de mudança para o Departamento de Ciência e Tecnologia do Exército Brasileiro. Dissertação de Mestrado, Escola de Administração Pública, Instituto Brasiliense de Direito Público. 2019. Disponível em:
<https://repositorio.idp.edu.br/handle/123456789/2549> Acesso: 02 mar. 2021.

Gastos militares globais têm maior aumento anual em uma década, diz relatório. DW, 27 de abril de 2020. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/gastos-militares-globais-t%C3%AAm-maior-aumento-anual-em-uma-d%C3%A9cada-diz-relat%C3%B3rio/a-53260304> Acesso: 02 mar. 2021.

KATO, Erika Mayumi. GOBARA, Caio. ROSSONI, Luciano. CUNHA, Sieglinde Kindl da. Padrões de cooperação tecnológica entre setores na indústria brasileira: uma análise quantitativa dos dados da PINTEC 2001-2003. RAI -Revista de Administração e Inovação, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 126-140, 2008. Disponível em:
<https://www.revistas.usp.br/rai/article/view/79124/83196> Acesso: 03 mar. 2021.

Killer robots: The soldiers that never sleep. BBC, 15 de julho de 2015. Disponível em:
<https://www.bbc.com/future/article/20150715-killer-robots-the-soldiers-that-never-sleep?ocid=fbfut> Acesso: 02 mar. 2021.

LONGO, Waldimir e. Ciência e Tecnologia: evolução, inter-relação e perspectivas. Artigo originalmente publicado na revista A Defesa

Nacional e revisado em Julho de 2004. Disponível em:

http://ucbweb.castelobranco.br/webcaf/arquivos/23813/7857/AULA_1_082_Desenvolvimento_Cientifico_e_Tecnologico.pdf Acesso: 02 mar. 2021.

MARKETS AND MARKET ANALYSIS. Military Robots Market – 2017-2025. Markets and Markets Analysis. 2019. Disponível em: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/military-robots-market-245516013.html> Acesso: 31 mar. 2021.

MATTOS, João Roberto Loureiro de. GUIMARÃES, Leonam dos Santos. Gestão da Tecnologia e Inovação: uma abordagem prática. São Paulo: Saraiva, 2005.

MESQUITA, Maria Dá. O vetor militar no combate ao terrorismo: novos desafios, nova estratégia? JSTOR - Instituto da Defesa Nacional. 2013. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/pdf/resrep19111.3.pdf> Acesso: 02 mar. 2021.

QUINTANILLA, Glória. Dutch Army starts cooperation with DiManEx to solve spare part supply challenges with an end-to-end service for 3D Manufacturing. DIMANEX, May 14, 2018. Disponível em: <https://www.dimanex.com/2018/05/14/dutch-army-starts-cooperation-with-dimanex-to-solve-spare-part-supply-challenges-with-an-end-to-end-service-for-3d-manufacturing/> Acesso: 31 mar. 2021.

RAY, Jonathan.ATHA, Katie. et Al. China's Industrial and Military Robotics Development. Research Report Prepared on Behalf of the U.S.-China Economic and Security Review Commission October 2016. Disponível em: https://www.uscc.gov/sites/default/files/Research/DGI_China's%20Industrial%20and%20Military%20Robotics%20Development.pdf Acesso: 31 mar. 2021.

Robot warriors join Chinese military arsenal, will free soldiers from dangerous missions. Global Times, 14 de abril de 2020. Disponível em: <https://www.globaltimes.cn/content/1185595.shtml> Acesso: 02 mar. 2021

RIBEIRO DA SILVA, Estefania. Composição e determinantes da fuga de cérebros no mercado de trabalho formal brasileiro: uma análise de dados em painel para o período 1995-2006. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em

Economia, Faculdade de Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). 2009. Disponível em:

<http://repositorio.ufjf.br:8080/jspui/bitstream/ufjf/2805/1/estefaniaribeirodasilva.pdf> Acesso: 02 mar. 2021.

Rússia pode ter tanque Armata feito em impressora 3D. Sputnik Brasil, seis de fevereiro de 2016. Disponível em: <https://br.sputniknews.com/defesa/201602063512839-russia-tanque-armata-feito-impressora-3D/> Acesso em: 02 mar. 2021.

SCOTT, David. ROBIE, David. Energia Dirigida. A visão futura. ASPJ. 4º Trimestre 2009. Disponível em: <http://www.au.af.mil/au/afri/aspj/apjinternational/apj-p/2009/4tri09/scott.html> Acesso: 02 mar. 2021.

SCHMIDT, Flávia de Holanda. Ciência, Tecnologia e Inovação em Defesa: notas sobre o caso do Brasil. Radar nº 24 - Fevereiro de 2013. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5368/1/Radar_n24_Ci%C3%Aancia.pdf Acesso: 02 mar. 2021.

SHIKIDA, Pery Francisco Assis. BACHA, Carlos José Caetano. Notas sobre o modelo schumpeteriano e suas principais correntes de pensamento. Teor. Evid. Econ., Passo Fundo, v. 5, n. 10, maio 1998. Disponível em: <http://www3.ceunes.ufes.br/downloads/2/jjuniorsan-Shikida%20e%20Bacha.pdf> Acesso: 02 mar. 2021.

TENÓRIO, Fabricio Maione. SANTOS, Marcos dos. GOMES, Carlos Francisco Simões. ARAÚJO, Jean de Carvalho. Estratégia para compra de oportunidade de uma fragata para a Marinha do Brasil a partir do método multicritério THOR. Revista Valor, Volta Redonda, 5 (edição especial), 2019. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/498/375> Acesso: 02 mar. 2021.

Venda de drones por empresa dos EUA estaria por trás de possível guerra com Irã, aponta relatório. Sputnik Brasil, 23 de junho de 2019. Disponível em: https://br.sputniknews.com/oriente_medio_africa/2019062314101910-venda-de-drones-por-empresa-dos-eua-estaria-por-tras-de-possivel-guerra-com-ira-aponta-relatorio/ Acesso: 02 mar. 2021

Sumário Executivo

No âmbito de uma nova corrida armamentista, no século XXI, diversos países têm buscado desenvolver ou adquirir armas e sistemas de armas que sejam cada vez mais eficientes e tenham custos de produção mais acessíveis, para compensar o peso que grandes empresas estadunidenses desempenham no mercado de exportação. Neste sentido, diversas empresas têm reformulado suas políticas de exportações para se manterem competitivas no mercado. Sendo assim, o ensaio deixou evidente: a relevância dos estudos de Economia de Defesa na gestão de programas e de projetos militares; a importância da reformulação de políticas de exportação de produtos de defesa por parte de empresas europeias; e o país europeu que mais aprimorou métodos de aquisição para se manter competitivo no mercado de exportação de produtos de defesa.

Portanto, apresentamos diversos métodos de aquisições de defesa que têm inovado tanto a política de exportação, quanto o próprio mercado de defesa. Compra de oportunidades é a prática mais recorrente em aquisições de defesa, como meio para solucionar *gaps* de curto prazo. Porém, é também a mais criticada por apresentar resultados inseguros e imprecisos. Além de apresentar novas ferramentas que podem tornar a compra de oportunidade um método com resultados mais eficientes, seguros e precisos, foram apresentados e problematizados vários outros mecanismos aprimorados de aquisições, como cooperação tecnológica, transferência de tecnologia, importação de cérebros, consórcios e sociedades de propósito específico, *golden share*, *spin-off* e *startups*.

Diversas empresas de países desenvolvidos e emergentes lideram o desenvolvimento de tecnologias com potencial disruptivo e dissuasório na guerra do futuro. Porém, nem todas as grandes empresas que estão nessa liderança se utilizam da Prospecção Tecnológica (PT) para tornar os métodos e processos de aquisições de defesa mais acessíveis no mercado de exportação. Isso tem impactado, significativamente, no aumento do custo de produção, na qualidade e na duplicidade de linhas de produção de tecnologias de defesa. Essas vulnerabilidades das grandes empresas abrem diversas brechas no mercado de exportação, para que empresas menores, que realizam PT, ofertem tecnologias emergentes com produtos em escala sem duplicação, melhor qualidade e mais acessíveis economicamente.

O Brasil, além de não estar na vanguarda de nenhuma das tecnologias emergentes com potencial disruptivo, também é muito dependente de tecnologias de defesa do exterior. No entanto, há esforços significativos dentro das três Forças Armadas (FAs) e do Ministério da Defesa (MD) para, respectivamente, desenvolver autonomamente e gerenciar programas e projetos tecnológicos militares. Em geral, para queimar etapas no desenvolvimento de seus programas e projetos, as FAs e o MD realizam aquisições de defesa no mercado externo. No quesito importação, é imperativo que tanto as FAs quanto o MD estejam atentos às aquisições de empresas que assegurem a nacionalização de materiais e tecnologias de defesa. No quesito exportação, é imperativo que as empresas de defesa brasileiras se aproveitem de brechas de grandes empresas para se tornarem mais competitivas, ofertando produtos de maior qualidade e, sobretudo, com custo de produção em escala economicamente acessível.



Diante de um quadro intenso de investimento em Ciência, Tecnologia & Inovação (CT&I), os Estados que não conseguem acompanhar esse ritmo não têm condições de participar dos processos decisórios da política internacional.



1. Relação entre Ciência, Tecnologia & Inovação e Economia de Defesa

A 3ª Revolução Industrial é caracterizada pela automação da produção, pela emergência dos grandes complexos industriais e pelas empresas multinacionais beneficiadas por progressivos avanços tecnológicos, que possibilitam a integração da economia mundial em um processo caracterizado como globalização econômica.

A economista Susan Strange, pioneira em estudos de Economia Política Internacional, formulou o conceito referente a duas formas de poder: o poder relativo e o poder estrutural. O poder relativo refere-se ao conceito tradicional realista de um Estado determinar o comportamento de outro Estado no Sistema Internacional (SI), ainda que esse deseje se comportar de outra maneira. O poder estrutural refere-se à capacidade que um Estado tem de moldar e definir a estrutura do sistema econômico internacional, no qual outros Estados e outros atores estão inseridos e devem atuar, como empresas multinacionais, bancos, organizações internacionais e indivíduos.

O poder estrutural está fundamentado em quatro estruturas distintas e não hierarquizadas: segurança, produção, finanças e conhecimento. De acordo com Strange, as modificações no comportamento econômico e político de diversos Estados teriam raízes comuns decorrentes do somatório das mudanças dessas estruturas. Em virtude dessa nova dinâmica política na economia, o poder estrutural se sobrepõe ao poder relativo. A autora defende que todo:

modelo de poder estrutural fundamenta-se no pressuposto de que, ao longo das duas últimas décadas, de maneira mais intensa, o ritmo das transformações impostas pelos avanços tecnológicos, mobilidade de capital e alterações na estrutura de conhecimento (comunicações, valorização do trabalho intelectual especializado, etc) implicou mudança significativa na relação entre Estado e mercado, com efeitos de redistribuição de poder entre as partes (ANDRADE FILHO, 2002, p.51).

Diante de um quadro intenso de investimento em Ciência, Tecnologia & Inovação (CT&I), os Estados que não conseguem acompanhar esse ritmo não têm condições de participar dos processos decisórios da política internacional. Essa dinâmica pode ser compreendida por duas vertentes. De um lado, estão os Estados que

são detentores da tecnologia e buscam mantê-la exclusiva para o seu exercício de domínio econômico, político e militar. Do outro lado, encontram-se os Estados que não possuem ou que buscam a tecnologia para aumentar seu poder relativo no jogo político do SI. Daí a necessidade de compreender a dinâmica complexa da relação economia, ciência, tecnologia e poder. A relação entre economia, CT&I e a expressão militar do poder evoluiu, gradativamente, ao longo da história.

H.G. Wells afirma, a esse respeito, que nenhuma história da humanidade escrita com seriedade, mesmo aquelas que se ocupam dos períodos mais remotos, pode ignorar as aplicações militares das invenções pacíficas, nem a influência das necessidades militares como mãe de inúmeras inovações de grande utilidade e emprego civil. Apesar disso, o engajamento amplo e sistêmico da comunidade científica e tecnológica na guerra, é fato recente, tendo ocorrido a partir do preparo e ao longo do transcurso da Segunda Grande Guerra (LONGO, 1989, p.8).

Em virtude do domínio da tecnologia nuclear no pós-Guerra, por alguns anos, os EUA conseguiram manter a superioridade militar na política internacional. Quando a União Soviética também passou a dominar o conhecimento das bombas nucleares, ambos os Estados buscaram balancear o poder para estabelecer equilíbrio. Raymond Aron denominou essa situação de “equilíbrio do terror”. Os EUA conseguiram manter a sua condição de superpotência no pós-guerra devido aos enormes investimentos em CT&I e em desenvolvimento de sistemas de armas com elevada capacidade dissuasória. Foi em meados do século XX que a corrida

armamentista global se tornou uma corrida científica (PAARLBER, 2004 Apud SCHMIDT, 2013, p.37).

Até a atualidade, é a dominância internacional norte-americana de campos de ciência e tecnologia diretamente ligados ao projeto e à utilização de armas, tais como a física, a química e a tecnologia da informação, que torna possível a supremacia militar do país (SCHMIDT, 2013, p.38).

