

Oportunidades e desafios das tecnologias emergentes

A importância da indústria aeroespacial para o Brasil

DOUTOR PROFESSOR PETERSON FERREIRA DA SILVA

Uma série de inovações e tecnologias estão transformando os negócios, a economia e a vida em sociedade em escala global. Novas tecnologias trazem oportunidades e vulnerabilidades para os países mais desenvolvidos e, ao mesmo tempo, estão contribuindo para aumentar o *gap* tecnológico em relação aos países em desenvolvimento, especialmente no que se refere aos campos da segurança e da defesa nacionais.

Atualmente, entre as tecnologias denominadas de emergentes ou disruptivas estão, por exemplo, a robótica avançada, a Internet das Coisas (*Internet of Things* – IoT), a manufatura aditiva (*3D printing*), os Veículos Autônomos (*Autonomous Vehicles*), a Realidade Aumentada e Virtual (*Augmented and Virtual Reality*) e a Inteligência Artificial (*Artificial Intelligence* – AI).¹

Essas tecnologias também estão trazendo oportunidades para a segurança e a defesa de vários países. Por um lado, novas possibilidades foram abertas para as mais modernas forças armadas do mundo. Ambientes de treinamento *Live-Virtual-Constructive* (LVC), por exemplo, oferecem cenários virtuais de alta fidelidade e com uso intensivo de produtos comerciais padronizados (*Commercial Off-the-Shelf* – COTS), colaborando para a redução de custos e para a maior efetividade da formação de pilotos.² Ferramentas baseadas em *Big Data* e em Inteligência Artificial oferecem análises mais apuradas de diversas questões, variando desde a gestão do ciclo de vida de aeronaves ao planejamento de campanhas militares inteiras.³ Pesquisas envolvendo enxames de pequenos veículos aéreos não-tripulados (*Drone Swarm*) estão evoluindo rapidamente, sendo que, no futuro próximo, poderão até mesmo ser empregados em ambientes urbanos sob comando de forças terrestres.⁴ O desenvolvimento das impressoras 3D já indica interessantes alternativas logísticas em termos de prazos, escalas de produção e custos.⁵

Quando consideradas em conjunto, observa-se que essas novas tecnologias reforçam o incremento umas das outras. O *Office of Naval Research* dos Estados Unidos, por exemplo, fechou, em 2018, um contrato com a empresa Lockheed Martin para explorar como o Aprendizado das Máquinas (*Machine Learning*) e a Inteligência Artificial podem fazer com que impressoras 3D se tornem mais con-

fiáveis, poupando horas de inspeções pós-produção.⁶ No Reino Unido, iniciativas como o *Defence Security Accelerator* (DASA) estão financiando inovações com potencial de repercussões para a segurança e a defesa nacionais, como pesquisas na área de Análise Comportamental (*Behavioural Analytics*), utilizando-se da vasta quantidade de dados gerados pelo avanço das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), os quais são explorados pelos avanços obtidos em *Big Data* e Inteligência Artificial.⁷

Por outro lado, essas mesmas tecnologias disruptivas abrem um novo leque de vulnerabilidades e ameaças. A proliferação de tecnologias missilísticas avançadas, o rápido desenvolvimento da guerra eletrônica e, especialmente, o crescimento do campo cibernético já são desafios conhecidos pelas principais potências. O problema é que a ascensão de tecnologias emergentes como a Inteligência Artificial e a Computação Quântica promete catalisar o ambiente de ameaças. Assim, a utilização de IA para o aperfeiçoamento de mísseis traz reflexos até no campo da dissuasão nuclear.⁸ Em breve, radares e satélites baseados em tecnologias quânticas (*Quantum Radar*) poderão representar uma grande ameaça às mais modernas aeronaves detentoras de tecnologias furtivas (*stealth*).⁹

É nesse contexto que as principais potências têm investido pesadamente nessas novas tecnologias com o intuito de tentar acompanhar a avalanche de transformações. A França, por exemplo, pretende investir US\$ 1,85 bilhões em IA até 2022.¹⁰ No Reino Unido, estima-se que cerca de US\$ 1,4 bilhões serão alocados nesse segmento como resultado de uma parceria envolvendo investidores japoneses e canadenses.¹¹ Os EUA lançaram, em setembro de 2018, o *National Quantum Initiative Act*, com o objetivo de acelerar as pesquisas nesse setor tendo em vista sua importância para o futuro da economia e da segurança nacional.¹² Já a Alemanha anunciou a criação de uma organização federal similar à norte-americana *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA), a fim de explorar tecnologias avançadas de defesa, como a cibernética.¹³ Na Rússia, Vladimir Putin chegou a afirmar que quem dominar a IA ‘governará o mundo’, sendo que os investimentos nesse segmento no país giram em torno de US\$ 12,5 milhões por ano.¹⁴ O destaque, todavia, é a ambição da China em se tornar líder mundial em IA em 2030, buscando desenvolver todo um setor industrial dedicado a essa área estimado em cerca de US\$ 145 bilhões.¹⁵

