



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 2/2022

FELIPE ANTONIO DE MOURA **BATTESTI** OLIVEIRA, Cap Av

O uso de simuladores de voo para treinamento de Combate BVR

Rio de Janeiro

2022

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 2/2022

FELIPE ANTONIO DE MOURA **BATTESTI** OLIVEIRA, Cap Av

O uso de simuladores de voo para treinamento de Combate BVR

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: Preparo da Força Aérea.
Orientador: Carlos Eduardo José da Silva,
Maj Esp Av

Rio de Janeiro

2022

FELIPE ANTONIO DE MOURA **BATTESTI** OLIVEIRA, Cap Av

O uso de simuladores de voo para treinamento de Combate BVR

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

Aprovado por:

Carlos **Eduardo** José da Silva, Maj Esp Av
EAOAR

Thiago Diorgilis Ribeiro **Daniel**, Maj Av
EAOAR

Rio de Janeiro

2022

RESUMO

O Controle Aeroespacial é a tarefa realizada visando o domínio do espaço aeroespacial de interesse e está presente em conflitos modernos. Para esta tarefa, será desenvolvido o Combate *Beyond Visual Range (BVR)*, ou Combate Além do Alcance Visual, onde mísseis ar-ar são lançados a 60 quilômetros de distância. O emprego deste tipo de armamento em grandes distâncias exige uma acurada consciência situacional, ou *situation awareness (SA)*. SA é definida como conhecimento, processo de informações e projeção de cenário futuro, sendo importante para emprego de mísseis. Esta ação em cenário complexo, exige adestramento dos pilotos de caça. Para este adestramento, faz-se necessária estrutura grande e robusta, caracterizada por alta disponibilidade de meios e de pessoal. Soma-se a isso, a necessidade de prover às tripulações um número mínimo de surtidas para adquirirem proficiência, e missões posteriores para mantê-la. Tal adestramento resulta em gargalo para instituições com restrições de recursos financeiros. Nesta lacuna, apresentam-se os simuladores de voo, os quais são capazes de reproduzir ambientes de guerra, dando aos militares capacidades de imersão, aprimorando capacidades e habilidades, tudo isto com baixos custos. Observa-se, portanto, uma valiosa ferramenta para aprimoramento e manutenção operacional. Nesta linha, apresenta-se o *software Falcon BMS*, gratuito e de fácil acesso, cujo o uso resultará no aprimoramento do desempenho dos pilotos de caça. Possibilita treinamento na obtenção e manutenção da SA, provendo adestramento, reduzindo ônus financeiro. Portanto, o uso do simulador de voo para treinamento de Combate BVR provê adestramento eficiente para pilotos de caça da Força Aérea Brasileira (FAB).

Palavras-chave: Combate BVR. Simulador de voo. Consciência Situacional. Treinamento.

1 INTRODUÇÃO

Desde a Primeira Guerra Mundial, o domínio do ar está diretamente ligado à livre capacidade de levar a guerra ao inimigo. Os conflitos modernos usam um conceito, mostrado pela primeira vez na Guerra do Iraque de 1991: a Guerra Paralela (DEPTULA, 2001). Entraram em cena os chamados voos de pacote, ou *Composite Air Operations (COMAO)*, onde várias aeronaves cumprindo as mais diversas ações são concentradas em um espaço relativamente pequeno e por determinado tempo visando sobrecarregar o sistema de defesa inimigo. Para se obter capacidade de gerenciar dezenas ou, por vezes, centenas de aeronaves, o Controle Aeroespacial é um item fundamental.

O Controle Aeroespacial é tarefa que visa dominar o espaço aéreo e o espacial de interesse e de impedir que o inimigo faça uso do mesmo. Este controle dá liberdade para evolução sem impedimentos ao lado que detém este domínio, além de resguardar contra incursões aéreas inimigas (BRASIL, 2020). Na obtenção desse controle, as unidades de Caça são peças centrais nas operações de guerra que visam o domínio do espaço aéreo e devem possuir treinamentos adequados e eficientes.

Para sucesso na tarefa de Controle Aeroespacial em um eventual conflito, a Aviação de Caça imporá, em determinados momentos, o Combate *Beyond Visual Range (BVR)*, ou Combate Além do Alcance Visual. Neste cenário de emprego, onde mísseis ar-ar, em média, são lançados a 60 quilômetros de distância, todo meio aeronáutico que decole estará em um Combate BVR. Portanto, a consciência situacional, ou *situation awareness (SA)*, padrão de voo, manobras e outros itens devem ser corretamente desenvolvidos por todos os pilotos.