No pós-Guerra Fria, os Estados reformularam seus sistemas de defesa de acordo com a conjuntura do período, propondo-se, publicamente, a diminuir os investimentos em defesa de forma gradual.

O conceito de *self-reliance* evoluiu de uma perspectiva que focava na utilização de fontes domésticas para o fornecimento de equipamentos e bens de defesa para uma visão segundo a qual *self-reliance* poderia ser atingida pela existência de centros de pesquisa nacionais com capacidades tecnológicas competitivas na área de defesa (SCHMIDT, 2013, p.38).

Por um lado, a expectativa global do fim das guerras gerou um clima pacifista que compeliu outros Estados a renunciarem seus arsenais e/ou programas de armas nucleares, como África do Sul, Brasil e Coréia do Norte. Por outro lado, a astúcia das grandes potências nucleares e o caráter discriminatório dos órgãos de controle da proliferação nuclear permitiram que os EUA continuassem a desenvolver armas e novos sistemas de armas e que outros Estados, como Índia, Israel e Paquistão, construíssem arsenais nucleares. Um exemplo desse desenvolvimento pôde ser visto, quando, em janeiro de 2020, os EUA anunciaram o lançamento da ogiva nuclear táctica W76 2, uma linha variante termonuclear

da versão *W76*, produzida entre 1978 e 1987. Comparada à bomba nuclear lançada sobre Hiroshima, a *Little Boy*, que tinha cerca de 15 quilotons, a *W76* tem um rendimento explosivo de 90 quilotons. A nova variante, *W76 2*, tem um rendimento inferior de apenas cinco quilotons, em comparação à *W76*.

Sendo assim, visando, especialmente, à redução de custos na produção, de modo a evitar surpresas tecnológicas, e à manutenção da superioridade tecnológica militar, a qualidade dos sistemas de armas se tornou prioritária em relação à quantidade. O aumento na qualidade desses sistemas de armas implicou diretamente nos custos, tanto de produção por parte dos Estados detentores, quanto por parte dos Estados compradores. Nesse contexto, nasceu a Economia de Defesa como subárea da Administração, focada estritamente nas implicações econômicas de gastos militares e na gestão do orçamento da Defesa Nacional, tanto em tempos de paz, quanto em tempos de guerra.

Keith Hartley, então Diretor do Centro de Economia de Defesa da Universidade de York, no Reino Unido, durante a Conferência Internacional “*A Economia de Defesa e a Segurança nos Países Mediterrânicos e da África Sub-Saariana*”, organizada pelo Instituto da Defesa Nacional, em Lisboa, nos dias cinco e seis de junho de 1998, realizou uma análise interessante sobre os custos da existência de uma base industrial de defesa independente para a União Europeia e para a Organização do Tratado do Atlântico Norte

(OTAN) no pós-Guerra. O autor fez duas constatações: (1) os orçamentos de defesa estavam diminuindo e iriam continuar a ser objeto de redução em toda a Europa; e (2) os custos dos equipamentos estavam aumentando cerca de 10% ao ano, em termos reais. Devido à necessidade de queimar etapas no plano estratégico durante a Guerra Fria, segundo o autor, a constante corrida por armamentos e novas tecnologias duplicava seus custos a cada sete anos (HARTLEY, 1999, p. 20).

Certamente o meu próprio Governo, nas suas iniciativas e nas revisões da sua política de aquisições, assume a continuação da corrida a novas armas relativamente ao plano técnico e à contínua ênfase atribuída à superioridade tecnológica. Mas quanto ao resultado dessas duas pressões, constata-se que a diminuição do orçamento destinado à defesa e o aumento dos custos dos equipamentos fazem com que não possamos evitar os problemas clássicos com que se confronta a economia. Ter-se-á de fazer escolhas difíceis num mundo de incertezas. Alguma coisa deve ser cortada, a questão é saber o quê. E também é preciso descobrir como podem os economistas contribuir para o debate e ajudar a estabelecer as opções possíveis, bem como o caminho a prosseguir nessa área (HARTLEY, 1999, p. 20).

Nesse cenário de 2ª Guerra Mundial e no pós-Guerra Fria, dois fatos agravaram a economia das indústrias do setor de defesa: o excesso de produção de material e a competitividade das empresas estadunidenses, como a *Boeing* e a *Lockeed Martin*, que conseguiram desenvolver economias de escala e oferecer equipamentos mais modernos, com preços menores e entregas mais rápidas (HARTLEY, 1999, p. 20). Os Estados

européus detentores de tecnologias de defesa de ponta, a fim de evitar duplicações e conflitos entre as empresas europeias de defesa, escolheram como opção as fusões para promover parcerias na forma de sociedades anônimas e capitais abertos.

Diversos conglomerados de defesa surgiram nessa época na França, entre eles: a francesa *Mécanique Avion Traction* (Matra) e a *Marconi Space Systems* se fundiram por meio de *joint venture* e surgiu a *Matra Marconi Space*; a *Thomson CSF* se fundiu com o grupo britânico *Racal*. Em primeiro de janeiro de 1992, as divisões de helicópteros da *Aérospatiale* se fundiram com a empresa alemã *Daimler Chrysler Aerospace* resultando na *Eurocopter Group*. A *European Aeronautic Defence and Space Company* (EADS) foi o resultado da fusão da francesa *Aérospatiale-Matra* com a alemã *Daimler Chrysler Aerospace AG* (Dasa) e a espanhola *Construcciones Aeronáuticas S.A.* (Casa) (CORRÊA, 2016, p. 158).

A fim de balancear o jogo político do sistema internacional e buscar compensar o peso que as empresas estadunidenses exerciam no mercado europeu, a França se tonou um dos Estados detentores de alta tecnologia de defesa que mais reorientou sua política de exportação de produtos. A França buscou estabelecer parcerias estratégicas, envolvendo, inclusive, cooperação e transferência tecnológica com Estados emergentes na Ásia, na África e na América Latina. Ao longo do século XXI, o país buscou versatilizar a sua economia e a sua política de exportação de produtos de defesa, aproveitando-se de *gaps* e de brechas domésticas que as empresas norte-americanas não conseguiam ultrapassar. As empresas francesas se especializaram em penetrar em

mercados, cuja entrada americana é restrita devido à legislação, no que tange à venda de equipamentos, técnicas, dados e processos tecnológicos de defesa. Na América Latina, o foco francês está voltado para os mercados de defesa da Argentina, Brasil, Chile e México.

Na América Latina, e em geral em todos os grandes mercados de exportação, os Estados compradores aspiram a reconstruir as suas capacidades tecnológicas e industriais de defesa, ou mesmo para criar, a partir do zero, um setor industrial específico, por meio de transferência de tecnologia negociada como parte de um quadro de acordos *offsets*. As transferências de tecnologia se tornaram o principal critério imposto para ganhar as licitações relacionadas a programas de renovação de equipamentos das forças armadas da região. Os contratos de exportação agora envolvem, e quase sistematicamente, as transferências de *know-how*, a implantação da capacidade de execução (e, se necessário) no território do estado do cliente, bem como parcerias com a indústria local (MASSON, pp. 295-329 apud BRUNELLE, 2012 apud CORRÊA, 2016, p. 187).

O hiato provocado pela secundarização do desenvolvimento tecnológico nas empresas e pela ausência de políticas públicas voltadas para o fomento a P&D, no século XX, na América Latina, por exemplo, contribuiu para o relativo atraso econômico que alguns países da região, como Argentina, Brasil e México. No mesmo período, esses países apresentavam deficiências, quando comparados com o desempenho de outras economias emergentes, como Japão, Taiwan e Coreia do Sul.

2. Métodos de aquisições de defesa

Se, por um lado, a versatilização da política de exportação de produtos de defesa de países europeus, em especial, a francesa, permitiu uma maior projeção europeia na América Latina, por outro, ampliou a gama de opções em aquisições de defesa de países com economias emergentes, como parte da queima de etapas em programas estratégicos de desenvolvimento tecnológico autônomo.

A aquisição tecnológica está associada à decisão de se definir até que ponto a empresa pretende se envolver no processo de P&D – pesquisa básica, pesquisa aplicada ou desenvolvimento para obter novas tecnologias e quais opções serão usadas para isso (MATTOS & GUIMARAES, 2005, p. 54).

Dentre os muitos métodos de aquisições tecnológicas de defesa que as empresas se utilizam para aumentar suas vantagens entre as concorrentes, é possível citar compras de oportunidade, importação de cérebros, cooperação e transferência de tecnologia, sociedades de propósito específico, consórcios, *golden share*, *spin off* e *startups*. Dissertaremos sobre cada uma dessas modalidades a seguir.

2.1. Compras de oportunidade

Em latim, a palavra *opportunitas* significa conveniência entre tempo e espaço, ou seja, representa a circunstância mais propícia para fazer ou aproveitar algo. Organizações, em geral, se utilizam dessa circunstância temporal e espacial, analisando

o custo de oportunidade, para comprar bens e serviços de capital tangíveis ou intangíveis que lhes trouxerem maiores benefícios e/ou vantagens competitivas.¹ Em geral, na área de Defesa, políticas de compras de oportunidade são muito criticadas por estrategistas. Dentre as críticas, encontram-se:

a) elevado custo de posse e baixa disponibilidade, já que, muitas vezes, o vendedor está se desfazendo de um meio que já se encontra no final de sua vida útil e os sistemas/equipamentos encontram-se descontinuados pelos seus fabricantes, sendo seus sobressalentes de difícil e cara obtenção; b) dificuldade de manutenção, devido à obsolescência dos sistemas/equipamentos, inexistência de Apoio Logístico Integrado (ALI) e falta de padronização com os demais meios existentes; c) dificuldades no adestramento e operação devido à falta de padronização com outros meios existentes; e d) desestímulo à indústria de defesa nacional (DA COSTA, COSTA & LIMA, 2018, pp. 32-33).

Contudo, esse método de aquisição é mais adotado por organizações, sobretudo, militares, que buscam soluções para problemas no curto prazo de tempo.

Na Marinha do Brasil (MB), o órgão que regula a política de compras de oportunidades é o Estado-Maior da Armada (EMA).

A MB, por meio de sua publicação EMA-420 (BRASIL, 2002) define compras de oportunidade como a que visa obter uma solução imediata para uma necessidade planejada, quando a conjuntura não permitir a obtenção por conversão ou construção. (DA COSTA, COSTA & LIMA, 2018, p. 33)

¹Muito utilizado na Economia, o custo de oportunidade está associado ao valor do bem ou serviço de capital que a organização renuncia ao tomar a decisão da compra.

Cientes das críticas, em especial, de militares, em relação ao método de aquisição de compra de oportunidade, os planejadores buscam implementar a política desse tipo de compra, alicerçada em diversas ferramentas de gestão integrada. Fabricio Maione Tenório, Marcos dos Santos, Carlos Francisco Simões Gomes e Jean de Carvalho Araújo, pesquisadores da área de Engenharia de Produção, preocupados com as restrições orçamentárias navais, com a obsolescência dos atuais navios da MB e com a reduzida capacidade de preparo e emprego do poder naval, diante da demora da entrega e da incorporação das novas fragatas da classe Tamandaré, adquiridas no programa de reaparelhamento da Força, propuseram analisar hipotéticos processos de compras de oportunidade de novos navios que mantenham o aprestamento da Esquadra e o adestramento de toda a sua estrutura operativa até a incorporação das fragatas classe Tamandaré, mediante o emprego do método multicritério de apoio à decisão THOR. Por meio dessa ferramenta de gestão integrada, os autores acreditam que identificarão a compra de oportunidade que melhor satisfaça o recompletamento do número de navios no curto prazo de tempo da MB (TENÓRIO, SANTOS, GOMES & ARAÚJO 2020, p. 45).

O THOR baseia-se em três conceitos axiomáticos/teorias para uso simultâneo: Modelagem de Preferência (aproximando-o da Escola Francesa), Teoria da Utilidade Multiatributo (aproximando-o da Escola Americana) e Teorias que tratam da informação imprecisa. A utilização conjunta dessas teorias propicia que a atratividade de

uma alternativa seja quantificada pela criação de uma função agregação não transitiva (GOMES; COSTA, 2015 apud TENÓRIO, SANTOS, GOMES & ARAÚJO, 2019, p. 45).

Segundo esses autores, dentre as principais vantagens de se utilizar o THOR como ferramenta de gestão integrada, em processos de compras de oportunidade, encontram-se:

- 1) apresentar um algoritmo híbrido que englobe conceitos da Teoria dos Conjuntos Aproximativos (TCA), Teoria dos Conjuntos Nebulosos, Teoria da Utilidade e modelagem de preferências; 2) ordenar alternativas discretas em processos decisórios transitivos ou não; 3) eliminar critérios redundantes, levando em conta se há dualidade na informação por meio da TCA e se ocorre imprecisão no processo decisório mediante a utilização da teoria dos conjuntos nebulosos; 4) quantificar a imprecisão, utilizando-a no Método de Apoio Multicritério à Decisão (AMD); 5) permitir a entrada de dados simultâneos de diferentes decisores, permitindo que expressem seu(s) juízo(s) de valor(es) em escala de razões, intervalos ou ordinal; 6) permitir que os decisores, no caso de não serem capazes de atribuir pesos a tais critérios, consigam trabalhar sem a atribuição de pesos, uma vez que podem fazer uso de um recurso que atribui pesos aos critérios em uma escala ordinal. O THOR permite a entrada de preferências ordinais para os critérios, gerando pesos para estes, podendo ser classificado, portanto, como método cardinal e parcialmente ordinal; e 7) eliminar a necessidade de atribuição de um valor, normalmente arbitrário para a concordância, conforme alguns algoritmos que têm a modelagem de preferências como base (TENÓRIO, SANTOS, GOMES & ARAÚJO, 2019, p. 45).