O Brasil diante da questão do crescente *gap* tecnológico

Se acompanhar tais mudanças profundas nos campos da segurança e da defesa nacionais é um grande desafio para as principais potências militares, o

que forças armadas de países como o Brasil estão fazendo diante dessas complexas transformações tecnológicas?

Os esforços brasileiros em aproximar de forma mais sistemática os passos dados em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) nos setores militares e civis ganharam um novo fôlego após a criação em 1999 do Ministério da Defesa. Em 2003, por exemplo, foi lançado o documento “Concepção Estratégica: ciência, tecnologia e inovação de interesse da defesa nacional”. Uma das contribuições desse documento foi a definição de 23 tecnologias classificadas como “de interesse da defesa nacional”: (1) Fusão de Dados; (2) Microeletrônica; (3) Sistemas de Informação; (4) Radares de Alta Sensibilidade; (5) Ambiente de Sistemas de Armas; (6) Materiais de Alta Densidade Energética; (7) Hipervelocidade; (8) Potência Pulsada; (9) Navegação Automática de Precisão; (10) Materiais Compostos; (11) Dinâmica dos Fluidos Computacional - CFD; (12) Sensores Ativos e Passivos; (13) Fotônica; (14) Inteligência de Máquinas e Robótica; (15) Controle de Assinaturas; (16) Reatores Nucleares; (17) Sistemas Espaciais; (18) Propulsão com Ar Aspirado; (19) Materiais e Processos em Biotecnologia; (20) Defesa Química, Biológica e Nuclear (QBN); (21) Integração de Sistemas; (22) Supercondutividade; (23) Fontes Renováveis de Energia.¹⁶

Apesar da definição dessas 23 tecnologias, ocorreram poucas encomendas tecnológicas significativas nessas áreas por parte das Forças Armadas nos quatro anos posteriores (2004-2007). Mesmo após o lançamento em 2005 da Política de Defesa Nacional (PDN)¹⁷ e da Política Nacional da Indústria de Defesa (PNID),¹⁸ observam-se poucos reflexos práticos nas aquisições de defesa brasileiras. Na Força Aérea Brasileira (FAB), por exemplo, verifica-se que o processo de compra de novos caças começou em 1995, foi suspenso no início do governo Lula em 2003 e foi retomado em 2006, sendo de fato definido apenas em 2013 com a escolha dos caças de origem sueca *Gripen*.¹⁹

Estratégia Nacional de Defesa Brasileira de 2008: os setores prioritários cibernético, espacial e nuclear

Em 2008, o tema Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) para a Defesa Nacional pode ser considerado um dos destaques da Estratégia Nacional de Defesa (END). Este documento indicou a importância de um planejamento nacional para o desenvolvimento de produtos de alto conteúdo tecnológico, com apoio de esforços coordenados entre Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs) civis e militares, da indústria e de universidades. A END 2008 definiu três eixos estruturantes: (1) reorganização das Forças Armadas, (2)

reestruturação da indústria de defesa e (3) redefinição dos efetivos das Forças Armadas.²⁰

A END 2008 buscou estabelecer recursos orçamentários regulares com objetivo de desenvolver e fabricar, dentre outros: (1) aeronaves de caça e de transporte; (2) submarinos convencionais e de propulsão nuclear; (3) meios navais de superfície; (4) armamentos inteligentes, como mísseis, bombas e torpedos, dentre outros; (5) veículos aéreos não-tripulados; (6) sistemas de comando e controle e de segurança das informações; (7) radares; (8) equipamentos e plataformas de guerra eletrônica; (9) equipamento individual e sistemas de comunicação do combatente do futuro; (10) veículos blindados; (11) helicópteros de transporte de tropa, para o aumento da mobilidade tática, e helicópteros de reconhecimento e ataque; (12) munições; e (13) sensores óticos e eletro-óticos.

