



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2023

TIAGO DE SOUZA **BARBOSA**, Cap Eng

**O desenvolvimento de tecnologia de simulação nacional e suas
consequências para a Soberania do Espaço Aéreo Brasileiro**

Rio de Janeiro

2023

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1/2023

TIAGO DE SOUZA **BARBOSA**, Cap Eng

**O desenvolvimento de tecnologia de simulação nacional e suas
consequências para a Soberania do Espaço Aéreo Brasileiro**

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Liderança com Ênfase em Gestão no COMAER.

Linha de Pesquisa: Ciência, Tecnologia e Inovação

Orientador: Alexandre Fontoura da Silva, Ten Cel Inf

Rio de Janeiro

2023

TIAGO DE SOUZA **BARBOSA**, Cap Eng

**O desenvolvimento de tecnologia de simulação nacional e suas
consequências para a Soberania do Espaço Aéreo Brasileiro**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da
Aeronáutica.

Aprovado por:

Alexandre **Fontoura** da Silva, Ten Cel Inf
EAOAR

Raphael Coutinho **Stauffer**, Maj Int
EAOAR

Rio de Janeiro

2023

RESUMO

A simulação é uma ferramenta tecnológica promissora para o treinamento operacional e a prontidão da tropa de uma força aérea moderna. A Força Aérea Brasileira (FAB) tem adquirido simuladores para maioria dos modelos de suas aeronaves. A maior parte dos simuladores adquiridos pela FAB são de proveniência estrangeira, o que caracteriza uma forte dependência tecnológica e nos coloca a mercê de um cerceamento tecnológico, sendo um risco à capacidade de manter a soberania do espaço aéreo. Neste contexto, o presente ensaio é de parecer que iniciativas para o desenvolvimento de tecnologias de simulação nacionais aumentam a capacidade da FAB de garantir a soberania do espaço aéreo brasileiro. Primeiramente, porque mitigam o risco de uma indisponibilidade tecnológica por interferência estrangeira, tendo em vista que o uso de uma tecnologia totalmente nacional concede autonomia em relação à essas ações externas. Em segundo, porque possibilitam o uso dessa tecnologia em outras áreas da força, como o controle do espaço aéreo, a defesa antiaérea e o guiamento aéreo avançado. Ademais, a adoção das iniciativas citadas, ao contribuir para a formação de uma tropa altamente adestrada, incrementará também a capacidade dissuasória da força, pois o reconhecimento de nossas capacidades desencorajariam uma possível agressão, além de promover o desenvolvimento socioeconômico da nação, com o estímulo a indústria nacional, e possibilitar o uso das tecnologias desenvolvidas em áreas civis e também nas outras forças singulares, incrementando não só a soberania no que diz respeito ao espaço aéreo, mas também na terra e no mar.

Palavras-chave: Desenvolvimento tecnológico. Simulação. Cerceamento tecnológico. Soberania nacional.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a simulação é uma das ferramentas tecnológicas mais promissoras na busca por agilidade no treinamento operacional e na manutenção da prontidão dos recursos humanos de uma força aérea moderna, por isso a Força Aérea Brasileira (FAB) tem buscado adotar extensivamente o uso de simuladores no treinamento operacional de seus pilotos, tendo já adquirido simuladores para maioria dos modelos de aeronaves em uso na Força.

Entretanto, a maior parte dos simuladores adquiridos pela FAB são de proveniência estrangeira, o que caracteriza uma forte dependência tecnológica estrangeira e nos coloca a mercê de um cerceamento tecnológico.

O cerceamento tecnológico pode ser entendido como um conjunto de políticas e ações empreendidas por um estado no sentido de negar o acesso ou uso de tecnologia a outro estado que esteja, mesmo que momentaneamente, em oposição aos seus interesses.

A ocorrência de um cerceamento tecnológico pode ter como efeito desde um atraso no desenvolvimento de um projeto científico até a contribuição decisiva em fase crítica de uma guerra.

Diante deste contexto, onde os simuladores passam a ser fundamentais em processos essenciais ao cumprimento da missão da força e o cerceamento tecnológico é uma possibilidade real, defende-se que iniciativas para o desenvolvimento de tecnologias de simulação nacionais aumentam a capacidade da FAB de garantir a soberania do espaço aéreo brasileiro.

Primeiramente, porque mitigam o risco de uma indisponibilidade tecnológica por interferência estrangeira, tendo em vista que o uso de uma tecnologia totalmente nacional concede autonomia em relação à essas ações externas.