Diante da insegurança e da imprecisão no julgamento de valor empregado nos métodos de apoio multicritério à tomada de decisão, considerando um processo de compras de oportunidades, estrategistas e tomadores de decisão são os que expressarão os níveis de certeza, por meio do emprego de

índices de pertinência. Essas ferramentas de gestão integradas, associadas a políticas e a processos de compras de oportunidade, podem se constituir alternativas aos apontamentos de críticos quanto à questão de falta de segurança e de precisão.

2.2. Cooperação e transferência de tecnologia

O caráter global das economias dinâmicas contemporâneas tem reduzido as fronteiras entre Estados e organizações. Esses processos exigem constantes adaptações.

Nesse contexto, a cooperação com outros atores sociais torna-se fundamental para que uma organização possa manter a sua competitividade no mercado e agir estrategicamente no ambiente de negócio (KATO AT AL, 2008, p. 128).

É possível identificar, na literatura, diversas definições para a cooperação tecnológica entre empresas. Serra e Leite, por exemplo, definem como ações realizadas pelas empresas de forma conjunta, “*com o intuito de obter benefícios igualmente compartilhados, resultando em aumento da eficiência coletiva*” (2003 apud KATO AT AL, 2008, p. 128). Outra percepção que podemos destacar é a de que cooperação tecnológica é “*forma de reunir competências essenciais, complementares, similares ou diferentes, de modo a atender oportunidades de mercado e reduzir dificuldades para alcançar o desenvolvimento tecnológico*” (SILVA, 2004, p. 48 apud KATO AT AL, 2008, p. 128).

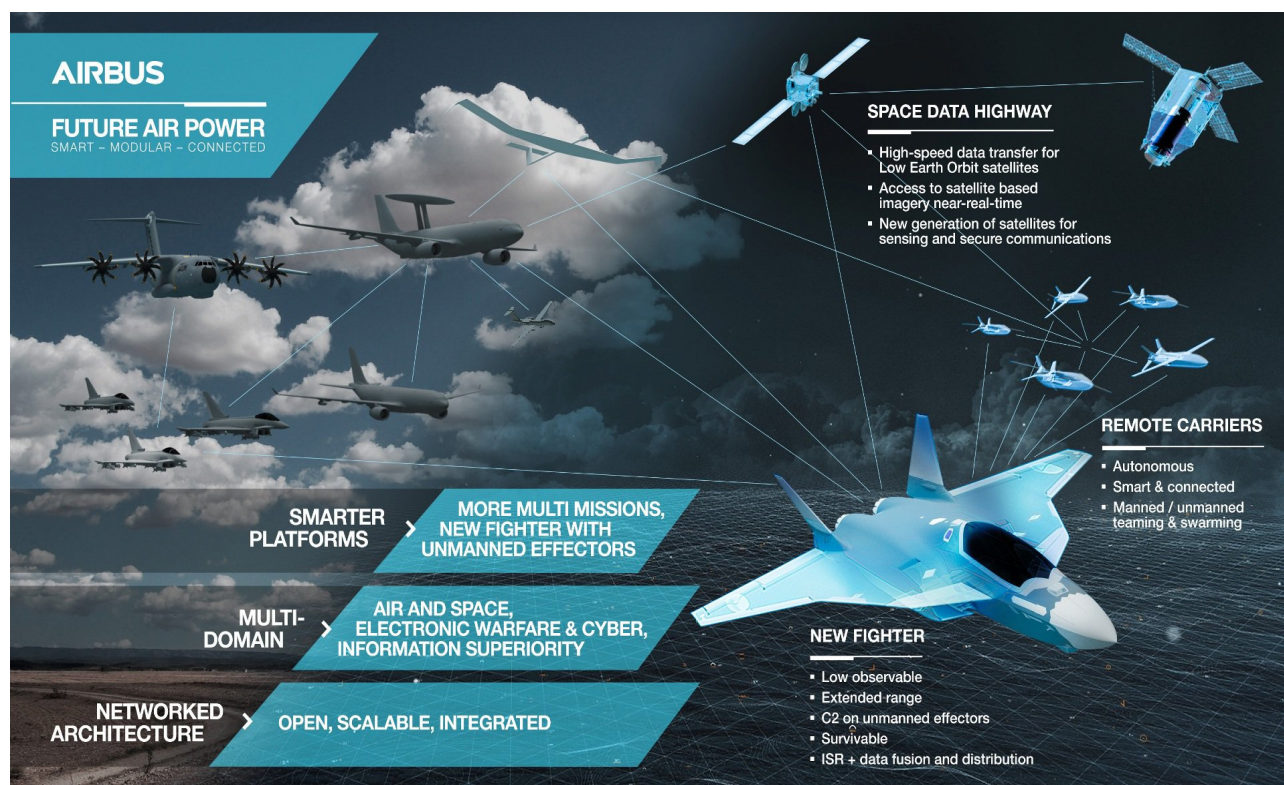
Exemplos de cooperação tecnológica, sobretudo, na área de Defesa, entre empresas de alta tecnologia são muitos. No século XXI, uma das questões mais incentivadas pelos Estados e por organizações militares, para que as empresas de alta tecnologia de defesa busquem a cooperação tecnológica, é a interoperabilidade, ou seja, desenvolvimento de produtos de defesa que possam ser empregados nos TO de forma integrada. No caso da OTAN, por exemplo, há o incentivo institucional para que o novo Caça de 6ª geração 2040, que é parte do Sistema de Combate Aéreo do Futuro (SCAF, sigla em francês), possa ser lançado a partir do novo navio aeródromo francês em fase de estudo.²

O SCAF é um programa de cooperação tecnológica que envolve empresas de alta tecnologia de defesa da França, da Alemanha e da Espanha. Algumas dessas empresas são: *Dassault Aviation, Airbus Defense and Space, SAFRAN, MTU Aero Engines, Thales, MBDA*, entre outras.

Conforme ilustra a **figura 1**, esse sistema combina diversos elementos interconectados, integrados e interoperáveis, como drones, mísseis, nuvem de combate aéreo e inteligência artificial. A *Dassault* e a *Airbus Defense and Space* constituíram uma sociedade para liderarem o SCAF e seu principal componente, o *New Generation Fighter* (NGF). Caberá à empresa francesa

²Este novo Navio Aeródromo (NAe), em fase de estudo na Marinha francesa, será o sucessor do NAe Charles De Gaulle.

Figura 1: SCAF



Fonte: Airbus Defence and Space

Safran Military Engines e à alemã MTU Aero Engines desenvolver os motores do NGF.

A Airbus Defense and Space desenvolverá a rede de sensores e sistemas que integrarão o NGF, os quais incluem uma rede integrada de ativos espaciais, aeronaves tripuladas e não tripuladas, mísseis e outros ativos de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (ISR, sigla em inglês) e de Energia Dirigida no amplo espectro da guerra aeroespacial. Conforme afirma Dirk Hoke, CEO da Airbus Defense & Space, os “princípios de nossa cooperação industrial incluem um processo comum de tomada de decisão, uma estrutura de governança muito clara, métodos de trabalho transparentes e uma maneira comum de preparar e negociar as atividades dessa fase inicial de

demonstração” (LAGNEAU, 2019b apud CORRÊA, 2019, p. 20).

Em 8 de novembro de 2020, o presidente francês Emmanuel Macron anunciou o início de estudos para a substituição do navio aeródromo Charles de Gaulle³ pela Nova Geração de Navio Aeródromo (PANG, sigla em francês) em 2038. Estarão envolvidas no projeto, junto com a Naval Group, a Chantiers de l'Atlantique, a TechnicAtome e a Dassault Aviation. O projeto do PAN é de responsabilidade da Diretoria Geral de Armamento (DGA), da Agência Francesa de Aquisições de Defesa e da Comissão Francesa de Energias Atômicas e Alternativas (CEA, sigla em francês).

³Desde 2001 prestando serviço ativo à Marinha francesa, o navio aeródromo Charles de Gaulle permanecerá em serviço ativo até o final da década de 2030.

Figura 2: Concepção artística do futuro navio aeródromo francês



Fonte: Naval Group

Em trinta de março de 2021, a Ministra da Defesa francesa Florence Parly participou da inauguração da plataforma de *design* do PANG, em Lorient, na Bretanha. Na ocasião, ela celebrou a assinatura dos acordos entre o CEO da Naval Group e o Diretor Geral da Chantiers de l'Atlantique que materializam a criação de uma sociedade conjunta para assegurar a gestão do projeto da embarcação armada (excluindo as caldeiras).⁴

Boa parte dos estudos sobre Transferência de Tecnologia (ToT) está associada à teoria econômica *neoschumpeteriana*.

Na abordagem *neoschumpeteriana*, o processo de aprendizado é fundamental para explicar a ligação entre a órbita

microeconômica e o desempenho macroeconômico de um país. Nessa concepção, o conhecimento é o principal insumo produtivo, responsável pelas constantes inovações e pelo seu uso eficiente, sendo a empresa (onde se cria e se acumula conhecimento) o agente central da inovação. O aprendizado tecnológico e organizacional (e sua produção e transmissão) é determinado nas relações internas da empresa, entre indivíduos e desses com a empresa, e nas relações externas da empresa, entre essas e outras instituições (DATHEIN, 2003, p.199).

Nathan Rosenberg desenvolveu o conceito *focusing devices*, segundo o qual propõe soluções aos gargalos tecnológicos, balizadas pelo estado do conhecimento relativo que a entidade possui sobre uma tecnologia ou um conjunto de tecnologias. A fim de solucionar esses gargalos, surgiram dois conceitos: *learning-by-using* (LBU) e *learning-by-doing* (LBD). Ambos estão relacionados ao processo de aprendizado tecnológico.

No caso do LBU, tem-se o resultado derivado do aprendizado via uso, que é conscientemente perseguido e que é revertido numa melhoria das condições de produção e uso de um produto. No caso do LBD, o resultado é derivado do aprendizado via processo produtivo, que pode surgir mediante a existência de gargalos nesse processo. O LBD consiste no desenvolvimento cada vez maior da habilidade nos estágios de produção. De fato, à medida que a tecnologia for se aperfeiçoando com a produção acumulada e/ou advinda do uso do produto - fruto de melhorias implementadas no decorrer da atividade produtiva - ocorrerá a redução dos custos por unidade produzida. Daí a importância dos gastos com P&D e com as inovações (SHIKIDA & BACHA, 1998, p.p. 114-115 apud CORRÊA, 2016, p. 185).

Se a transferência de tecnologia for entendida como parte do processo de inovação, esse método de aquisição de defesa

⁴ Para mais informações sobre o PANG, acesse: <https://www.naval-group.com/en/future-french-nuclear-aircraft-carrier-minister-defence-inaugurates-industrial-design-platform-919>

terá mais chances de apresentar resultados positivos na solução de gargalos tecnológicos.

Os contratos de transferência de tecnologia são concebidos no âmbito de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) e, geralmente, entendem-se esses contratos como o processo por meio do qual um conjunto de conhecimentos, habilidades e procedimentos referentes à produção são transferidos, por negociação de caráter econômico, de uma entidade à outra, ampliando a capacidade de inovação da entidade apta a receber a tecnologia.

Paga-se pela tecnologia, obviamente, quando não se a tem; quando, factualmente, o empresário que necessita do corpo de conhecimentos tecnológicos não o pode obter senão por aquisição onerosa. A não disponibilidade da tecnologia é uma condição usualmente descrita como “segredo”, se bem que tal expressão seja um tanto vasta e imprecisa. Não importa que todos os empresários de um setor disponham de uma tecnologia; se o novo competidor que entra no mercado dela não tem controle, e é obrigado a pagar por ela, há segredo (*secretus* = afastado) em relação a este (BARBOSA, 2002, p. 3).

Além da legislação normativa referente à transferência de tecnologia do exterior, os países receptores devem considerar a legislação tributária, a legislação cambial e as normas e práticas dos órgãos governamentais de controle e de intervenção no domínio econômico dos países envolvidos.

Boa parte das grandes empresas brasileiras se originaram do Estado. A Petrobras, a Embraer, a Embrapa, a Vale do Rio Doce, Eletrobras, Telebras, a Nuclebras Equipamentos Pesados (Nuclep), as Indústrias

Nucleares do Brasil (INB), a Indústria de Material Bélico (Imbel), a Empresa de Engenharia Naval (Emgepron), a Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. (Amazul) e, mais recentemente, a Visiona são exemplos disso.