A ambiciosa END 2008 permitiu o surgimento de uma agenda de vários projetos militares brasileiros na Marinha, no Exército e na Força Aérea. Um primeiro esboço do portfólio de projetos foi divulgado em 2012 no primeiro Livro Branco de Defesa Nacional (LBDN).²¹ No campo aeroespacial, por exemplo, em 2008 foi assinado um contrato para a subsidiária da *Airbus Helicopters* no Brasil, a *Helibras*, fabricar 50 helicópteros EC725/H225M.²² No mesmo ano foram adquiridos da Rússia 12 helicópteros Mi-35M,²³ mas as negociações envolvendo a aquisição de baterias de defesa aérea *Pantsir-S1* não foram concretizadas.²⁴ Também foi retomado com novo ímpeto o desenvolvimento doméstico de Veículos Aéreos Não Tripulados (*Unmanned Aerial Vehicle – UAV*), como o “Falcão” (800-kilo class), desenvolvido por uma *joint venture* formada em 2011 pelas empresas brasileiras *Embraer* e *Avibras*, bem como pela *AEL Sistemas* (subsidiária da empresa israelense *Elbit Systems* no Brasil).²⁵ Em 2009 a *Embraer*, principal empresa do segmento aeroespacial brasileiro, lançou o projeto da aeronave KC-390, buscando conquistar o segmento global até então ocupado pelas aeronaves C-130 produzidas pela *Lockheed Martin*.²⁶ Paralelamente, o Ministério da Defesa, a *FINEP (Brazilian Innovation Agency)*, a *AEB (Brazilian Space Agency)* e o *BNDES (National Development Bank)* lançaram em 2013 o Plano de Apoio Conjunto *Inova Aerodefesa*, com o objetivo de apoiar a inovação em produtos, processos e serviços nos complexos industriais aeroespacial, de defesa nacional e de segurança pública, disponibilizando inicialmente R\$2,9 bilhões.²⁷ Por fim, cabe destacar a conclusão do processo de escolha do novo caça da Força Aérea Brasileira (FAB) a favor da aeronave *Gripen*, produzido pela sueca *SAAB*.

No entanto, a partir de 2013 uma crise política e econômica começou a se instalar no Brasil,²⁸ culminando na consolidação do *impeachment* da presi-

dente Dilma Rousseff em 2016.²⁹ Os efeitos dessa crise nos gastos militares brasileiros foram imediatos.³⁰ Vários contratos envolvendo projetos militares enfrentaram problemas e foram renegociados. A empresa Helibras, por exemplo, lançou em 2015 um programa de demissões voluntárias com o objetivo de ajustar seu quadro de funcionários à queda de vendas no mercado de aviação civil e aos cortes orçamentários sofridos pelas Forças Armadas.³¹ Em 2016 a restrição orçamentária e a falta de encomendas concretas de Veículos Aéreos Não Tripulados levaram ao fim da *joint venture* formada pelas empresas Embraer, Avibras e AEL Sistemas.³² Já o projeto do desenvolvimento da aeronave KC-390 também sofreu atrasos em seu cronograma como resultado de um incidente com seu protótipo e de repasses atrasados de cerca de R\$ 500 milhões do governo para a Embraer.³³

Entretanto, apesar de seus efeitos, é possível afirmar que a crise política e econômica é apenas uma parcela dos problemas enfrentados na gestão da defesa brasileira. Isso porque essa crise catalisou ao menos três fatores mais amplos que também podem ser considerados decisivos para se compreender a dinâmica orçamentária militar brasileira. O primeiro fator diz respeito basicamente à tradicional proporção dos recursos destinados às Forças Armadas. Apesar de o Brasil ser a 8ª maior economia mundial³⁴ e possuir em 2017 o 11º gasto militar do planeta (US\$ 29,3 bilhões/1,4% GDP),³⁵ cerca de 74,5% de todo o orçamento do Ministério da Defesa é destinado para Pessoal (*Personnel*), sobretudo inativos e pensionistas, e apenas 7,5% para Equipamentos (*Equipment*).³⁶ Isso significa na prática poucos recursos para manter tecnologicamente atualizados os cerca de 347.000 militares brasileiros (Marinha: 76.530; Exército: 222.764; Força Aérea: 65.060).³⁷

O segundo fator é a relativamente elevada autonomia que Marinha, Exército e Força Aérea possuem em relação ao Ministério da Defesa, mesmo após a END 2008.³⁸ Historicamente cada uma delas possui, por exemplo, ampla liberdade de definições em termos de aquisições de defesa, apesar da criação em 2011 da Secretaria de Produtos de Defesa (SEPROD) no Ministério da Defesa.³⁹ Assim, é possível afirmar que no Brasil não existe um “modelo descentralizado” de aquisições de defesa, mas sim três sistemas de aquisições que o Ministério da Defesa tenta coordenar com seu efetivo de aproximadamente 1385 civis e militares.⁴⁰