Em segundo, porque possibilitam o uso dessa tecnologia em outras áreas da força, como o controle do espaço aéreo, a defesa antiaérea e o guiamento aéreo avançado, o que potencializa suas capacidades operacionais.

2 DESENVOLVIMENTO

Ao longo do século XX a humanidade vivenciou um processo de

desenvolvimento tecnológico sem precedentes e que se estende até os dias atuais (GERALDO e COSSUL, 2017). Conforme Cavagnari Filho (2003), o grande salto qualitativo no uso racional da capacidade científica ocorrido durante a Segunda Guerra Mundial tornou os militares conscientes do caráter estratégico da ciência e da tecnologia e evidenciou que, agora, a variável tecnológica passou a determinar a autonomia de empreendimentos e países, sendo, portanto, necessária como componente para a competitividade, segurança e defesa.

Com esta visão, os diversos países têm buscado estar na vanguarda tecnológica. De Bortoli e Pelliccioli (2019) afirmam que há três maneiras básicas de adquirir tecnologia (*know-how*): o desenvolvimento autônomo, o desenvolvimento cooperativo internacional e a transferência de tecnologia (*offset*).

O desenvolvimento autônomo consiste no desenvolvimento da tecnologia no âmbito nacional com investimento em pesquisa nas diversas instituições de ciência e tecnologia. Tem como maior diferencial a exclusividade de acesso a tecnologia gerada e como óbices elevados custo e o tempo necessário para o desenvolvimento.

O desenvolvimento cooperativo internacional, de acordo com De Bortoli e Pelliccioli (2019), dá-se quando dois ou mais países decidem cooperar no desenvolvimento de uma nova tecnologia, buscando, principalmente, a redução dos custos desse desenvolvimento, sendo possível também alguma redução no tempo de obtenção da tecnologia.

Já o *offset* é toda e qualquer prática compensatória exigida a fornecedores estrangeiros, como condição para a importação de bens ou serviços (TOLOMELLI, 2020). No contexto do desenvolvimento tecnológico, CARLOS (2013) afirma que o *offset* se torna um mecanismo privilegiado para a obtenção de tecnologias avançadas pelas vias usuais de comércio, com a característica de abreviar o tempo para que se atinja o patamar tecnológico.

A formas de obtenção de tecnologias já citadas podem ser usadas, isoladamente ou combinadas, em iniciativas de desenvolvimento de tecnologias de simulação nacionais, capacitando a indústria nacional a produzir os simuladores que a FAB necessita, a aumentar a disponibilidade dos mesmos e a aplicar essas tecnologias em áreas ainda não abarcadas.

Uma maior disponibilidade de simuladores incidirá numa maior capacidade de adestramento operacional da tropa tanto no enfoque quantitativo, pois com um

maior número de simuladores é possível treinar um maior número de pessoas ao mesmo tempo, como no qualitativo, pois permitem treinar uma gama mais abrangente de situações.

Uma tropa melhor adestrada terá uma maior capacidade de garantir a soberania do espaço aéreo brasileiro.

2.1 A indisponibilidade tecnológica por interferência estrangeira

A Base Industrial de Defesa (BID) brasileira ainda não é capaz de garantir o domínio nacional sobre um conjunto relevante de tecnologias críticas para sistemas militares modernos, tradicionalmente negadas pelos países que as dominam a qualquer outra nação que se aventure a buscá-las conhecer (SOUZA, 2021). Isso faz com que se proceda a aquisição das ferramentas tecnológicas dos países mais desenvolvidos, contudo, incorrendo no risco de uma possível indisponibilidade da ferramenta por cerceamento tecnológico por parte do país fornecedor.

Segundo Longo e Moreira (2009), o cerceamento tecnológico é devido ao fato de que a vanguarda tecnológica representa uma vantagem de poder. Nesse ínterim, ele será efetivado quando o fornecedor da tecnologia ou seus aliados precisarem manter vantagem competitiva sobre aquele país tecnologicamente dependente.

Como exemplo já ocorrido, Oliveira (2020) cita o caso da tentativa de acordo entre Brasil e Ucrânia para cooperação em lançamento de satélites, ao qual os Estados Unidos se opuseram veementemente, de forma que proibiram qualquer uso de componentes licenciados nos EUA para os lançamentos. Isso inviabilizou a cooperação, dada a enorme participação da tecnologia norte-americana no mercado espacial.