Neste estudo, entende-se por empresas de base tecnológica ou de alta tecnologia

aquelas empresas que “dispõem de competência rara ou exclusiva em termos de produtos ou processos, viáveis comercialmente, que incorporam grau elevado de conhecimento científico”, circunscrevendo, todavia, a densidade tecnológica e a viabilidade econômica no devido contexto histórico e geográfico (MARCOVITCH et al, 1986; Ferro & Torkomian, 1988, p. 44 apud CÔRTEZ et al, 2005, p. 86).

Exceto no caso das estatais, as inovações nas indústrias brasileiras estavam limitadas à compra de oportunidades, como maquinários, e os investimentos diretos estrangeiros nessas empresas priorizavam a adaptação de produtos para a sua inserção no mercado nacional. Até então, não havia incentivos governamentais para que as empresas brasileiras realizassem P&D.

A Estratégia Nacional de Defesa (END) de 2008, ao propor a transferência de tecnologia e *offsets*⁵ como soluções complementares ao processo de desenvolvimento autônomo nas Forças Armadas brasileiras, endossou as teorias econômicas *schumpeterianas*, relacionou a estratégia brasileira de defesa à estratégia

⁵Concessão de benefícios industriais, comerciais e tecnológicos às empresas participantes do programa ou projeto tecnológico.

nacional de desenvolvimento e estipulou como meta reduzir o hiato tecnológico em P&D na Base Industrial de Defesa brasileira.

A **figura 3** demonstra como foi estabelecida a parceria estratégica entre França e Brasil para a aquisição tecnológica de quatro submarinos diesel-elétricos (convencionais) e de sistema de plataforma do futuro submarino de propulsão nuclear da MB, denominado Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB).

Figura 3: Acordos da parceria estratégica França Brasil



Fonte: Marinha do Brasil

O objetivo do PROSUB, por meio da aquisição via transferência de tecnologia e imposição de *offsets*, é obter a maior nacionalização de equipamentos e de sistemas para submarinos com alto nível tecnológico e complexidade, possibilitando aplicações em outros setores industriais e capacitação de

empresas nacionais, para serem fornecedoras independentes a futuros projetos.

É de extrema relevância, do ponto de vista estratégico, que o Estado e as organizações internacionais militares apoiem e incentivem a cooperação e a transferência de tecnologia como políticas de Estado, à medida que, tanto o Estado, quanto as organizações militares, como a OTAN, tenham mais condições de: financiar grandes programas e projetos em C,T&I de longo prazo; incentivar a formação, a qualificação e a capacitação de recursos humanos; promover a celebração de acordos no âmbito de fóruns mundiais; garantir acesso ao conhecimento científico e às novas tecnologias; e formular políticas públicas que beneficiem a consolidação dos termos da cooperação como política de Estado (DOMINGUES, COSTA, 2014, p.p. 7-8).

2.3. Importação de cérebros

A *migração de cérebros* está associada ao fluxo migratório de recursos humanos altamente qualificados que deixam seus países de origem para prestar serviços em outros países. Em geral, por variadas motivações, inclusive perseguições políticas, doenças e guerras, esses profissionais buscam migrar para Estados mais desenvolvidos ou em que possam prestar seus serviços de forma continuada. Outros termos utilizados para referência aos profissionais especializados

que deixam seus países é *fuga* ou *evasão de cérebros*.

"Evasão de cérebros" (*brain drain*) é termo cunhado pelos ingleses para descrever suas perdas de profissionais - especialmente cientistas, engenheiros e pessoal médico (médicos e enfermeiras) - por meio da emigração a partir do pós-guerra. O termo possui hoje aplicação geral e diz respeito à perda desses profissionais por um número muito grande de países (BERLINK, SAN'ANNA, 1972, p. 2).

Indubitavelmente, esses profissionais qualificados desempenham um papel estratégico no desenvolvimento socioeconômico e científico-tecnológico dos países. "O capital humano consiste de conhecimento, qualificação e experiência que uma pessoa pode adquirir e, como tal, é visto como um investimento individual capaz de ampliar a produtividade do indivíduo" (JAUHIAINEN, 2008 apud RIBEIRO DA SILVA, 2009, p. 9).

A própria comunidade científica brasileira foi constituída por diversos fluxos migratórios das mais diversas áreas no pós-Guerra. O físico italiano Gleb Wataghin e a engenheira agrônoma checa Johanna Döbereiner são exemplos desses fluxos em diferentes momentos da História.

A universidade de São Paulo e, em particular, a sua Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, contaram com a participação de professores franceses (sociologia, filosofia, antropologia, história, literatura francesa, geografia, psicologia); italianos (matemática, física, mineralogia); alemães (química, botânica e zoologia); portugueses; e espanhóis em suas respectivas línguas e literaturas. (...) A Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP foi um ponto onde se processou a transferência de conhecimentos, então atualíssimos, onde se

desenvolveu integração entre ensino e pesquisa e, muito particularmente, onde professores europeus formaram, com alguns de seus alunos brasileiros, uma comunidade e *scholars* que até hoje é atuante em nosso meio (BERTERO, 1979, p. 3).

Na área aeronáutica, as empresas francesas, como a *Holste* e a *Aérospatiale*, contribuíram para que as empresas e institutos brasileiros passassem a projetar aviões militares. Utilizando-se do método de aquisição de importação de cérebros, o engenheiro aeronáutico francês Max Holste, desenvolvedor do modelo de aviões *Broussard*, foi contratado por Ozires Silva, então chefe de operações do departamento de Aeronaves do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IPD), para projetar e desenvolver, em território brasileiro, o primeiro avião de uso militar de transporte, carga, busca e salvamento e reconhecimento fotográfico. Denominado de Bandeirante, essa aeronave se tornou o ponto de partida para a indústria aeronáutica brasileira, em especial, para a Embraer (CORRÊA, 2016, p. 357).

O caso mais recente de importação de cérebros no Brasil foi o do físico de partículas franco-argelino Adlene Hicheur, ex-pesquisador do laboratório da Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (CERN, sigla em francês) em Genebra, que foi contratado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) para lecionar no seu Instituto de Física e realizar pesquisas solucionando *gaps* científicos de decaimentos de mésons B, sem produção de charme e

calibração em energia de sensores *TimePix3*, em projetos ligados ao aperfeiçoamento do detector, preparação e análise de dados e de computação distribuída, vinculados ao Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF).

Ao mesmo tempo em que a importação de profissionais qualificados contribuiu de forma significativa com progresso científico, tecnológico e socioeconômico brasileiro, também houve, e ainda há, muita evasão de cérebros do Brasil para o exterior. Manoel Tosta Berlinck e Vanya M. San'Anna realizaram um estudo sistemático sobre essa saída de profissionais brasileiros para os EUA, na década de 1960, justificando a escolha do país de destino por, na época, [os EUA] disporem de maior gama de informações, “*crescente influência no sistema universitário brasileiro*” e “*vantagens comparativas oferecidas aos “cérebros” que para lá emigram*” (BERLINK, SAN’ANNA, 1972, p. 3). As vantagens comparativas estavam associadas à política científica e tecnológica estadunidense, que incluía “*treinamento interno de cientistas*” e “*importação de engenheiros e pessoal médico*” (BERLINK, SAN’ANNA, 1972, p. 3).

Estados desenvolvidos também sofrem com a evasão para outros Estados; no entanto, ainda dispõem de reserva de pessoal qualificado no país e criam planos estratégicos para atrair de volta recursos humanos que se evadiram. Em Estados menos desenvolvidos, esses planos podem envolver:

melhores oportunidades de educação; treinamento interno; melhorias salariais; oportunidades de progressão na carreira e no emprego; financiamento continuado para pesquisa; melhoria de infraestrutura laboratorial; segurança e estabilidade na carreira; boa educação para os filhos etc. No entanto, essas ações não se constituem como garantia de alcance de desenvolvimento científico e tecnológico e de retenção ou recuperação desses especialistas.

Em artigo intitulado “*Fuga de cérebros de países em desenvolvimento: como pode a fuga de cérebros ser convertida em ganho de sabedoria?*”, publicado no *Journal of the Royal Society of Medicine*, Sunita Dodani e Ronald E LaPorte realizaram uma interessante análise ao constatar que, talvez, não haja opções de políticas para desacelerar ou reverter o fluxo migratório de profissionais de saúde.

É hora de entender e aceitar que a mobilidade dos profissionais de saúde faz parte da vida no século XXI. Os países precisam reconhecer que competem com as melhores instituições do mundo por mão de obra de qualidade. É hora de enterrar o conceito arcaico de fuga de cérebros e passar a avaliar o desempenho dos profissionais e sistemas de saúde, onde quer que estejam no mundo. A virada do século 21 não trouxe apenas tecnologia, mas também modos pelos quais cientistas de todo o mundo podem se conectar em um piscar de olhos. Neste mundo globalizado, a localização física de uma pessoa pode ou não ter qualquer relação com a capacidade de causar impacto na saúde humana. Os profissionais de saúde, no mundo desenvolvido, podem ter a maior parte de suas carteiras de trabalho no mundo em desenvolvimento. Comunicação fácil, viagem rápida (DODANI & LAPORTE, 2005, p. 8).

Se incorporada na cultura institucional dos países de origem, essa constatação abre um novo precedente em políticas de contenção de fluxos migratórios de pessoal qualificado, à medida que, aproveitando-se das ferramentas tecnológicas geradas pela Comunicação, em especial, a *Internet* das Coisas (IoT), esse pessoal qualificado contribuiria, simultaneamente, com progresso tanto nos países que o receberam quanto nos seus países de origem.

2.4. Sociedade de Propósito Específico, *Golden Share* e Consórcios

Sociedade de Propósito Específico (SPE) é uma modalidade societária de capital aberto ou fechado, a qual se constitui como uma nova empresa, limitada ou sociedade anônima, composta por pessoas físicas e/ou jurídicas, sem personalidade jurídica, que tem por finalidade desenvolver uma atividade econômica específica, restrita e determinada, cujo risco financeiro é compartilhado, podendo existir por tempo determinado ou não. Em geral, as SPE são utilizadas para desenvolver grandes projetos de engenharia, com ou sem a participação do Estado, mas também podem ser utilizadas em empreendimentos coletivos de pequenos negócios.

Nominalmente, as SPE surgiram na legislação brasileira a partir de uma das reformas no Poder Judiciário, quando a Lei Nº 11.079, de 30 de dezembro de 2004, instituiu

normas gerais para licitação e contratação de Parceria Público-Privada (PPP) no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

O crescimento demográfico, as novas qualidades de tempo e espaço do mundo globalizado e o surgimento de gigantescas empresas multinacionais ensejaram a formação de parcerias entre agentes do cenário econômico, a fim de que se rompessem certos obstáculos inerentes a esse contexto. De início, elas se deram no âmbito relacional dos sujeitos particulares. Desenvolveram-se negócios de colaboração, como, a título ilustrativo, a representação comercial, os contratos de agência e de distribuição, os consórcios, as *joint ventures*, cada qual com suas peculiaridades. Hoje, no entanto, o Estado brasileiro, pela nova Lei das PPPs, manifesta sua opção por arregimentar os esforços e os recursos dos particulares ao lado dos seus, objetivando a consecução do interesse público (FÉRES, 2005, p.2).

Sob a perspectiva da Economia de Defesa, é uma alternativa que o Estado tem de, juridicamente, descentralizar as atividades que consomem vultosos recursos financeiros públicos e compartilhar o risco de investimentos em grandes empreendimentos.

O atual quadro das SPEs, nas quais o Estado se coloca, em regra, como não controlador, revela a opção do Brasil pela busca ostensiva de recursos particulares. É a saída paulatina do Estado do cenário econômico, não somente das atividades de mercado, mas, sobretudo, daquelas que se reputavam a ele inerentes ou mesmo justificadoras de sua existência (FÉRES, 2005, p.2).

O fato de congregarem recursos específicos de seus sócios e não poder promover a celebração de quaisquer outros negócios jurídicos, exceto os negócios que motivaram a sua criação, tornam as SPE extremamente vantajosas para seus

investidores diretos e *stakeholders*, como credores, e para a própria administração pública. A título de exemplificação, sob forma de SPE, na modalidade anônima, com personalidade jurídica de direito privado e patrimônio próprio, com o capital pertencente, integralmente à União, cuja constituição foi autorizada pela Lei Nº 12.706, de 8 de agosto de 2012, a Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. (Amazul) se tornou a 126ª estatal brasileira. Essa empresa é vinculada ao Ministério da Defesa, por meio do Comando da MB, e sua ativação data de 16 de agosto de 2013, por deliberação em Assembleia Geral Extraordinária. O objeto social da Amazul é:

- I - Promover, desenvolver, absorver, transferir e manter tecnologias necessárias às atividades nucleares da Marinha do Brasil e do Programa Nuclear Brasileiro - PNB;
- II - Promover, desenvolver, absorver, transferir e manter as tecnologias necessárias à elaboração de projetos, acompanhamento e fiscalização da construção de submarinos para a Marinha do Brasil;
- III - Gerenciar ou cooperar para o desenvolvimento de projetos integrantes de programas aprovados pelo Comandante da Marinha, especialmente, os que se refiram à construção e à manutenção de submarinos, promovendo o desenvolvimento da indústria militar naval brasileira e atividades correlatas.⁶

A modalidade SPE permite à Amazul: estabelecer escritórios, dependências e filiais em outras unidades da federação e no exterior; participar, minoritariamente, de empresas privadas e empreendimentos para a consecução de seu objeto social; ser contratada pela administração pública com a

dispensa de licitação e contratar pessoal por tempo determinado.