Para o adestramento eficiente e eficaz destes pilotos, especificamente dos pilotos de caça, é necessária uma estrutura grande e robusta, onde se demanda alta disponibilidade de meios e de pessoal. Com isso, os gastos são bastantes elevados. Soma-se o fato das tripulações necessitarem de um número mínimo de surtidas para adquirirem proficiência, e de treinamento posterior para mantê-la.

Estatísticas compiladas pela Força Aérea Americana durante a Guerra do Vietnã, apontaram que um piloto que havia chegado até a 10ª missão real durante a

guerra tinha maiores chances de sobreviver até o final do conflito. Os americanos criaram então a *Red Flag*, a qual busca dar aos pilotos estas 10 surtidas em cenário complexo (LOCKE, 2009). Mas como treinar possuindo restrições orçamentárias?

O avanço da tecnologia nos trouxe os computadores, os quais são capazes de reproduzir ambientes de guerra, dando aos militares capacidades de imersão, de aprimorar capacidades e habilidades, tudo isto com baixos custos. Portanto, vê-se aqui uma oportunidade de adestramento eficiente e economia de recursos financeiros.

O *software Falcon BMS* é um simulador de voo gratuito de fácil acesso na *internet*. É capaz de produzir cenários próximos da realidade de emprego de nossa força. Possibilita, assim, o aprimoramento do desempenho, principalmente na habilidade de adquirir e manter uma SA.

A obtenção e manutenção da SA é importante e decisiva durante o combate. O combate BVR é permeado por tomadas de decisões em vários momentos. A SA é a habilidade de assimilar as informações, processá-las e projetar o futuro do combate. Essas decisões devem ser tomadas, por vezes, em poucos segundos com os dados disponíveis no momento. Uma decisão errada pode resultar no insucesso. Portanto, a obtenção de uma SA correta é primordial para o sucesso da missão.

Reduzindo o ônus financeiro, visto que é mais barato que colocar 40 ou 50 aeronaves em voo, os simuladores podem colocar os pilotos em cenários complexos, proporcionar número ilimitado de surtidas, além de colocar as tripulações em ambientes de elevada carga de trabalho. Ao final, ainda permite análise dos perfis executados durante a simulação.

2 USO DE SIMULADOR DE VOO PARA TREINAMENTO DE COMBATE BVR

Segundo SOCHA et al. (2016), os simuladores de voo são ferramentas indispensáveis no treinamento de pilotos. Eles têm a capacidade de fornecer hábitos corretos, suprimir erros, ensinar procedimentos de voo, oferecer oportunidades para gerenciamento de crises, etc.

Estes equipamentos possuem capacidade de replicar comportamentos reais das aeronaves e dão aos tripulantes a possibilidade de imersão em um cenário determinado. Apesar de ser somente uma simulação, as respostas dos pilotos ficarão

condicionadas para determinados cenários. Este condicionamento aumenta a velocidade de resposta da tripulação frente a situações apresentadas.

Para o treinamento destas situações, são exigidas um número elevado de meios e recursos, pois faz-se necessária uma grande estrutura logística e física. Tal treinamento é executado pela Força Aérea Brasileira (FAB) poucas vezes ao ano para permitir uma manutenção ideal dos pilotos de caça. Fica evidente a lacuna, onde o uso de simuladores de voo, como *software Falcon BMS*, é capaz de preenchê-la de modo eficiente e eficaz.

O trabalho será direcionado para análise de dois argumentos: uso do simulador para treinamento da construção e manutenção da SA e economia de recursos.

2.1 Treinamento da construção e manutenção da SA

Segundo Endsley (1995a), a consciência situacional pode ser descrita como a percepção dos elementos dentro de um volume de tempo e espaço, a compreensão do seu significado e a projeção em um futuro próximo. Prossegue ainda dividindo a consciência situacional em três níveis: percepção, compreensão e projeção. No primeiro nível, o piloto apenas recebe aquela informação, mas não há processamento da mesma. No segundo, após processar as informações recebidas, o piloto compreende o cenário onde está combatendo. No último nível, o piloto é capaz de projetar a disposição futura dos vetores no espaço e suas possíveis ações, entre outros aspectos. Recebendo as informações pertinentes, processando-as e projetando o futuro, o piloto é capaz de definir sua linha de ação mais adequada

No combate BVR, num cenário onde se aplica o conceito de Guerra Paralela, várias aeronaves evoluirão num relativamente pequeno espaço. Resulta-se em um cenário complexo, pois demandará estreita coordenação entre as aeronaves e os centros de Comando e Controle, além de estreitos contratos entre as próprias aeronaves.