Outro ocorrido de destaque, citado por Azevedo, Barros e Serra (2019), se passou na Guerra das Malvinas, onde a Argentina buscava utilizar o míssil antinavio francês Exocet para obter vantagem sobre a marinha inglesa, mas, devido ao apoio francês ao Reino Unido, teve todos os seus pedidos de aquisição de novos lotes de mísseis recusados, o que inviabilizou a reposição logística argentina e afetou os resultados esperados.

À semelhança dos casos acima citados, os países que fornecem as tecnologias de simulação utilizadas pelo Brasil poderiam atuar de forma a

indisponibilizar os simuladores em uso na FAB, o que restringiria sua capacidade de adestramento e, conseqüentemente, sua capacidade de manter a soberania do espaço aéreo.

Nesse ínterim, fica evidente que é arriscado ficar dependente de tecnologia importada em um mundo caracterizado por grandes incertezas e mudanças unilaterais de regras, sendo necessário que se ponha em prática as iniciativas para o desenvolvimento de tecnologias nacionais, tendo em vista que o uso destas concederá autonomia em relação às ações externas, mitigando esse risco e aumentando a capacidade da FAB de garantir a soberania do espaço aéreo brasileiro.

2.2 A ampliação do uso da tecnologia em outras áreas da Força

É comum que na aquisição da ferramenta tecnológica de terceiros, seja fornecida capacitação para ser usuário da tecnologia, mas normalmente, é negada a capacitação para alterá-la ou evoluí-la.

Em contrapartida, em um ambiente fortemente competitivo, as organizações são impelidas a sempre melhorar seus processos e doutrinas, de sorte que é premente a necessidade de atualização ou evolução das ferramentas que apoiam esses processos.

Corroborando com isso e considerando o contexto das aplicações de defesa, Bragança (2017) afirma que é de suma importância que o estado seja capaz de deter conhecimento científico e tecnológico para que possa ter condições de manter, atualizar e aperfeiçoar as ferramentas adquiridas, sempre que preciso.

No contexto da FAB, mais de 80% das ferramentas de simulação são simuladores de voo, mesmo assim, nem todas as aeronaves em uso na força estão contempladas. Além disso, algumas dessas ferramentas necessitam de atualização ou evolução. Como exemplo disto, Baggio e Almeida (2015) citam os simuladores da aeronave A-29 da FAB que, por não contemplar nenhuma forma de integração entre eles, precisam ser evoluídos para tornar possível, por exemplo, a simulação de um voo em formação.

Além disso, além da necessidade de que a simulação contemple todas as aeronaves em uso na força, existe a necessidade de que se possa usar essa tecnologia em áreas diferentes do voo como o controle do espaço aéreo, a defesa

antiaérea, o guiamento aéreo avançado, dentre outras. Reforçando essa ideia, Possebon (2022) discute a necessidade e vantagens do desenvolvimento de um simulador para apoiar o adestramento da tropa de autodefesa de superfície.

Assim, tendo em vista às necessidades de evoluir as tecnologias de simulação ou aplicá-la em outras áreas da força, é recomendável por em prática as iniciativas para o desenvolvimento de tecnologias de simulação nacionais, pois a tecnologia nacional nos dar capacidade e liberdade para evoluí-la ou adaptá-la, aplicando-a em áreas diversas e incrementando a capacidade de adestramento da força, tendo por consequência final o aumento da soberania do espaço aéreo.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A simulação é uma ferramenta tecnológica promissora na busca por agilidade no treinamento operacional e na manutenção da prontidão dos recursos humanos de uma força aérea moderna e a FAB tem adquirido simuladores para maioria dos modelos de aeronaves em uso na Força.

Entretanto, a maior parte dos simuladores adquiridos pela FAB são de proveniência estrangeira, o que caracteriza uma forte dependência tecnológica e nos coloca a mercê de um cerceamento tecnológico, que, se executado, poderia indisponibilizar os simuladores, afetando a capacidade de adestramento, e, por conseguinte, reduzindo a capacidade de manter a soberania do espaço aéreo.

Neste contexto, o presente ensaio é de parecer que iniciativas para o desenvolvimento de tecnologias de simulação nacionais aumentam a capacidade da FAB de garantir a soberania do espaço aéreo brasileiro.