Como mencionado, no final da década de 1970, muitas empresas de defesa europeias entraram em crise financeira. A alta competitividade das grandes empresas de defesa estadunidenses foi uma das muitas razões. Assim como a França, a Inglaterra também teve que promover fusões e reformular suas políticas de exportações e diversificar os métodos de aquisições de produtos de defesa. Em meio aos processos de privatizações e fusões empresariais, uma das reformulações, criada pelo Estado para conter os gastos públicos com as empresas sob controle estatal, foram as ações especiais, mais conhecidas como *golden share*. Havia o receio de que, após a privatização, os novos controladores das empresas, sobretudo, as consideradas estratégicas, não zelassem e resguardassem os interesses nacionais. Por meio dessas ações especiais, o Estado garantiria o poder de vetar determinadas decisões tomadas pelos novos controladores.

Devido à crise econômica vivenciada também pelo Brasil, na década de 1980, diversas empresas de defesa entraram em crise financeira, foram privatizadas, sofreram fusões ou faliram. Embora tenha iniciado o processo de privatização da Embraer S.A. (Embraer), no início da década de 1990, o Art. 9º, referente à ação ordinária de classe especial, garantiu que o Estado brasileiro pudesse vetar as seguintes decisões:

⁶ Para obter informações sobre o modelo de negócio da Amazul, acesse:
<https://www.amazul.gov.br/empresa/sobre-a-amazul>

- I. Mudança de denominação da Companhia ou de seu objeto social;
- II. Alteração e/ou aplicação da logomarca da Companhia;
- III. Criação e/ou alteração de programas militares, que envolvam ou não a República Federativa do Brasil;
- IV. Capacitação de terceiros em tecnologia para programas militares;
- V. Interrupção de fornecimento de peças de manutenção e reposição de aeronaves militares;
- VI. Transferência do controle acionário da Companhia;
- VII. Quaisquer alterações: (i) às disposições deste artigo, do art. 4, do caput do art. 10, dos arts. 11, 14 e 15, do inciso III do art.18, dos parágrafos 1º. e 2º. do art. 27, do inciso X do art. 33, do inciso XII do art. 39 ou do Capítulo VII; ou ainda (ii) de direitos atribuídos por este Estatuto Social à ação de classe especial.⁷

Há diversas formas de se estabelecer parcerias comerciais com diversificados modelos societários que podem se constituir desde uma simples parceria para executar uma atividade específica até empreendimentos mais complexos, como um submarino com propulsão nuclear. Essas parcerias podem se aproveitar da infraestrutura, *know-how* e expertise para obter maiores e melhores resultados. É muito comum que empresas formem consórcios para participar de grandes empreendimentos em processos licitatórios, inclusive, sob a modalidade de SPE.

Consórcios são contratos associativos, cujos sócios são as próprias empresas consorciadas, sem personalidade jurídica, com o objetivo de participar de programas e projetos com prazo determinado que, individualmente, cada empresa não teria

condições de desenvolver. *Itaguaí Construções Navais* (ICN) é um exemplo de consórcio na área de Defesa, celebrado por meio de SPE, constituído pela empresa brasileira Construtora Norberto Odebrecht (CNO), pela empresa *Naval Group*⁸ e *golden ghare* do Estado brasileiro, sob representação da MB para participar do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB). Dessa parceria resultou outro consórcio denominado Consórcio Baía de Sepetiba (CBS), cuja responsabilidade é coordenar as interfaces e integrar o trabalho realizado pelas empresas envolvidas no PROSUB, apoiando a gestão da Coordenadoria Geral do Programa de Submarinos (COGESN) da MB.

2.5. *Spin-off e Startups*

Quando um produto ou um negócio nascido dentro de uma instituição⁹ cresce muito, obtendo considerável destaque, torna-se necessário criar uma nova empresa a partir dele. Independente dos diversos modelos de organizações-mãe em que o produto ou o modelo de negócio se destaque é “a *natureza do ambiente empreendedor da região [que] exerce influência sobre a forma como as empresas surgem*” (FERRAZ & TEIXEIRA, 2015, p. 246). Esse processo é denominado *spin-off*. A nova empresa criada pode nascer a partir de um grupo de pesquisa de empresas, universidades, laboratórios, centros de pesquisa públicos ou privados. Imperativo diferenciar *spin off* de franquias. Franquias

⁷Para obter informações sobre ação ordinária de classe especial da Embraer, acesse: <https://ri.embraer.com.br/show.aspx?idCanal=3mAFUKdXQpHYE3WjGquIWg==>

⁸Antiga DCNS (Direction des Constructions Navales).

⁹Aqui denominada organização-mãe.

são uma modalidade de negócio voltada para a venda e distribuição de uma marca.

Organizações-mãe desenvolvem a função de incubadora, semelhante ao que ocorre em *startups*, cuja principal função é o apoio técnico e o fornecimento de diversos recursos necessários para o fortalecimento das empresas nascentes (CLARYSSE, 2005 Apud FERRAZ & TEIXEIRA, 2014, p. 3).

Muitas *startups*¹⁰ nascem de grandes e pequenas empresas com o objetivo de lançar um novo modelo de negócio em um cenário de incertezas. Diferente de grandes empresas que desenvolvem plano de negócios com foco em estratégias para atingir metas, as *startups* desenvolvem modelos de negócios cujo foco não está restrito ao produto; mas sim à sua rentabilidade. Ou seja, o modelo de negócio de uma *startup* é aquele que soluciona o problema do cliente de forma lucrativa, por meio da criação de algo inovador, ou adaptando um modelo de negócios para uma área inédita de aplicação mercadológica.

Spin-off que nasce de produtos ou modelo de negócio de universidades, laboratórios ou centros de pesquisa públicos ou privados são considerados *spin off* universitário e *spin off* que nasce de produtos ou modelo de negócio de empresa são considerados corporativos. Algumas das condições para que um *spin off* corporativo¹¹ seja criado são: quando o produto começa a ofuscar os demais produtos do portfólio da empresa e começa a demandar muitos

colaboradores em um único projeto, desfalcando outras equipes, ou quando o produto não tem espaço para desenvolver todo seu potencial na empresa.

Os *spin-offs* favorecem a transferência de tecnologia, por meio de um processo formal e/ou informal, o que tende a ser decisivo para o seu surgimento e consolidação. Assim, esse movimento de troca de conhecimento apresenta-se como um meio eficiente para a geração de ideia, inovação e tecnologia (FERRAZ & TEIXEIRA, 2015, p. 244).

Um exemplo de *spin off* de empresa brasileira é a recém-criada *EVE Urban Air Mobility Solutions* (EVE), nascida da organização-mãe EmbraerX, lançada em 15 de outubro de 2020 para desenvolver o ecossistema da Mobilidade Aérea Urbana (UAM, sigla em inglês). Além de prover um portfólio completo de soluções para preparar o mercado de UAM, sobretudo, o desenvolvimento e certificação do Veículo Elétrico de Decolagem e Pouso Vertical (eVTOL), a EVE possui uma abrangente rede de suporte e serviços associados e criação de soluções de gestão de tráfego aéreo urbano.

3. Tecnologias Emergentes, Indústrias e Mercado de Exportação de Defesa

Atualmente, há diversos tipos de tecnologias emergentes disponíveis para aquisição no mercado de exportação de defesa, tais como: Armas de Energia Dirigida (AED), Inteligência Artificial (IA), IoT, Robótica, Biotecnologia, Redes Cibernéticas e Tecnologias da Informação (TI),

¹⁰Empresas emergentes pequenas com base em inovação criadas para desenvolver um produto ou um modelo de negócio repetível e escalável.

¹¹Aqui nos concentraremos em *spin off* corporativos.

Computação Óptica e Quântica, Nanotecnologia, Impressão 3D, Plasma Frio, Decaimento, Fissão e Fusão Nuclear etc.

As AED têm demonstrado, na atualidade, a capacidade dissuasória semelhante à de bombas nucleares, no entanto, sem necessariamente provocar efeitos colaterais delas. Já as bombas de pulso eletromagnético, mais conhecidas como *E-bomb*, contrariam o preceito dominante, existente desde a Segunda Grande Guerra: de que bombas nucleares garantiriam o equilíbrio de poder no Sistema Internacional (SI). Uma das principais vantagens do emprego militar de *E-bomb* é que elas cortam as linhas de comunicação inimiga e destroem equipamentos elétricos e eletrônicos. Uma alta potência de pulso eletromagnético (PEM) é capaz de queimar dispositivos semicondutores, derreter fiações, queimar baterias e explodir geradores e transformadores.

A *E-bomb* neutraliza os sistemas de veículos e transportes, os sistemas de mísseis e bombas nucleares em terra, os sistemas de comunicação, de navegação, de controle e de rastreamento de curto e longo alcance. As bombas de pulso eletromagnético podem inutilizar e/ou destruir armas, como: mísseis de guiagem ótica, mísseis anti-radiação, foguetes com guiagem na fase terminal da trajetória, mísseis de cruzeiro, drones, veículos de reentrada atmosférica intercontinental, sistemas de direção de tiro, controle e sistemas de navegação de aviões e bases militares entre outros (CORRÊA, 2019, pp.90-91).

As AED canalizam a energia em uma direção particular, por meios como *lasers* e pulsos eletromagnéticos (PEM). As *E-bombs*

usam a energia com potência similar a um relâmpago ou explosão nuclear, direcionadas para incapacitar, destruir ou deteriorar equipamentos e infraestruturas elétricas e eletrônicas. Em 2001, o Comando de Operações Especiais dos Estados Unidos patrocinou um programa de AED denominado Demonstração de Conceito de Tecnologia Avançada (ACTD, sigla em inglês). Um dos projetos desse programa é o de Microondas de Alta Frequência (HPM, sigla em inglês). Em 2008, esse Programa foi transferido para a Força Aérea dos EUA (USAF, sigla em inglês). Desde 2001, o programa tem tentado “*demonstrar armas HPM capazes de penetrar qualquer sistema militar eletrônico, desativando-o ou causando a sua destruição*” (SCOTT & ROBIE, 2009, p.3). Esses autores, já em 2009, alertavam às autoridades estadunidenses sobre a importância do emprego das armas de HPM de modo apropriado o quanto antes. Em suas palavras,

se quisermos usá-lo eficazmente, devemos desenvolver a estrutura inteligente necessária para orientar a arma ao alvo. (...) também é necessário garantir a existência do sistema de entrega adequado ao inventário, armas cujo alcance é maior do que o das armas usadas pelo adversário, veículos aéreos não-tripulados e outros atuais ou futuros. É importante elaborar a avaliação efetiva de baixas (humanas ou não – BDA) e treinar os comandantes combatentes no uso dessas ferramentas de forma produtiva. Devemos desenvolver essa base agora para garantir a utilização eficaz da tecnologia para a mudança de jogo, amanhã (SCOTT & ROBIE, 2009, p.3).

A IoT e a conexão de sistemas, em especial, o sistema de nuvens, por exemplo,

revolucionaram a tecnologia de computadores e dispositivos eletrônicos, determinando novos comportamentos sociais e novos padrões de comunicação no século XXI. A implantação de *hardwares* tecnológicos, nos TO, tem melhorado a eficiência de ataques e a segurança de soldados.

Desde o início da *Guerra ao Terror* (2002), no Afeganistão, no início do século XXI, o uso das tecnologias *C4ISR*¹² tem revolucionado o *modus operandi* das guerras travadas pelos EUA.

O *C4ISR* é um sistema que harmoniza e integra vários sistemas tecnológicos que conectam em tempo real sensores, comandantes, armas e tropas no terreno, por meio da produção de uma rede assente na permanente recolha de informações sobre o adversário por meio de sistemas de vigilância e reconhecimento, como sensores passivos ou ativos, integrados em plataformas móveis ou estáticas, tripuladas ou não-tripuladas, ou até mesmo pelo próprio homem, que são posteriormente processadas e analisadas em computadores e disseminadas através de sistemas de comunicações avançados por todos os escalões operacionais, desde o comandante até às unidades na frente de combate (TELO, 2002, p. 231 apud MESQUITA, 2013, p. 8).

Embora veículos aéreos não tripulados (VANT), como drones, fossem empregados em guerras no século XX, em apoio de reconhecimento em TO, apenas a partir da *Guerra ao Terror* se tornaram, de fato, uma inovação disruptiva com níveis de superioridade de precisão em relação às aeronaves militares. A *Guerra ao Terror* originou a mudança de tática empregando drones armados.

O drone *Global Hawk*, da empresa estadunidense *Northrop Grumman*, por exemplo, foi desenvolvido no final da década de 1990 e é operado pela USAF e pela Marinha dos EUA. Em junho de 2019, as tensões militares entre EUA e Irã aumentaram devido ao abatimento de um *RQ-4 Global Hawk*, por meio de um míssil terra-ar do Exército iraniano. A justificativa para o abatimento foi a de que o drone estaria violando o espaço aéreo e sobrevoando as águas jurisdicionais iranianas.