Por fim, um terceiro fator que pode ser considerado decisivo para compreender a dinâmica orçamentária militar brasileira é a irregularidade dos recursos ao longo do mesmo ano fiscal – o que também ocorre não só no Ministério da Defesa, mas também em praticamente todos os outros ministérios.⁴¹ Soma-se a isso uma diversidade de pressões políticas para que os militares

brasileiros, especialmente os do Exército, exerçam cada vez mais papéis em segurança pública, como ilustrado no caso do estado do Rio de Janeiro,⁴² o que acaba influenciando de certa forma a alocação de recursos orçamentários para as Forças Armadas no longo prazo, dada a importância conferida às missões subsidiárias.

O resultado para o caso brasileiro é um conjunto de obstáculos impedindo, desde o início da formação dos diferentes projetos militares, um planejamento razoavelmente adequado e articulado entre Marinha, Exército e Força Aérea, o que é dificultado pela elevada instabilidade dos recursos de defesa.

A aquisição do Gripen: oportunidade para explorar tecnologias emergentes

Nesse contexto, a escolha em 2013 pela aquisição de 36 caças (28 monopostos e 8 bipostos) SAAB Gripen representou uma valiosa oportunidade não só para a FAB como para o Ministério da Defesa explorar novas tecnologias no campo aeroespacial. As entregas estão previstas para serem concluídas até 2024. No entanto, o número total de aeronaves a serem adquiridas pode alcançar no longo prazo aproximadamente 108 unidades, tendo em vista a perspectiva de desativação dos aviões F-5 e AMX na FAB, bem como a eventual substituição dos A-4 *Skyhawks* em serviço na Marinha por uma versão naval do Gripen (mesmo diante da desativação em 2017 do porta-aviões brasileiro “São Paulo”).⁴³ Torna-se relevante mencionar que todas essas aeronaves foram modernizadas ao longo dos anos 2000 pela Embraer.⁴⁴

Nesse contexto, o segmento aeronáutico tem se mostrado, na prática, como uma linha tecnológica chave para o Brasil ao longo das últimas décadas, principalmente desde o desenvolvimento, nos anos 80, da aeronave AMX em parceria com a Itália. Assim, a aviação militar brasileira novamente se beneficiará da participação no programa Gripen. Em primeiro lugar, pelo fato de o Brasil contar em seu arsenal com uma aeronave multimirimissão equipada com modernos sensores e o radar AESA (*Active Electronically-Scanned Array*), bem como a possibilidade de emprego de mísseis *Beyond Visual Range* (BVR) avançados como o *Meteor* ou mísseis de curto alcance de 5ª geração como o A-Darter, desenvolvido por 12 anos em uma parceria entre Brasil e África do Sul.⁴⁵

Em segundo lugar, a aquisição do Gripen representa a oportunidade de pilotos e empresas brasileiras buscarem acompanhar de alguma forma não só algumas das tecnologias emergentes da atualidade, mas também inovações organizacionais e de processos. Pilotos brasileiros em treinamento em Estocolmo estão tendo contato, por exemplo, com centros de simulação avançada,

como o *Swedish Air Force Combat Simulation Centre (Flygvapnets Luftstrids Simulerings Centrum - FLSC)*.⁴⁶ Esses mesmos pilotos certamente terão a oportunidade de acompanhar práticas modernas de gestão logística, uma vez que a *Swedish Defence Materiel Administration (FMV)* já possui uma reconhecida experiência em implementar *Performance Based Logistics (PBL)*,⁴⁷ algo relativamente recente na FAB.

Além disso, a montagem de parte das encomendas de Gripen na fábrica da Embraer Defesa e Segurança e a transferência de tecnologias prevista no contrato de aquisição das primeiras 36 aeronaves irão capacitar empresas e recursos humanos no segmento aeroespacial brasileiro. O *Swedish-Brazilian Research and Innovation Centre (CISB)* foi criado em 2011 no Brasil com o objetivo de prospectar e apoiar iniciativas voltadas para tecnologias avançadas entre universidades, governos e empresas não só no setor aeronáutico, mas também nas áreas de segurança e defesa, desenvolvimento urbano, energia sustentável e transporte e logística.⁴⁸ Um dos frutos recentes do programa Gripen foi a escolha do *Wide Area Display (WAD)* produzidos pela subsidiária israelense no Brasil, a AEL Sistemas, para equipar não apenas os caças adquiridos pelo Brasil, mas também os 60 *Gripen E* encomendados na Suécia.⁴⁹