Primeiramente, porque capacitar a indústria nacional a produzir os simuladores que a FAB necessita aumentará a disponibilidade dos mesmos e concede autonomia em relação a ações externas, mitigando o risco de uma indisponibilidade por interferência estrangeira.

Em segundo, porque com o uso de tecnologia nacional possibilitaria a extensão do uso da simulação às aeronaves ainda não contempladas por essa ferramenta, a evolução dos simuladores existentes para melhor adequar-se a evolução da doutrina de emprego dos meios e o uso da simulação em áreas diferentes do voo como o controle do espaço aéreo, a defesa antiaérea e o guiamento aéreo avançado, resultando numa maior capacidade de adestramento e numa maior capacidade de

garantir a soberania do espaço aéreo.

Ademais, a adoção das iniciativas citadas, ao contribuir para a formação de uma tropa altamente adestrada, incrementará também a capacidade dissuasória da força, pois o reconhecimento de nossas capacidades desencorajariam uma possível agressão, além de promover o desenvolvimento socioeconômico da nação, com o estímulo a indústria nacional, e possibilitar o uso das tecnologias desenvolvidas em áreas civis e também nas outras forças singulares, incrementando não só a soberania no que diz respeito ao espaço aéreo, mas também na terra e no mar.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Ana Caroline Rodriguez de Almeida; BARROS, Fabíola de Jesus; SERRA, Francyne Coelli da Fonseca Motta. Os impactos da guerra das malvinas na estratégia naval brasileira. **O Cosmopolítico**, v. 6, n. 2, p. 87-100, 26 dez. 2020.

BAGGIO, Daniel Lélis; ALMEIDA, Luisa Amaral de. Integração dos simuladores de voo da aeronave A-29 usando a arquitetura High Level Architecture. **Simpósio de Aplicações Operacionais em Áreas de Defesa**. São José dos Campos. 2015.

BRAGANÇA, Gabriela de Lima. **Desenvolvimento de simuladores nacionais de navegação marítima: uma questão de autonomia tecnológica e de Defesa**. Dissertação (Mestre em Estudos Marítimos) - Escola de Guerra Naval. Rio de Janeiro, 2017.

CARLOS, Alex Lôbo. **Os offsets e a sua contribuição para a inovação tecnológica: um estudo empírico na Base Industrial de Defesa brasileira**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho. Portugal. Abril de 2013.

CAVAGNARI FILHO, Geraldo Lesbat. **P & D militar: situação, avaliação e perspectivas**. Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, 1993.

DE BORTOLI, Tiago.; PELLICCIOLI, Rafaella. A cooperação sul-sul e o desenvolvimento tecnológico em Defesa: o caso do míssil A-Darter. **Revista Brasileira de Estudos Africanos**, [S. l.], v. 4, n. 7, 2019. DOI: 10.22456/2448-3923.90385. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/rbea/article/view/90385>. Acesso em: 10 mar. 2023.

GERALDO, Michelly Sandy; COSSUL, Naiane Inez. Tecnologia como fator estratégico para o Brasil e para a segurança da América do Sul. **Revista Política Hoje**, v. 26, n. 1, p. 37-54, 2017.

LONGO, W. P. e; MOREIRA, W. de S. O acesso a "tecnologias sensíveis". **Tensões Mundiais**, [S. l.], v. 5, n. 9, p. 73–122, 2018. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/tensoesmundiais/article/view/669>. Acesso em: 10 mar. 2023.

OLIVEIRA, Guilherme Tadeu Berriel da Silva. “Lawfare” e cerceamento tecnológico: o caso do acordo de salvaguardas tecnológicas Brasil-EUA. **REVISTA DA ESCOLA DE GUERRA NAVAL**, v. 26, n. 1, 2020.

POSSEBON, Alexandre Ferfaglia. **A simulação viva como ferramenta de aprendizado da tropa de Autodefesa de Superfície**. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação de MBA em Liderança) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica, Rio de Janeiro. 2022.

SOUZA, Alexandre Moura de. **Alternativas para a modernização das Forças Armadas brasileiras em face do cerceamento tecnológico**. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação de MBA em Política, Estratégia e Alta Administração Militar) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército. Rio de Janeiro. 2021.

TOLOMELLI, Sergio Ricardo. **Benefícios advindos do uso de acordos de compensação nas aquisições de defesa do Exército Brasileiro**. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação de MBA em Política, Estratégia e Alta Administração Militar) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército. Rio de Janeiro. 2020.