Estudos prospectivos, em um relatório elaborado pela *Northrop Grumman*, em 2008, enviado ao Departamento de Defesa (DoD) dos EUA, haviam concluído que sete ou oito drones *RQ-4 Global Hawk* poderiam desempenhar papel crucial em um hipotético conflito com o Irã entre os anos de 2015 e 2020. O presidente Donald Trump cancelou a retaliação minutos antes de promovê-la, considerando que “o número de mortes seria desproporcional à perda de um veículo aéreo não tripulado” (SPUTNIK, 2019).

A impressão tridimensional (3D) é outra tecnologia emergente com potencial disruptivo que, por meio da manufatura aditiva¹³, tem condições de remodelar os teatros de operações (TO). Impressoras podem transformar matérias-primas como plásticos, metais, cerâmicas, vidro, borracha, couro, células-tronco, etc, em objetos tridimensionais, produzindo desde

¹²C4ISR significa Comando, Controle, Comunicações, Computadores, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento.

¹³Conjunto de ferramentas tecnológicas de impressão tridimensional que cria padrões, protótipos e peças de produção camada por camada por meio de fotoquímica.

Equipamentos de Proteção Individual (EPI) para soldados até peças para blindados. Questões como a velocidade de aquecimento da máquina e a força do cabeçote de impressão têm sido enfrentadas e superadas pela ciência e pela engenharia de materiais. A Estereolitografia¹⁴ tem sido largamente utilizada para acelerar a produção de objetos 3D cem vezes mais rápida, em comparação com impressoras tradicionais.

Historicamente, a mobilidade e a logística são fatores que podem limitar as ações táticas nos TOs, em especial, diante do colapso das linhas de suprimento dos soldados. A urgente necessidade de que peças de sobressalente, por exemplo, e mesmo objetos grandes, com ampla variedade de materiais, estejam disponíveis, em meios operacionais, tem sido suprida pela impressão em 3D.

Para superar a questão da cadeia de suprimentos logística, em operações de Apoio Resolutivo lideradas pela OTAN, em Camp Marmal, maior base do Bundeswehr fora da Alemanha, em 2017, o Comando de Logística da Bundeswehr, o Escritório Federal de Equipamentos, Tecnologia da Informação e Suporte em Serviço da Bundeswehr (BAAINBw), soldados em Mazar-e Sharif e o Instituto de Pesquisa Bundeswehr para Materiais, Combustíveis e Lubrificantes (WIWeB)¹⁵ iniciaram testes de um projeto

piloto de impressora 3D para fabricar peças, requisitos individuais de soldados, *in loco*, nas operações que exigiam prontidão quando não houvesse peças sobressalentes disponíveis no país da missão e quando a peça sobressalente estivesse obsoleta no mercado.

Em 2015, o complexo industrial russo *Uralvagonzavod* iniciou a produção da geração de blindados *Armata* para o Exército da Rússia. Inicialmente, o Exército russo planejou adquirir mais de dois mil blindados até 2020; no entanto, o alto custo do projeto, falta de verba, problemas nos testes e adiamentos na produção provocaram atrasos na entrega e cancelamento de parte da produção. A empresa *Electromashina*, pertencente ao conglomerado da *Uralvagonzavod*, é *expert* no desenvolvimento de objetos sólidos feitos de materiais poliméricos, criando pequenos protótipos e peças. Desde 2016, o Exército russo e a *Electromashina* têm trabalhado juntos para desenvolver protótipos usados por meio da manufatura aditiva 3D como modelo para a fabricação de peças metálicas da linha de produção do *Armata* e de outros blindados (SPUTNIK, 2016).

O Ministério da Defesa e Exército Real Holandês decidiram aumentar a conscientização e as aplicações da impressão 3D nas demais Forças Armadas. A fim de cumprir essa missão, o Exército Real Holandês solicitou ao *Additive Manufacturing Expertise Center* (AMEC) a execução do Programa de Aplicação em 3D para:

¹⁴Processo por meio do qual a luz promove o cruzamento entre monômeros e oligômeros químicos para constituir polímeros.

¹⁵O centro de impressão 3D da Bundeswehr foi inaugurado em 17 de fevereiro de 2017 nesse instituto de pesquisa.

promover a conscientização sobre as possibilidades; treinar pessoal nas tecnologias de impressão 3D mais importantes; e identificar casos de uso realista para aumentar a adaptabilidade e melhorar a implementação. Isso se concretizou por meio de *brainstorms*, *workshops* interativos e lançamento de desafios de engenharia que possibilitaram a identificação de diversas aplicações militares em impressão de metais e polímeros em 3D.

A **Figura 4** ilustra como o Ministério da Defesa holandês tem buscado conscientizar as Forças Armadas sobre a importância das aplicações em 3D, para otimizar processos de gestão e gerenciamento e contornar a cadeia logística na fabricação de peças de sobressalentes, nas organizações militares em terra, mar ou ar.

Desde abril de 2015, a Holanda participa da Missão da ONU no Mali (Minusma), em apoio à operação internacional, protagonizada pela França contra grupos extremistas no país africano. Dentre as diversas dificuldades levantadas pelo Exército Real Holandês, no Mali, encontrava-se a substituição de peças de sobressalentes, desgastadas pelo clima do deserto, em tempo hábil.

Para reduzir os prazos de entrega, o Exército Holandês criou um Centro AM (Manufatura Aditiva) para atender às necessidades de impressão 3D da organização. Equipados com os serviços da *DiManEx*, eles começaram a imprimir peças de reposição para veículos *Fennek*. Os itens foram produzidos em diferentes tipos de impressoras, utilizando um conjunto diversificado de materiais, incluindo alumínio, aço e plásticos (DIMANEX, 2018).

Em maio de 2018, o Comando de Logística de Estoque de Materiais do Exército Real Holandês assinou uma carta de intenção para cooperar com a empresa *DiManEx*, na implantação da Manufatura Aditiva em sua cadeia de suprimentos. Essa ação se enquadra no escopo da Iniciativa de Manutenção da Terra, do Exército Real Holandês, como parte de seu esforço para tornar as demais Forças Armadas holandesas mais adaptáveis.

Seguindo padrões rigorosos de garantia de qualidade, o Exército Real Holandês identificou oportunidades de usar plástico reciclado como matéria-prima para impressão 3D de filamentos, a fim de solucionar questões referentes ao fornecimento de peças de reposição, de forma ainda mais sustentável, aproveitando-se de materiais do próprio local do ambiente operacional. Neste sentido, a *DiManEx*, em atendimento a uma demanda do Exército Real Holandês, criou uma solução em impressão 3D que contribuiu para evitar a obsolescência, eliminar o fator problemático de logística, reduzir o custo total do produto e impulsionar a sustentabilidade, ao reduzir o desperdício de tempo e os quilômetros percorridos. Indubitavelmente, empresas menores como a *DiManEx*, que se diferencia no mercado de defesa por meio da PT, têm condições de competir no mercado com empresas gigantes tradicionais, fornecedoras para as Forças Armadas na área de Logística.

Figura 4: Infográfico sobre Programa de Aplicação em 3D nas Forças Armadas da Holanda

Impressão em 3D no Ministério da Defesa

De detentores de armas a sistemas completos

Com a ajuda de impressoras 3D, é possível criar produtos avançados a partir de uma variedade de materiais. No Ministério da Defesa, isso nos ajuda a reduzir os prazos de entrega e a aumentar a capacidade de utilização.

O centro AM irá coordenar essa impressão em 3D. No mapa AM, encontrará o caminho a seguir.

Fase 1: Coleta de Conhecimento

0-2 yr.

As peças pequenas e existentes são substituídas ou ajustadas. Diferentes departamentos realizam experiências.

Roadshow com Impressoras 3D

Caso de negócios

Formação de contratos e requisitos

Desde o início, o Centro AM continua a ser o principal ponto de contato e recolhe dados ao longo do processo.

Fase 2: Aplicando a impressão 3D

2-5 yr.

Toda a nossa organização utiliza impressoras 3D. Por exemplo, (para criar) materiais maiores e personalizar diferentes peças.

Base de dados centralizada com desenhos

Reparação de danos de batalha

Trabalhando em conjunto com a indústria

O centro AM se expande para um centro de conhecimento e apóia a utilização de impressora 3D.

Fase 3: Todos no Ministério da Defesa imprimem

5+ yr.

É possível utilizar a impressão em 3D onde quer que esteja no campo, o que inclui sistemas complicados ou mesmo alimentos e medicamentos.

Compras centralizadas

Reciclagem de materiais

Criação de Desenhos

O centro AM funciona como um centro em uma rede de impressão 3D para o Ministério da Defesa e coordena novos desenvolvimentos.

Fonte: Ministério da Defesa holandês.
Tradução Nossa.



A expectativa é que, na guerra do futuro, estudos prospectivos cada vez mais orientem empresas e exércitos a desenvolver soluções logísticas em tecnologia 3D, para desenvolver munições, bombas inteligentes e armas leves nos TO.

Nos últimos anos, a Robótica tem sido amplamente empregada nos TO. As indústrias de robótica comercial e militar, tanto dos EUA quanto da China, estão crescendo, vertiginosamente, em tamanho e em qualidade, para atender às demandas do setor de manufatura e às capacidades militares.

Em 2016, o Centro de Pesquisa e Análise de Inteligência (CIRA), da empresa privada *Defense Group Inc.* (DGI), elaborou um relatório com estudo prospectivo para a Comissão de Revisão de Segurança e Economia dos Estados Unidos-China sobre Robótica Industrial e Militar [da China]. Os militares chineses empregam cada vez mais drones, aumentando capacidades Anti-acesso/ Negação de Área (A2 / AD) em terra, mar e ar, fornecendo inteligência, vigilância e suporte de reconhecimento para ataques precisos de longo alcance. Os militares chineses também têm investido, significativamente, em contramedidas de sistemas não tripulados estrangeiros que, segundo esse relatório, é adquirido por meios ilícitos, informais e formais, podendo provocar surpresas tecnológicas aos EUA (RAY, ATHA et al, 2016, p. 9). Cabe sinalizar a alta suscetibilidade de drones a interferências eletrônicas (Guerra Eletrônica)

e o alcance limitado da maioria dos drones, sobretudo, em operações em grande profundidade.

As empresas que mais participam do mercado de robótica militar são: as americanas *FLIR Systems*, *Lockheed Martin Corporation*, *General Dynamics Corporation*; as britânicas *BAE Systems* e *QinetiQ*, e a sueca *Saab AB*. Embora a China seja um dos países que mais tem investido em robótica militar, o relatório especula, com base em informações concedidas por importante oficial chinês, que “a indústria de robótica industrial do país é atormentada por baixa qualidade, superinvestimento e muita duplicação” (RAY, ATHA et al, 2016, p. 9). No entanto, essa especulação pode ser atribuída também ao mercado global de robótica, o qual registra, na atualidade, altos custos operacionais, pouca confiabilidade nos sistemas de *hardware* e *software* dos robôs, necessidade de fonte de alimentação contínua e alcance limitado.

Em relatório de análise do mercado de robôs militares de 2019, registrou-se que o

tamanho do mercado de robôs militares estava projetado para crescer de US \$ 14,5 bilhões, em 2020, para US \$ 24,2 bilhões, em 2025, a um CAGR de 10,7% de 2020 a 2025. Os motivadores para esse mercado incluem o uso crescente de robôs em áreas afetadas por ataques químicos, biológicos, radiológicos e nucleares (CBRN), o aumento do uso de robôs para contramedidas contra minas e o uso crescente de UAVs em missões que ameaçam a vida (MARKETS AND MARKET ANALYSIS, 2019).

Figura 5: Oportunidades atrativas no mercado de robôs militares



Fonte: Markets and Markets Analysis

Na **figura 5**, é possível vislumbrar as diversas oportunidades apresentadas pelo mercado global de robôs militares, sobretudo, em cenários de ataques militares ou catástrofes Química, Biológica, Radiológica e Nuclear (QBRN). O relatório descreveu os robôs militares mais empregados em 2011, na central nuclear de Fukushima Daiichi, após desastre natural provocado por maremoto no Japão: (1) robôs para capturar imagens de áreas afetadas; (2) canhões de água autônomos para combate a incêndios; (3) robôs de construção pesada para a demolição de estruturas afetadas pela radiação; e (4) robôs para remoção de entulho. Além de limpar áreas de destroços causados pelo derretimento nuclear, controlar a propagação da radiação e desligar o reator nuclear,

numerosos robôs modelo *PackBot*¹⁶ foram empregados para capturar imagens das áreas afetadas, a fim de avaliar as consequências do desastre e permitir inspeções rápidas além da linha de visão (MARKETS AND MARKET ANALYSIS, 2019).