Nesse contexto, as atuais negociações envolvendo as empresas Boeing e Embraer no segmento comercial sem dúvida definirão o futuro da Força Aérea Brasileira e da Base Industrial de Segurança e Defesa Nacionais. Afinal, o segmento de aeronaves comerciais da Embraer tem lançado as bases do sucesso da empresa no segmento militar, especialmente quando consideradas as instabilidades das encomendas militares brasileiras.⁵⁰

Conclusão

Acompanhar o acelerado avanço tecnológico é um grande desafio para empresas e governos. No campo militar mesmo as principais potências militares têm enfrentado dilemas em torno de definições sobre capacidades militares. Paralelamente, novas tecnologias não só trazem oportunidades, mas também vulnerabilidades. Diante desse contexto, o *gap* tecnológico entre países desenvolvidos e em desenvolvimento tende a aumentar, apontando claras consequências para os campos da segurança e defesa nacionais.

O impacto das tecnologias denominadas como emergentes e disruptivas já pode ser observado. Não por acaso as principais potências militares têm investido recursos significativos em pesquisas e incentivos nessas tecnologias de ponta. Para países como o Brasil, isso significa a necessidade de repensar velhas práticas, estruturas organizacionais e processos com o objetivo de ten-

tar acompanhar minimamente os principais desdobramentos tecnológicos em andamento. Para tanto, a definição de prioridades torna-se fundamental.

Conforme apontado, o envolvimento brasileiro no programa Gripen, tendo como centro as empresas SAAB e Embraer Defesa e Segurança, é um dos exemplos de oportunidades abertas para o país mesmo diante de várias dificuldades políticas, econômicas e organizacionais verificadas nos últimos anos. Assim, o segmento aeronáutico, tendo vários de seus projetos liderados pela Embraer, tem se apresentado como uma linha tecnológica chave mais concreta do que as diversas listas dos documentos produzidos pelo Ministério da Defesa com tecnologias definidas como prioritárias apenas no papel.

A questão central que se apresenta ao Brasil é como garantir bons resultados de longo prazo no âmbito da parceria no Gripen ao mesmo tempo em que se vislumbra uma aproximação entre a empresa norte-americana Boeing e a Embraer no segmento comercial. No centro do debate está o grupo Embraer, considerado o mais importante conglomerado brasileiro do segmento aeronáutico e da Base Industrial de Segurança e Defesa Nacionais. Além disso, a partir do exposto, é possível afirmar que dificilmente as Forças Armadas no Brasil terão condições de se manterem atualizadas nos próximos anos caso não enfrentem a questão de elevados gastos com Pessoal e dos baixos recursos alocados em Equipamento. Para tanto, medidas de maior coordenação em aquisições de defesa, incluindo a definição de prioridades comuns entre Marinha, Exército e Força Aérea, podem se apresentar como melhores opções para explorar o potencial trazido por tecnologias emergentes como Veículos Autônomos, Realidade Aumentada e Virtual, Inteligência Artificial e cibernética – sobretudo quando levadas em conta tantas outras prioridades econômicas e sociais brasileiras. □

Notas

1. PWC, “The Essential Eight,” *PWC*, September 4, 2018, <https://www.pwc.com/gx/en/issues/technology/essential-eight-technologies.html>; and World Economic Forum, “Top 10 Emerging Technologies 2018,” September 2018, http://www3.weforum.org/docs/Top10_Emerging_Technologies_report_2018.pdf.

2. J. R. Wilson, “The increasing role of COTS in high-fidelity simulation,” *Military & Aerospace Electronics*, September 1, 2018, <https://www.militaryaerospace.com/articles/print/volume-29/issue-9/special-report/the-increasing-role-of-cots-in-high-fidelity-simulation.html>.

3. Corrie Poland, “NATO focuses on big data and artificial intelligence,” *Air Combat Command*, June 12, 2018, <https://www.acc.af.mil/News/Article-Display/Article/1549099/nato-focuses-on-big-data-and-artificial-intelligence/>; and Valerie Insinna, “US Air Force turns to data analytics to

solve B-1, C-5 maintenance challenges,” *Defense News*, September 25, 2018, <https://www.defensenews.com/digital-show-dailies/air-force-association/2018/09/25/air-force-looks-to-data-analytics-to-help-solve-b-1-c-5-maintenance-challenges/>.