Nestes cenários com várias aeronaves evoluindo, o conhecimento prévio das rotas planejadas de todas as formações é importante, pois dá proteção a todos os participantes. Este detalhe evita o fratricídio.

Infere-se que muitas aeronaves voando relativamente próximas umas das outras, e manobrando para cumprir suas missões, resultarão em um grande número de informações. Tão importante quanto receber as informações e processá-las, é o

fato do piloto saber quais informações ajudarão na construção correta da SA. Para Endsley (1995a), a SA impacta diretamente no processo de decisão, influenciando na estratégia adotada para solução do problema de acordo com os parâmetros apresentados. Ainda relata que, na ausência de um modelo mental adequado, problemas novos não poderão ser resolvidos, pois não há familiaridade com estes.

Conclui-se que os pilotos devem estar habituados a cenários complexos, de modo que possuam mapas mentais para resolução de problemas, aplicando o fluxo de informações aos seus parâmetros de tomada de decisão.

Objetivando habituação a estes cenários, o *software* de simulação de voo *Falcon BMS* é capaz de suprir tal demanda. Sendo gratuito, este provê cenários com várias aeronaves e grande dinamicidade.

Este *software* simula caças F-16, tanto aerodinamicamente, como em seus equipamentos eletrônicos. Tais equipamentos eletrônicos possuem grande semelhança com os disponíveis em nossas aeronaves F-5EM, o que facilita adaptação, além não de gerar confusão nos pilotos ao operar estes em voo.

A capacidade de simular cenários, somado à semelhança entre os sistemas do *software* e de nossas aeronaves, resulta em conhecimento aos pilotos, possibilitando que os mesmos tenham contato com as várias variáveis encontradas no voo real. Isto traz familiaridade e reduz o desconforto frente a possíveis situações problemas. Tal aspecto é facilitador para tomada de decisão.

Lançar um míssil em um combate BVR é uma das principais decisões tomadas pelos pilotos de caça. Deve ser resultado de uma SA elevada para garantir que não esteja atirando em uma aeronave amiga ou em um inimigo que não seja o correto. Tal ação deve ser treinada, ao ponto de não impor ao piloto pressão psicológica.

Na dissertação de Stillon (1999), o autor nos revela que os erros nos disparos de mísseis ar-ar estão ligados aos dias onde os pilotos permaneceram afastados de missões deste tipo. Para o autor, o lançamento de um míssil ar-ar é uma das decisões mais importantes que o piloto fará durante um combate ar-ar. Endsley (1995a) ressalta em seu trabalho que a SA possibilita ao piloto o melhor parâmetro de emprego do míssil no inimigo, sendo esta importante para determinação do plano e ação de lançamento do armamento.

Como vimos acima, a construção de uma SA correta é essencial na tomada de decisão no combate BVR. Decisões, táticas, lançamentos de mísseis são resultados de uma SA. Mas como mantê-lá?

Para Marge e Pipe (1976), deve haver uma manutenção permanente, caso contrário esta capacidade ficará degradada. Os autores citam a peculiaridade relativa ao treinamento sistemático das habilidades já adquiridas, que só são usadas ocasionalmente. Caso não seja realizada, a capacidade de desempenhar atividades específicas é perdida ou prejudicada.

Portanto, através do treinamento recorrente em *softwares*, como *Falcon BMS*, obtém-se a habilidade de construir e manter uma SA elevada. Estes possibilitam inúmeras surtidas de treinamento, resultando na manutenção da capacidade já adquirida.

2.2 Economia de recursos

Com recursos financeiros escassos, é um verdadeiro desafio manter as equipagens da aviação de caça ininterruptamente preparadas.

Segundo Marge e Pipe (1976), no que tange à solução de problemas, deve-se procurar o meio mais prático, econômico e de fácil implementação, pois estes trarão os melhores resultados com um menor esforço.

Soluções simples e econômicas são eficientes e eficazes. A simulação de voo é uma ferramenta mundialmente utilizada para treinar tripulações. Aeronaves como F-35 e A-10 não possuem aviões de dois lugares para treinamento. O simulador é capaz de fornecer treinamento adequado para que, tripulantes que nunca voaram estes tipos de aeronaves, possam voá-las sozinhos com treinamento prévio nos respectivos simuladores. Obviamente, estes tripulantes efetuaram o curso de formação de pilotos de caça, porém não são considerados experientes nesta aviação.