Os líderes militares e estrategistas chineses acreditam que a natureza da guerra estivesse mudando fundamentalmente, devido às plataformas não tripuladas. Apoio de alto nível e financiamento generoso para pesquisa e desenvolvimento de robótica e sistemas não tripulados levaram a uma miríade de institutos dentro da indústria de defesa da China e universidades (civis e militares), conduzindo pesquisas em robótica. A indústria militar de UAV da China é robusta e está crescendo rapidamente. Uma análise de mercado de 2014 prevê que, de 2013 a 2022, a demanda chinesa por UAVs militares crescerá 15% ao ano em média, passando de US \$ 570 milhões em 2013 para US \$ 2 bilhões em 2022. Os veículos terrestres e

¹⁶Modelo de robô fabricado pela *Endeavor Robotics* para operar em condições adversas, como navegação em terreno íngreme, exploração de cavernas nas montanhas, descida de encostas abruptas e travessia de rios.

marítimos não tripulados (subaquáticos e de superfície) estão fazendo progresso técnico e aparecem com mais frequência em exercícios militares, testes de sistema e competições da indústria (RAY, ATHA et al, 2016, p.p. 9-10).

O Exército Chinês utiliza pequenos robôs terrestres que são capazes de atravessar terrenos de difícil acesso, monitorando precisamente operações e realizando ataques cirúrgicos com alto poder de fogo. Esses robôs, além de ter grande mobilidade no terreno, movimentam-se em trilhas, como tanques de guerra; adaptam-se a terrenos complexos em campo aberto; portam dispositivos de visão noturna, metralhadoras e equipamentos de observação e detecção. Embora a operação desses robôs requeira controle humano, *experts* acreditam que, no futuro, soldados em missões perigosas de reconhecimento sejam substituídos por tecnologias robóticas semelhantes. “*Sistemas não tripulados gradualmente libertarão soldados humanos de trabalho físico pesado e perigo extremo e permitirão que eles se concentrem em tomar decisões de combate e EM realizar movimentos técnicos e táticos*” (GLOBAL TIMES, 2020).

Pensando na guerra do futuro, instituições públicas e empresas militares, além de desenvolverem avanços tecnológicos para permitir que soldados sejam substituídos por robôs em missões perigosas de reconhecimento, estão desenvolvendo também projetos e programas robóticos associados à IA para emprego militar. Exoesqueletos, por exemplo, reduzem o

consumo de oxigênio e melhoram a capacidade de mobilidade logística e operacional dos soldados. Existem diversas tecnologias robóticas inteligentes de exoesqueleto, tais como o *Berkeley Lower Extremity Exoesqueleto* (BLEEX), o *Raytheon XOS* e o *Human Universal Load Carrier* (HULC). Esses três exoesqueletos individuais de combate foram desenvolvidos para a Agência de Projetos de Pesquisa Avançada em Defesa (Darpa, sigla em inglês). O HULC foi, originalmente, desenvolvido em 2008 pela empresa estadunidense *Berkeley Bionics* (atual *Ekso Bionics*). Ele permite que soldados transportem cargas pesadas de até 91kg com tensão mínima em seus corpos, reduzindo lesões musculoesqueléticas agudas e crônicas e contornando problemas como sobrecarga, que afeta a capacidade e prontidão dos soldados. Em 2009, a empresa estadunidense *Lockheed Martin* adquiriu a licença de design do HULC. Conforme ilustra a **figura 6**,

[o HULC] é frouxo e flexível o suficiente para permitir agachamento, rastejamento e elevação superior do corpo do usuário. O sistema pesa 24kg sem baterias. O design é ajustável para atender usuários com uma altura de 1,62m a 1,88m. O exoesqueleto não requer nenhum mecanismo de controle externo, pois é controlado por um micro computador instalado dentro do sistema. O computador permite que o HULC sinta a exigência do usuário e se adapte à situação de acordo.¹⁷

¹⁷Para conhecer o *Human Universal Load Carrier* (HULC), acesse: <https://www.army-technology.com/projects/human-universal-load-carrier-hulc/>

Figura 6: HULC



Fonte: www.army-technology.com/projects/human-universal-load-carrier-hulc/

Em 2008, o Programa Conjunto de Defesa Química e Biológica (CBDP, sigla em inglês) do Departamento de Defesa dos EUA (DoD) despachou uma série de contratos com diversas instituições públicas e empresas de defesa para desenvolver, sigilosamente, o *Protection Ensemble Test Mannequin* (PETMAN), um robô antropomórfico para emprego militar em zonas de ataques químicos e biológicos pelo Exército dos EUA. Além da DARPA, estão também envolvidas no desenvolvimento desse robô militar humanoide as seguintes instituições e empresas: *Midwest Research Institute*, *Measurement Technology Northwest*, *Oak Ridge National Lab* e *Boston Dynamics*.

O robô usa atuação hidráulica e pernas articuladas com amortecedores para operações. O protótipo revelado tem um computador de bordo, vários sensores e outros sistemas de monitoramento interno. Suas funções são, atualmente, operadas através de controles sobre amarras. Ações humanas foram implantadas no robô usando estudos realizados em sistemas de captura de movimento.¹⁸

Em 2010, a empresa sul coreana *DoDAAM* desenvolveu e tem exportado para países asiáticos, principalmente, uma arma robótica inteligente denominada *Super aEgis II*. Ela opera sobre uma plataforma automatizada, portando um giroscópio estabilizador para precisão de tiro, usando imagens térmicas para rastrear e identificar

¹⁸Para conhecer o *Protection Ensemble Test Mannequin*, acesse: <http://www.army-technology.com/projects/petman/>

alvos a 3km de distância. Também opera com dispositivos de visão noturna, conectada via cabo *ethernet* a um computador instalado próximo à plataforma. Funciona independentemente de condições meteorológicas e é capaz de abater alvos em movimento sem a necessidade de operação humana. “*Em seu design original, o Super aEgis II tinha a intenção de executar todos as etapas do processo de forma totalmente autônoma. Foi construído com uma interface de fala que permite interrogar e avisar alvos detectados*” (BOULANIN, VERBRUGGEN, 2017, p.46). Após compradores asiáticos externarem preocupações com eventuais erros operacionais com seus *Super aEgis II*, a *DODAAM* revisou o sistema, introduziu protocolos de salvaguardas e incluiu o modo humano no circuito robótico inteligente.

O *Super aEgis II*, a torre automatizada mais vendida da Coreia do Sul, não disparará sem antes receber um ‘OK’ de um humano. O operador humano deve primeiro inserir uma senha no sistema do computador para desbloquear a capacidade de disparo da torre. Em seguida, eles devem dar a entrada manual que permite que a torre atire (BBC, 2015).

É possível especular também sobre a associação da Robótica à IA e à impressão 3D, à medida que essa combinação tecnológica tem condições de promover profundas inovações disruptivas na guerra do futuro. *Experts* futurologistas argumentam que robôs ganharão autonomia e inteligência, no futuro, para que, por exemplo, imprimam peças em 3D ou determinem, digitalmente, a melhor localização para estruturas nos TO.

As sociedades, em geral, não fazem ideia do quanto são dependentes das TI e do quanto depositam suas vidas nas redes cibernéticas, as quais supõem ser seguras. Frequentemente, governos, Forças Armadas e entidades civis sofrem ataques cibernéticos de ameaças invisíveis que podem ser patrocinadas por Estados, terroristas e/ou grupos mercenários. A interdependência tecnológica, associada à interconectividade da *Internet*, tem trazido grandes desafios cibernéticos, no uso desde eletrodomésticos a grandes plataformas militares, exigindo, em especial, dos Estados sistemas de Defesa Cibernética que detectem rapidamente *patch*¹⁹ automatizados e escaláveis, bem como processadores cada vez mais velozes. Em geral, as práticas tradicionais de pronta resposta de TI a ataques cibernéticos envolvem os seguintes passos: (1) identificar o código invasor; (2) desligar os sistemas afetados; (3) criar *patch* de segurança para impedir novos ataques específicos; e (4) aplicar esses *patch* em toda a rede. Essas práticas se tornaram obsoletas na Defesa Cibernética, a partir do momento em que, por exemplo, os agressores podem realizar alterações no *malware* que contorna os *patch* e distribuir o novo *malware* alterado em grande escala. Em dezembro de 2012, a DARPA criou o programa Defesa Cibernética Ativa (ACD, sigla em inglês) “*para ajudar a reverter o desequilíbrio existente, fornecendo*

¹⁹ São programas computacionais criados para atualizar ou corrigir softwares para melhorar seu uso e/ou performance.

aos defensores cibernéticos uma vantagem de "campo doméstico": a capacidade de realizar operações defensivas que envolvem engajamento direto com adversários sofisticados no ciberespaço controlado pelo DoD,²⁰.

O ACD busca descobrir, definir, analisar e mitigar ameaças e vulnerabilidades cibernéticas, por meio uma coleção de recursos sincronizados em tempo real. Apesar de a DARPA afirmar que o ACD é de natureza defensiva e que não utiliza os recursos do programa para promover ataques cibernéticos, essa coleção de recursos proativos permite que os defensores cibernéticos interrompam e neutralizem mais facilmente os ataques cibernéticos, à medida que eles acontecem.²¹

5. Conclusão

O nível de sofisticação e de qualidade dos sistemas de armas e o alto custo de produção impactaram, significativamente, o mercado de exportação de defesa. Diversas empresas, no final da década de 1970, já não mais conseguiam competir por mercado com empresas estadunidenses. As reformulações na política de exportação de produtos de defesa provocaram diversos tipos de fusões e versatilizaram métodos de aquisições de defesa.

Em geral, o método mais recorrido é a compra de oportunidade. No entanto, as objeções críticas e contrárias a esse método têm contribuído para aperfeiçoá-lo, utilizando-se de forma combinada de outras ferramentas integradas, como o THOR, para gerar resultados mais eficientes, mais seguros e mais precisos.

Nesse terceiro ensaio, recomendamos que a cooperação e a transferência de alta tecnologia internacional, em grandes programas e projetos militares, sejam concebidas sob a ótica econômica *neoshumpeteriana*, ou seja, como parte do processo de inovação, e que sejam estabelecidas como parcerias estratégicas entre Estados. Essa ideia baseia-se no fato de que somente Estados e grandes organizações militares internacionais, como a OTAN, têm boas condições de: financiar grandes programas e projetos da alta tecnologia no longo prazo; assumir grandes riscos; promover a formação, qualificação e capacitação de recursos humanos estratégicos; celebrar acordos no âmbito de fóruns mundiais; garantir acesso ao conhecimento científico e às novas tecnologias; e formular políticas públicas que beneficiem a consolidação dos termos da parceria como política de Estado.

Quanto à migração de cérebros, sinalizamos, assertivamente, que, na impossibilidade de haver uma importação ou um repatriamento de pessoal altamente qualificado, as instituições adotem, em suas

²⁰ Para conhecer o ACD, acesse: <https://www.darpa.mil/program/active-cyber-defense>

²¹ Para conhecer o ACD, acesse: <https://www.darpa.mil/program/active-cyber-defense>

culturas organizacionais, as inovações emergentes de Comunicação e de IoT, para que esse pessoal altamente qualificado possa contribuir, simultaneamente, com progresso tanto nos países que o receberam quanto nos seus países de origem.

SPE, *golden share* e Consórcios são métodos de aquisições mais utilizados quando o Estado decide não ser o ator central de atividades econômicas que envolvam o desenvolvimento de novos produtos ou novos planos de negócio de grandes riscos financeiros. Assim, utiliza-se desses métodos, compartilhando riscos entre seus sócios e desenvolvendo, em associação, grandes empreendimentos que uma empresa sozinha não teria condições de assumir.

Embora sejam modelos corporativos da década de 1970, *spin-off* e *startups* têm surgido mais no mercado brasileiro, sobretudo, no de defesa, na atual conjuntura. Demonstram-se extremamente viáveis, quando um produto ou um modelo de negócio se destaca em uma empresa, para evitar o comprometimento de outras linhas de produção e de suas equipes. Atualmente, o governo brasileiro mantém 134 estatais vinculadas diretamente à União. Infelizmente, o empreendedorismo de base científico-tecnológica não pertence à cultura organizacional das empresas públicas e privadas brasileiras. Predomina-se o método de compra de oportunidade com resultados pouco eficientes e pouco confiáveis. Em verdade, compra-se muito material e

tecnologia do exterior e, geralmente, paga-se um preço alto no mercado pelos insumos, os quais já estão com o ciclo de vida em decadência. No EB, o retrospecto histórico de aquisições de defesa não é diferente das demais instituições brasileiras. O leque de opções disponibilizadas em estudos prospectivos, como nesse ensaio, pode contribuir para que a Força Terrestre aperfeiçoe seu sistema de compras e amplie de forma eficiente, confiável e atualizada seu portfólio de capacidades militares. Além disso, também permite aprimorar sua cultura organizacional quanto às aquisições de defesa.

No desenvolvimento e na produção de quase todas as tecnologias emergentes e disruptivas citadas, há a liderança tecnológica dos seguintes países: EUA, Inglaterra, França, Rússia e China. São Estados que dominam tecnologias com potencial dissuasório na guerra do futuro e exercem seu poder estrutural no sistema político-financeiro global. As grandes empresas de defesa desses países, tradicionalmente, vencem grandes licitações e contratos bilionários das estruturas de defesa e das Forças Armadas de diversos países. No entanto, essas empresas têm encontrado dificuldades para se adequar à atual conjuntura e aos novos tempos de incertezas, os quais exigem produtos inovadores com custos mais acessíveis, processos de gestão e gerenciamento mais otimizados e modelos de negócios mais sustentáveis e adequados a todos os tipos de cenários, em tempos de paz e de guerra.