4. Kyle Rempfer, “DARPA hopes to swarm drones out of C-130s in 2019 test,” *Air Force Times*, December 18, 2017, <https://www.airforcetimes.com/newsletters/daily-news-roundup/2017/12/18/darpa-hopes-to-swarm-drones-out-of-c-130s-in-2019-test/>; and Todd South, “Drone swarm tactics get tryout for infantry to use in urban battlespace,” *Army Times*, January 8, 2018, <https://www.armytimes.com/news/your-army/2018/01/08/drone-swarm-tactics-get-tryout-for-infantry-to-use-in-urban-battlespace/>.

5. Daniel Cebul, “Marines 3-D print replacement parts for F-35, unmanned ground vehicle,” *Defense News*, April 25, 2018, <https://www.defensenews.com/industry/techwatch/2018/04/25/marines-3-d-print-replacement-parts-for-f-35-unmanned-ground-vehicle/>.

6. Daniel Cebul, “How the Office of Naval Research hopes to revolutionize manufacturing,” *C4ISRNET*, October 15, 2018, <https://www.c4isrnet.com/industry/2018/10/15/how-the-office-of-naval-research-hopes-to-revolutionize-manufacturing/>.

7. United Kingdom, Defence and Security Accelerator (DASA), “Behavioural Analytics for Defence and Security”, 11 October 2018, <https://www.gov.uk/government/publications/competition-behavioural-analytics-for-defence-and-security/behavioural-analytics-for-defence-and-security>.

8. Dom Galeon, “Russia is building an AI-powered missile that can think for itself,” *Business Insider*, July 26, 2017, <https://www.businessinsider.com/russia-artificial-intelligence-missile-2017-7>; “How Artificial Intelligence Could Increase the Risk of Nuclear War,” RAND Corporation, April 24, 2018, <https://www.rand.org/blog/articles/2018/04/how-artificial-intelligence-could-increase-the-risk.html>.

9. Zhao Lei, “Quantum radar tech to counter stealth,” *China Daily*, September 25, 2018, <http://www.chinadaily.com.cn/a/201809/25/WS5ba96f86a310c4cc775e7d08.html>; and Mary-Ann Russon, “Canada developing quantum radar to detect stealth aircraft,” *BBC News*, April 24, 2018, <https://www.bbc.com/news/technology-43877682>; Stephen Chen, “Could ghost imaging spy satellite be a game changer for Chinese military?,” *South China Morning Post*, November 26, 2017, <https://www.scmp.com/news/china/society/article/2121479/could-ghost-imaging-spy-satellite-be-game-changer-chinese>.

10. Mathieu Rosemain and Michel Rose, “France to spend \$1.8 billion on AI to compete with U.S., China,” March 29, 2018, <https://www.reuters.com/article/us-france-tech/france-to-spend-1-8-billion-on-ai-to-compete-with-u-s-china-idUSKBN1H51XP>.

11. Ryan Browne, “Global tech industry backs UK with \$1.4 billion artificial intelligence deal,” *CNBC*, April 26, 2018, <https://www.cnbc.com/2018/04/26/uk-ai-industry-gets-1-point-4-billion-investment-from-global-tech-industry.html>.

12. United States of America, “National Quantum Initiative Act,” *Congress.gov*, September 17, 2018, <https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/6227/text>.

13. Lewis Sanders IV, “Germany creates DARPA-like cybersecurity agency,” *Deutsche Welle* (DW), August 29, 2018, <https://www.dw.com/en/germany-creates-darpa-like-cybersecurity-agency/a-45266458>.

14. Samuel Bendett, “In AI, Russia Is Hustling to Catch Up,” *Defense One*, April 4, 2018, <https://www.defenseone.com/ideas/2018/04/russia-races-forward-ai-development/147178/>.