Segundo Bigelow et al. (2003), uma divisão entre experiência de voo pode ser feita utilizando-se o parâmetro de 500:00 horas de efetiva pilotagem cumprindo ações principais daquele tipo de aeronave. Com o avanço da tecnologia, ambientes e cenários podem ser criados ou recriados para avaliação do processo de tomada de decisão. O aprendizado aumenta e os custos permanecerão baixos. Soma-se a isso o fato que, cada missão feita na aeronave real pode ser realizada antes no simulador, causando uma redução na taxa de insucesso, o que resultaria na repetição de voos.

Portanto, o emprego de recursos para fornecer aos pilotos experiência pode ser reduzido pelo uso dos simuladores de voo. Em uma instituição que possua

restrições financeiras, todos os meios, que convergem para resultados concretos utilizando o mínimo de capital financeiro possível, devem ser utilizados.

3 CONCLUSÃO

No combate BVR decisões precisam ser tomadas rapidamente. O cenário dinâmico exige do piloto um processo decisório eficiente. Para isto, é necessário conhecer o ambiente onde se evolui. A Consciência Situacional (SA) é a capacidade de assimilar todas as informações sobre o que ocorre ao redor, processá-las e projetar o futuro.

O piloto deve ser capaz de construir uma SA correta e mantê-la durante o engajamento, de forma que consiga tomar decisões efetivas. Tais decisões neste cenário podem resultar no lançamento de um míssil no alvo designado ou em uma aeronave amiga. Por isso, o treinamento para obtenção e manutenção da SA é essencial para pilotos de caça que desempenham a tarefa de Controle Aeroespacial. Esta competência deve ser treinada constantemente, o que resulta em mais surtidas.

O *software* gratuito citado neste ensaio é capaz de prover adestramento na parte tática, além de poupar recursos. Pode criar cenários de COMAO, onde vários tipos de aeronaves possuem tarefas diferentes, porém são interdependentes. O piloto é inserido neste ambiente e passa a conhecer os procedimentos, linha do tempo das ações e dinâmica. Mostra ainda gargalos e limitações, que podem impactar no cumprimento de sua missão. Todo este processo pode ser realizado sem uma decolagem sequer.

Portanto, com os simuladores obtém-se a capacidade de adestrar equipagens, colocando-os em cenários próximos aos reais, de modo que estes fiquem ambientados e possuam familiaridade com os mesmos. Com baixo custo comparado ao gasto por hora de voo de várias aeronaves, abre-se numeroso leque de opções para adestramento dos pilotos de caça no combate BVR. Sugere-se que o treinamento nesses simuladores seja institucionalizado através de escalas de voos.

Infere-se, então, que o uso de simuladores de combate BVR é capaz de melhorar o desempenho dos pilotos de caça nas ações que busquem Controle Aeroespacial, resultando em ganho operacional para FAB.

REFERÊNCIAS

- BIGELOW, J.H.; TAYLOR, W.W.; MOORE, S.C.; THOMAS, B. **Models of Operational Training in Fighter Squadrons**. Rand Research Institute. Santa Monica, CA, 2003.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Portaria nº1.225/GC3, de 10 de novembro de 2020. Aprova a edição da Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira – Volume 2. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, RJ, ano 2020, n. 205, p.195-241, f. 15161, 12 nov 2020.
- DEPTULA, David A. **Effects-Based Operations: CHANGE IN THE NATURE OF WARFARE**. 2001. *Dissertation. Aerospace Education Foundation*. Arlington, VG, 2001.
- ENDSLEY, Mica. Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. **Human Factors**, v.37, n.1, p.32-64, mar. 1995.
- LOCKE, Joseph W. **Air Superiority at Red Flag: Mass, Technology and Winning the Next War**. Montgomery, Alabama, Estados Unidos da América, Outubro, 2009.
- MAGER, R. F.; PIPE, P. Trad. Maria Ângela Vinagre de Almeida. **Análise de Problemas de Desempenho**. 2. ed. Porto Alegre: Globo, 1976.
- SOCHA, V. et al. **Training of pilots using flight simulator and its impact on piloting precision**. In: **Proceedings of the 20 International Scientific Conference Transport Means**. Kaunas Univ. of Technology Press, Kaunas, Lituânia, 2016, p. 374–379.
- STILLON, J. **Blunting the Talons: The Impact of Peace Operations Deployments on USAF Fighter Crew Combat Skills**. 1999. 144f. *Dissertation (Doctoral in Public Policy Analysis) – Rand Graduate School*, Santa Monica, CA, 1999.