Nesse sentido, empresas menores, com estratégias de *spin off* e *startups*, que adotam, constantemente, ferramentas de PT na linha de produção e na gestão de grandes programas, dispõem de vantagens altamente competitivas no mercado de exportação. Ao

oferecerem produtos mais acessíveis, mais eficientes, mais seguros e mais sustentáveis, economicamente, esses modelos corporativos demonstram total sintonia com objetivos estratégicos e de aquisições de defesa do EB.

Referências

BARBOSA, Denis Borges. Tipos de Contratos de propriedade industrial e transferência de tecnologia. Ed. Lumen, 2002 Disponível em: https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&e&src=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi7_PD-hcbKAhUCNSYKHfPiAnIQFggtMAM&url=http%3A%2F%2Fdenisbarbosa.addr.com%2F130.doc&usg=AFQjCNFdJL-wfS-CiKRjfwzFoKB5NYmWOg&bvm=bv.112454388,d.eWE Acesso: 02 mar. 2021.

BERTERO, Carlos Osmar. Resenha. Formação da comunidade científica no Brasil de Simon Schwartzman. Revista de Administração de Empresas. Vol. 19, nº 3 São Paulo. Jul/Set 1979. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75901979000300011 Acesso: 03 mar. 2021.

CÔRTEZ, Mauro R. PINHO, Marcelo. FERNANDES, Ana Cristina. SMOLKA, Rodrigo B. BARRETO, Luiz C. M. Cooperação em empresas de base tecnológica: uma primeira avaliação baseada numa pesquisa abrangente. São Paulo em Perspectiva. V. 19, n. 1, jan./mar. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/spp/v19n1/v19n1a07.pdf> Acesso: 03 mar. 2021.

DATHEIN, Ricardo. (Org) Desenvolvimentismo: o conceito, as bases teóricas e as políticas [online]. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003. Disponível em: <https://www.google.com.br/books/edition/Desenvolvimentismo/6HtcDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1&printsec=frontcover> . Acesso: 02 mar. 2021.

HARTLEY, Keith. O futuro da Política de Aquisições na Indústria Europeia de Defesa. Nação & defesa., Nº 90 – 2ª Série. Verão 1999. Disponível em:

https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/1498/1/NeD90_KeithHartley.pdf Acesso: 02 mar. 2021.

ANDRADE FILHO, José Roberto de. Empresa e poder nas relações internacionais: uma abordagem a partir das ideias de Susan Strange. Dissertação (Mestrado), Pós-Graduação da FGV/EAESP, São Paulo, 2002. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/4976> Acesso: 31 mar. 2021.

BERLINK, Manoel Tosta. SAN'ANNA, Vanya M. A "evasão de cérebros" brasileiros para os Estados Unidos da América: análise da situação sugestões para uma política de retorno. Revista de Administração de Empresas. vol. 12 no.2 São Paulo Apr./June 1972. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-75901972000200002&script=sci_arttext Acesso: 02 mar. 2021.

BOULANIN, Vincent. VERBRUGGEN, Maaik. Mapping the development of autonomy in weapon systems. Stockholm International Peace Research Institute. 2017. Disponível em: https://www.sipri.org/sites/default/files/2017-11/siprireport_mapping_the_development_of_autonomy_in_weapon_systems_1117_1.pdf Acesso: 1º mar. 2021.

CORRÊA, Fernanda. Dissuasão Nuclear, Capacidades Militares e Transformação da Defesa das Forças Armadas francesas. Revista Análise Estratégica. Vol 14 (4). Set/ Nov 2019. Disponível em: <http://ebrevistas.eb.mil.br/CEEExAE/article/view/3196/2566> Acesso: 04 mar. 2021.

CORRÊA, Fernanda. E-Bomb na Defesa Nuclear do Exército Brasileiro em Cenários de Guerra: Uma análise sobre a relação ciência, tecnologia e poder nos séculos XX e XXI. Revista da Escola Superior de Guerra, v. 34, n. 71, maio/ago. 2019.

Disponível em:
<https://revista.esg.br/index.php/revistadaesg/artic/e/download/1086/890/> Acesso: 1º mar. 2021.

CORRÊA, Fernanda. Políticas & Aquisições de Defesa: uma análise histórica da parceria estratégica França-Brasil nos séculos XX e XXI. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ciência Política, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016. Disponível em:
<http://www.dcp.uff.br/wp-content/uploads/2020/01/Tese-de-2016-Fernanda-das-Gra%C3%A7as-Corr%C3%AAa.pdf> Acesso: 1º mar. 2021.

DA COSTA, Luiz Henrique Ferreira. COSTA, Jean-Marc. LIMA, Thiago Fernandes. Implementação do apoio logístico integrado em compras de oportunidade: estudo de caso da aquisição do navio doca multipropósito (NDM) Bahia. Acanto em Revista, v. 5 n. 5, 2018. Disponível em:
<https://portaldeperiodicos.marinha.mil.br/index.php/acantoemrevista/article/view/144/155> Acesso: 02 mar. 2021.

DODANI, Sunita. LAPORTE, Ronald E. Brain drain from developing countries: how can brain drain be converted into wisdom gain? Journal of the Royal Society of Medicine. 98(11), Nov 2005. Disponível em:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1275994/> Acesso: 02 mar. 2021.

DOMINGUES, Amanda Almeida. COSTA, Maria Conceição da. As políticas públicas de cooperação internacional em C&T: uma análise particular. I Semana de Pós Graduação em Ciência Política. Umniversidade Federal de São Carlos, UFSCar, SP. 2014. Disponível em:
<http://www.semecip.ufscar.br/wp-content/uploads/2014/12/As-pol%C3%ADticas-p%C3%BAblicas-de-coopera%C3%A7%C3%A3o-internacional-em-CT-uma-an%C3%A1lise-particular.pdf> Acesso: 04 mar. 2021.

FERRAZ, Janaynna de Moura. TEIXEIRA, Rivanda Meira. A criação de spin-offs corporativos: analisando a relação da organização-mãe e o spin-off. VIII Encontro de estudos em empreendedorismo e gestão de pequenas empresas. Goiânia, 24 a 26 de março de 2014. Disponível em: <egepe.org.br/anais/tema01/43.pdf> Acesso: 30 mar. 2021.

FERRAZ, Janaynna de Moura. TEIXEIRA, Rivanda Meira. A criação de spin offs corporativos: relação com a organização mãe na perspectiva dos recursos. Revista Alcance [Eletrônica], V. 22, Nº 2. Abr./jun. 2015. Disponível em:
<https://www.redalyc.org/pdf/4777/477747167005.pdf> Acesso: 30 mar. 2021.

FÉRES, Marcelo Andrade. As sociedades de propósito específico (SPEs) no âmbito das parcerias público-privadas (PPPs): algumas observações de direito comercial sobre o art. 9º da lei n. 11.079, de 30 de dezembro de 2004. Revista Jurídica Virtual - Brasília, vol. 7, n. 75, out./nov. 2005. Disponível em:
<https://revistajuridica.presidencia.gov.br/index.php/saj/article/viewFile/483/476> Acesso: 29 mar. 2021.

FREITA, Breno Vieira de. Compras e contratações públicas no exterior: uma proposta de mudança para o Departamento de Ciência e Tecnologia do Exército Brasileiro. Dissertação de Mestrado, Escola de Administração Pública, Instituto Brasiliense de Direito Público. 2019. Disponível em:
<https://repositorio.idp.edu.br/handle/123456789/2549> Acesso: 02 mar. 2021.

Gastos militares globais têm maior aumento anual em uma década, diz relatório. DW, 27 de abril de 2020. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/gastos-militares-globais-t%C3%AAm-maior-aumento-anual-em-uma-d%C3%A9cada-diz-relat%C3%B3rio/a-53260304> Acesso: 02 mar. 2021.

KATO, Erika Mayumi. GOBARA, Caio. ROSSONI, Luciano. CUNHA, Sieglinde Kindl da. Padrões de cooperação tecnológica entre setores na indústria brasileira: uma análise quantitativa dos dados da PINTEC 2001-2003. RAI -Revista de Administração e Inovação, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 126-140, 2008. Disponível em:
<https://www.revistas.usp.br/rai/article/view/79124/83196> Acesso: 03 mar. 2021.

Killer robots: The soldiers that never sleep. BBC, 15 de julho de 2015. Disponível em:
<https://www.bbc.com/future/article/20150715-killer-robots-the-soldiers-that-never-sleep?ocid=fbfut> Acesso: 02 mar. 2021.

LONGO, Waldimir e. Ciência e Tecnologia: evolução, inter-relação e perspectivas. Artigo originalmente publicado na revista A Defesa

Nacional e revisado em Julho de 2004. Disponível em:

http://ucbweb.castelobranco.br/webcaf/arquivos/23813/7857/AULA_1_082_Desenvolvimento_Cientifico_e_Tecnologico.pdf Acesso: 02 mar. 2021.

MARKETS AND MARKET ANALYSIS. Military Robots Market – 2017-2025. Markets and Markets Analysis. 2019. Disponível em: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/military-robots-market-245516013.html> Acesso: 31 mar. 2021.

MATTOS, João Roberto Loureiro de. GUIMARÃES, Leonam dos Santos. Gestão da Tecnologia e Inovação: uma abordagem prática. São Paulo: Saraiva, 2005.

MESQUITA, Maria Dá. O vetor militar no combate ao terrorismo: novos desafios, nova estratégia? JSTOR - Instituto da Defesa Nacional. 2013. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/pdf/resrep19111.3.pdf> Acesso: 02 mar. 2021.

QUINTANILLA, Glória. Dutch Army starts cooperation with DiManEx to solve spare part supply challenges with an end-to-end service for 3D Manufacturing. DIMANEX, May 14, 2018. Disponível em: <https://www.dimanex.com/2018/05/14/dutch-army-starts-cooperation-with-dimanex-to-solve-spare-part-supply-challenges-with-an-end-to-end-service-for-3d-manufacturing/> Acesso: 31 mar. 2021.

RAY, Jonathan.ATHA, Katie. et Al. China's Industrial and Military Robotics Development. Research Report Prepared on Behalf of the U.S.-China Economic and Security Review Commission October 2016. Disponível em: https://www.uscc.gov/sites/default/files/Research/DGI_China's%20Industrial%20and%20Military%20Robotics%20Development.pdf Acesso: 31 mar. 2021.

Robot warriors join Chinese military arsenal, will free soldiers from dangerous missions. Global Times, 14 de abril de 2020. Disponível em: <https://www.globaltimes.cn/content/1185595.shtml> Acesso: 02 mar. 2021

RIBEIRO DA SILVA, Estefania. Composição e determinantes da fuga de cérebros no mercado de trabalho formal brasileiro: uma análise de dados em painel para o período 1995-2006. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em

Economia, Faculdade de Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). 2009. Disponível em:

<http://repositorio.ufjf.br:8080/jspui/bitstream/ufjf/2805/1/estefaniaribeirodasilva.pdf> Acesso: 02 mar. 2021.

Rússia pode ter tanque Armata feito em impressora 3D. Sputnik Brasil, seis de fevereiro de 2016. Disponível em: <https://br.sputniknews.com/defesa/201602063512839-russia-tanque-armata-feito-impressora-3D/> Acesso em: 02 mar. 2021.

SCOTT, David. ROBIE, David. Energia Dirigida. A visão futura. ASPJ. 4º Trimestre 2009. Disponível em: <http://www.au.af.mil/au/afri/aspj/apjinternational/apj-p/2009/4tri09/scott.html> Acesso: 02 mar. 2021.

SCHMIDT, Flávia de Holanda. Ciência, Tecnologia e Inovação em Defesa: notas sobre o caso do Brasil. Radar nº 24 - Fevereiro de 2013. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5368/1/Radar_n24_Ci%C3%Aancia.pdf Acesso: 02 mar. 2021.

SHIKIDA, Pery Francisco Assis. BACHA, Carlos José Caetano. Notas sobre o modelo schumpeteriano e suas principais correntes de pensamento. Teor. Evid. Econ., Passo Fundo, v. 5, n. 10, maio 1998. Disponível em: <http://www3.ceunes.ufes.br/downloads/2/jjuniorsan-Shikida%20e%20Bacha.pdf> Acesso: 02 mar. 2021.

TENÓRIO, Fabricio Maione. SANTOS, Marcos dos. GOMES, Carlos Francisco Simões. ARAÚJO, Jean de Carvalho. Estratégia para compra de oportunidade de uma fragata para a Marinha do Brasil a partir do método multicritério THOR. Revista Valor, Volta Redonda, 5 (edição especial), 2019. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/498/375> Acesso: 02 mar. 2021.

Venda de drones por empresa dos EUA estaria por trás de possível guerra com Irã, aponta relatório. Sputnik Brasil, 23 de junho de 2019. Disponível em: https://br.sputniknews.com/oriente_medio_africa/2019062314101910-venda-de-drones-por-empresa-dos-eua-estaria-por-tras-de-possivel-guerra-com-ira-aponta-relatorio/ Acesso: 02 mar. 2021