15. “China’s core AI industry to exceed 145 bln USD by 2030: report,” *Xinhuanet*, December 8, 2018, http://www.xinhuanet.com/english/2018-12/09/c_137660142.htm.
16. Brasil, Ministério da Defesa, Ministério da Ciência e Tecnologia, “Concepção Estratégica e Inovação de Interesse da Defesa Nacional,” Brasília, 2003, p. 42-43.
17. Brasil, Decreto nº 5.484, de 30 de junho de 2005. Política de Defesa Nacional (PDN), http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5484.htm.
18. Brasil, Portaria Normativa nº 899/MD, de 19 de julho de 2005, Política Nacional da Indústria de Defesa (PNID), https://www.defesa.gov.br/arquivos/File/legislacao/emcfa/publicacoes/pnid_politica_nacional_da_industria_de_defesa.pdf.
19. O Estado de S. Paulo, “Cronologia: a compra dos caças, uma negociação de 18 anos,” 18 de Dezembro de 2013, <https://politica.estadao.com.br/noticias/geral,cronologia-a-compra-dos-caças-uma-negociacao-de-18-anos,1110136>.
20. Brasil, National Defense Strategy, 2008, https://www2.gwu.edu/~clai/recent_events/2010/Brazil_Defense/National_Strategy_of_Defense.pdf.
21. Brasil, Defense White Paper, Brasília, 2012, https://www.defesa.gov.br/arquivos/estado_e_defesa/livro_branco/lbdn_2013_ing_net.pdf.
22. Airbus Helicopters, “Airbus Helicopters delivers the first EC725 produced in Brazil,” 17 June 2014, http://www.helicopters.airbus.com/website/en/press/Airbus%20Helicopters%20delivers%20the%20first%20EC725%20produced%20in%20Brazil_1524.html.
23. Defense Industry Daily, “Brazil’s Mi-35M / AH-2 Sabre Attack Helicopters,” December 15, 2014, <https://www.defenseindustrydaily.com/mi-35m-wins-brazilian-attack-helicopter-competition-05180/>.
24. Defense Industry Daily, “Rio 2016: Brazil Looks to Russia for Air Defense Systems,” February 8, 2017, <https://www.defenseindustrydaily.com/rio-2016-brazil-buys-russian-air-defense-systems-018297/>.
25. Diálogo Digital Military Magazine, “Brazil’s UAV Falcão to Make Inaugural Flight Before July,” May 3, 2012, <https://dialogo-americas.com/en/articles/brazils-uav-falcao-make-inaugural-flight-july>; and Rodrigo de Oliveira Andrade, “The flight of the Falcon,” September 2013, <http://revistapesquisa.fapesp.br/en/2013/10/23/the-flight-of-the-falcon/>.
26. Flight Global, “Brazilian Air Force signs deal launching Embraer KC-390 tanker-transport,” April 14, 2009, <https://www.flightglobal.com/news/articles/brazilian-air-force-signs-deal-launching-embraer-kc-325113/>.
27. Brasil, Financiadora de Estudos e Projetos, “Inova Aerodefesa,” <http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/programas-e-linhas/programas-inova/inovacao-aerodefesa>.
28. The Economist, “Has Brazil blown it?,” September 27, 2013, <https://www.economist.com/leaders/2013/09/27/has-brazil-blown-it>.
29. Daniel Gallas, “Dilma Rousseff impeachment: How did it go wrong for her?,” 12 May 2016, <https://www.bbc.com/news/world-latin-america-36028247>.
30. Diego Lopes da Silva, “How Brazil’s political and economic crisis affects its military spending,” 22 June 2017, <https://www.sipri.org/commentary/blog/2017/how-brazils-political-and-economic-crisis-affects-its-military-spending>.
31. Virginia Silveira, “Helibras abre programa de demissão,” Valor Econômico, 16 de janeiro de 2015, <https://www.valor.com.br/empresas/3862662/helibras-abre-programa-de-demissao>.

32. Ivan Plavetz, “Embraer comunica encerramento das atividades da Harpia,” Tecnodefesa, 7 de janeiro de 2016, <http://tecnodefesa.com.br/embraer-comunica-encerramento-das-atividades-da-harpia/>.

33. Xandu Alves, “Ministro admite um atraso de R\$ 500 milhões em repasses do governo ao projeto do KC-390,” O Vale, 29 de Abril de 2015, <http://www2.ovale.com.br/ministro-admite-um-atraso-de-r-500-milh-es-em-repasses-do-governo-ao-projeto-do-kc-390-1.582478>; e Ernesto Klotzel, “Embraer registra perdas de US\$ 100 milhões com KC-390,” Aero Magazine, 2 de agosto de 2018, https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/embraer-registra-perdas-de-us-100-milhoes-com-kc-390_3962.html.

34. “World Development Indicators database”, World Bank, 21 September 2018, <http://data-bank.worldbank.org/data/download/GDP.pdf>.

35. Nan Tian, Aude Fleurant, Alexandra Kuimova, Pieter D. Wezeman and Siemon T. Wezeman, “Trends in World Military Expenditure, 2017. SIPRI Fact Sheet, May 2018, https://www.sipri.org/sites/default/files/2018-05/sipri_fs_1805_milex_2017.pdf.

36. Edna Simão, Fabio Graner and Ribamar Oliveira, “Pessoal consome 75% das verbas dos militares,” Valor Econômico, 12 de novembro de 2018, <https://www.valor.com.br/politica/5979571/pessoal-consome-75-das-verbas-dos-militares>.

