



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

LUIZ MAGNO UCHÔA **RAMALHO**, Cap Av

Utilização de *electronic flight bag* na condução dos voos operacionais em aeronaves F-5M

Rio de Janeiro

2022

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

LUIZ MAGNO UCHÔA **RAMALHO**, Cap Av

Utilização de *electronic flight bag* na condução dos voos operacionais em aeronaves F-5M

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: Emprego de Força Aérea.
Orientador: Pedro **NOLASCO** Duarte, Maj Av

Rio de Janeiro

2022

LUIZ MAGNO UCHÔA **RAMALHO**, Cap Av

Utilização de *electronic flight bag* na condução dos voos operacionais em aeronaves F-5M

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

Aprovado por:

Pedro **Nolasco** Duarte, Maj Av
EAOAR

Isabel Corrêa da **Costa** Mileski, Maj Dent
EAOAR

Rio de Janeiro

2022

RESUMO

A aeronave F-5M é utilizada para cumprir as principais missões da Aviação de Caça na Força Aérea Brasileira (FAB). A complexidade envolvida no cumprimento dessas atividades aéreas exige o desenvolvimento de recursos para aumentar o desempenho operacional. Nesse sentido, a ergonomia e a capacidade de tomada de decisão são dois fatores que contribuem diretamente com a performance do piloto. Assim, a prancheta de voo portada pelo tripulante, contendo diversos documentos impressos, é um acessório útil que apresenta algumas características que não favorecem os aspectos relacionados. Este trabalho defende que a substituição dessa prancheta por um *electronic flight bag* (EFB) propicia ganho operacional para o piloto da aeronave F-5M. Para suportar essa tese, foram desenvolvidos dois argumentos. O primeiro expõe as capacidades ergonômicas de um EFB, pois, dada a característica desse tipo de voo, onde segundos são preciosos, o manuseio ágil dos documentos é primordial à eficiência e à segurança. Posteriormente, serão apresentadas as particularidades do dispositivo que auxiliam o piloto na hora de tomar as decisões em voo, visto que o F-5M não possui recursos tecnológicos suficientes capazes de fornecer informações específicas para contribuir com a tomada de decisão do piloto dentro da agilidade requerida. Dessa maneira, a utilização do EFB proporciona um ganho operacional aos pilotos de F-5M além de servir como sondagem efetiva para a tripulação de todas as aeronaves de caça operadas pela FAB para que seja proporcionado um ganho operacional considerável, de maneira a proporcionar uma melhor capacidade de realizar a defesa aeroespacial da pátria.

Palavras-chave: *Electronic flight bag*. Ergonomia. Tomada de decisão. Prancheta de voo.

1 INTRODUÇÃO

A Força Aérea Brasileira (FAB) tem em sua frota, atualmente, a aeronave multitarefa F-5M como principal vetor de defesa aérea de alta performance com capacidade para apenas um piloto. Dentre as características dessa aeronave, é possível destacar a alta velocidade empregada, autonomia restrita e ausência do equipamento de piloto automático. Nesse contexto, a complexidade envolvida em um voo de aeronave de caça exige que constantemente sejam analisadas novas possibilidades de aprimoramento na capacidade de tomada de decisão do piloto sem comprometer a mentalidade de segurança de voo.

Baseado no dinamismo aerotático e no excesso de informações imprescindíveis, fez-se necessário portar a bordo da aeronave uma grande quantidade de documentos e informações impressas para serem consultados em voo. Esses arquivos são materializados em folhas de papel e inseridos numa prancheta de voo acomodada sobre a coxa do piloto. A utilização dessa prancheta de voo é importante para auxiliar o comandante da aeronave a organizar e a consultar alguns documentos, porém esta possui restrições de capacidade e características particulares que podem prejudicar o desempenho humano em voo e, eventualmente, motivam alguns infortúnios.

Outrossim, a prancheta de voo tradicional pode apresentar alguns obstáculos funcionais durante um voo operacional de caça. Os voos exigem muita atenção e agilidade do piloto na utilização desse acessório, visto que poucos segundos consumidos no manuseio de maneira inadequada podem contribuir para algum acidente ou para o insucesso da missão.

Sob essa lógica, observa-se que todo aquele material impresso a ser utilizado em voo tem sido substituído na aviação mundo afora por *electronic flight bag* (EFB). Esse equipamento consiste em um moderno dispositivo de bordo equivalente a um *tablet*, servindo de central eletrônica de armazenamento de informações. Na aviação de caça, ele é utilizado como uma prancheta de voo digital, mantendo organizados os manuais, procedimentos, cartas de navegação e diversos outros documentos a serem consultados quando necessário.

Destarte, o presente trabalho defende que a substituição da prancheta de voo por um *electronic flight bag* propicia ganho operacional para o piloto da aeronave F-5M.

Em face aos aspectos citados, o primeiro argumento a ser desenvolvido é no sentido de que a utilização do *electronic flight bag* é capaz de aumentar a segurança

de voo devido às características ergonômicas do equipamento frente às peculiaridades desse tipo de missão em que segundos são preciosos e o manuseio ágil dos documentos é primordial.

Já o segundo argumento relaciona-se ao uso do EFB para auxílio na qualidade da tomada de decisão do piloto de F-5M em voo, uma vez que os recursos tecnológicos dessa aeronave não fornecem algumas informações relevantes para que o piloto possa tomar as melhores decisões no curto espaço de tempo requerido, exigindo maior esforço mental do piloto e conseqüente consumo extra de tempo.