37. Audiência Pública com o ministro da Defesa Joaquim Silva e Luna, Câmara dos Deputados. Comissão de Relações Exteriores e Defesa Nacional (CREDN), 4 de julho de 2018, <http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/credn/audiencias-publicas/2018-arquivos/07-04-debater-temas-de-defesa-nacional-com-o-ministro-da-defesa-general-de-exercito-joaquim-silva-e-luna>.

38. Érica Winand and Héctor Luis Saint-Pierre, “The fragility in the Brazil’s defense policy,” História vol.29 no.2 Franca, December 2010, http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-90742010000200002.

39. Peterson Ferreira da Silva, “Para além da mera discussão sobre a fixação de percentagens do PIB para a defesa: a necessidade de reforma do arcabouço brasileiro de aquisições militares”. IX Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos de Defesa, 06-08 julho de 2016, http://www.enabed2016.abedef.org/resources/anais/3/1472152129_ARQUIVO_PETERSON_ARTIGO_ENABED16_revisado_AGO2016.pdf.

40. Brasil, Livro Branco de Defesa Nacional 2016 (versão sob apreciação do Congresso Nacional), Brasília, p. 154, <https://www.defesa.gov.br/arquivos/2017/mes03/livro-branco-de-defesa-nacional-consulta-publica-12122017.pdf>.

41. Eliane Oliveira, Geralda Doca and Manoel Ventura, “Com cortes nos orçamentos, mais ministérios têm dificuldades de manter atividades,” O Globo, 11 de julho de 2017, <https://oglobo.globo.com/economia/com-cortes-nos-orcamentos-mais-ministerios-tem-dificuldades-de-manter-atividades-21575482>.

42. Andres Schipani, “Brazilian military to take control of security in Rio de Janeiro,” Financial Times, 16 February 2018, <https://www.ft.com/content/a4e31d0c-1374-11e8-8cb6-b9ccc4c-4dbbb>.

43. Thiago Vinholes, “Mesmo sem porta-aviões, Marinha do Brasil segue interessada no Gripen naval,” 21 de julho de 2017, <https://airway.uol.com.br/mesmo-sem-porta-avioes-marinha-do-brasil-segue-interessada-no-gripen-naval/>.

44. “Brasil deve comprar 108 Gripen NG”, Aero Magazine, 19 de novembro de 2014, https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/brasil-deve-comprar-108-gripen-ng_1836.html.

45. Agência Força Aérea, “Míssil A-Darter conclui testes na África do Sul,” 28 de setembro de 2018, <http://www.fab.mil.br/noticias/mostra/32836/PODER%20AEROESPACIAL%20-%20M%C3%ADssil%20A-Darter%20conclui%20testes%20na%20%C3%81frica%20do%20Sul>.

46. Saab, “Brazilian pilots prepares for flying,” 3 December 2018, <https://saabgroup.com/media/stories/stories-listing/2018-12/brazilian-pilots-prepares-for-flying/>.

47. Saab, “Saab receives order from FMV for Gripen support and maintenance,” 3 July 2013, <https://saabgroup.com/media/news-press/news/2013-07/saab-receives-order-from-fmv-for-gripen-support-and-maintenance/>.

48. Swedish-Brazilian Research and Innovation Centre (CISB), <http://www.cisb.org.br/>.

49. “AEL Sistemas passa a integrar a cadeia global de produção do Gripen,” 26 de novembro de 2018, <https://www.aereo.jor.br/2018/11/26/ael-sistemas-passa-a-integrar-a-cadeia-global-de-producao-do-gripen/>.

50. Yuri Vasconcelos, “A deal in the air,” Pesquisa FAPESP, June 2018, <http://revistapesquisa.fapesp.br/en/2018/06/20/a-deal-in-the-air/>.



Doutor Professor Peterson Ferreira da Silva

Doutor em Relações Internacionais (Universidade de São Paulo-IRI/USP) (2015). Mestre em Relações Internacionais (San Tiago Dantas - Unesp, Unicamp e Puc/SP) (2011). Membro-convidado do Departamento da Indústria de Defesa (COMDEFESA) da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) (2005-2018). Pesquisador associado do Laboratório de Estudos das Indústrias Aeroespaciais e de Defesa (Lab A&D/UNICAMP) e do Centro de Estudos Estratégicos do Exército Brasileiro (CEEEEx/EME, 2016-2018). Professor da Escola Superior de Guerra (ESG). Os interesses de pesquisa incluem: Segurança Internacional, Segurança Nacional e Políticas Públicas, Inteligência, políticas públicas de defesa/white papers; Inovação e Defesa Nacional, políticas públicas industriais de defesa, Inteligência e projetos de cooperação civil-militar.