2 DESENVOLVIMENTO

De acordo com Slack (2009), para quantificar o desempenho é necessário compreender alguns determinantes operacionais como qualidade, confiabilidade, velocidade, flexibilidade e custo. É necessário desenvolver esses aspectos para obter-se uma melhoria funcional relativa.

Nesse contexto, em relação aos pilotos de F-5M, esses determinantes operacionais são diretamente afetados por várias particularidades específicas relacionadas ao tipo de missão e à aeronave. Dentre elas, pode-se destacar a ergonomia e a capacidade de tomada de decisão. Esses fatores interferem diretamente nos determinantes operacionais e, conseqüentemente, comprometem o desempenho do piloto.

A partir da discussão acima, entende-se que o desempenho do piloto de caça é drasticamente reduzido se ele não for capaz de lidar com as demandas da tarefa (HARRIS, 2004).

Em função de proporcionar um ganho operacional para o piloto de F-5M, serão expostos motivos que tornam o equipamento EFB capaz de desempenhar uma maior capacidade ergonômica em relação à prancheta de voo tradicional e uma melhora na qualidade de tomada de decisão do piloto dessa aeronave.

2.1 Ergonomia

O conceito de ergonomia tem como ponto central o estudo das características e implicações sobre o bem-estar, segurança e produtividade dos indivíduos (ABRAHÃO, 2009). Trata-se de adaptações ao trabalho para que seja possível desenvolver as

atividades de maneira segura e eficiente, considerando fatores físicos, fisiológicos e psicossociais das pessoas e do ambiente de trabalho.

Nesse sentido, cada recurso que o piloto de caça gerencia a bordo de uma aeronave F-5M interfere diretamente na eficiência do cumprimento da missão. O mecanismo da prancheta de voo é amplamente utilizado para que o piloto possa consultar diversas informações relativas ao voo. Observa-se que a quantidade enorme de informações que devem ser portadas em voo faz com que o volume e o peso da prancheta sejam elevados.

Considerando que grande parte dos voos na aviação de caça são realizados com, pelo menos, duas aeronaves em formação, é necessário manter-se focado na parte externa da nacele, observando a aeronave do ala, durante a maior parte do tempo possível. Nessas condições, cada instante concentrado no interior do *cockpit* é prejudicial e pode contribuir para um acidente. Dessa forma, torna-se tarefa árdua localizar um documento específico durante a pilotagem, visto que a aeronave F-5M não possui piloto automático. Ademais, esses documentos constituídos de papel possuem características que não favorecem a execução da atividade aérea, além de, por conta dessa composição material, frequentemente sofrerem ação do vento e água que são expelidos pelo ar-condicionado e ficam danificados.

Por outro lado, resistente, com um formato reduzido, interface amigável e confiabilidade evidenciada, o EFB é capaz de manter os arquivos digitais organizados e fáceis de ser encontrados em poucos segundos (ATEŞ, 2017). Madaleno et al. (2015), em um estudo mais aprofundado, ressaltam que ao terem menos peso para transportar, os pilotos vão ter uma menor fadiga física, estresse e carga de trabalho geral, levando a uma redução na possibilidade de ocorrência de erro.

Além disso, Jaglbauer (2007) afirma que a iluminação está relacionada com a questão de segurança para a realização de qualquer tipo de tarefa e com a questão de saúde e qualidade de vida das pessoas. O fato de o EFB possuir iluminação própria e adaptável, além do recurso de *zoom*, possibilita ao piloto enxergar os detalhes de cada documento sem dificuldades, de dia ou de noite, contribuindo com a segurança da operação.

Assim, ao usar papel, os pilotos devem alternar entre listas de verificação, gráficos de navegação e informações meteorológicas várias vezes. Este é um convite para a distração e para que o piloto se perca entre os dados e comprometa a continuidade do raciocínio.

Portanto, infere-se que a substituição dos arquivos em papel que são portados em voo por um EFB possibilita, ao piloto, voar com mais segurança por meio de uma ergonomia mais desenvolvida, permitindo que o comandante acesse documentos com mais agilidade, o que representa um ganho em relação ao desempenho operacional.

2.2 Tomada de decisão

Levando em consideração que cerca de 80% dos acidentes aeronáuticos tem como fator contribuinte o erro humano (DUMITRO; BOȘCOIANU, 2015), torna-se essencial entender e evoluir as capacidades e limitações humanas.

Diante disso, o erro humano está diretamente relacionado à tomada de decisão e deve ser minimizado por meio de recursos cada vez mais avançados. Sob o mesmo ponto de vista, Vanzin e Ulbricht (2004) complementam que o erro é inerente ao ser humano que constrói, através dos processos de aprendizagem, os padrões que utiliza nas representações mentais e nos seus planos de ação.

Nesse contexto, Endsley (1988) define o termo “consciência situacional” como a percepção dos elementos no ambiente dentro de um volume de tempo e de espaço, compreensão do seu significado e projeção de sua condição no futuro próximo. Esse é um importante fator que auxilia o piloto na tomada de decisão. O conceito consiste em um modelo de projeção mental, ou seja, a compreensão fiel das condições atuais de voo na mente do piloto. Isso significa que quando se tem uma boa consciência situacional em um cenário tático, o piloto sabe exatamente o correto posicionamento de sua própria aeronave e das demais em relação ao espaço geográfico e, além disso, consegue idealizar diversas possibilidades de agir considerando os aspectos estratégicos envolvidos no momento. Evoluir essa capacidade é fundamental para alcançar maior eficiência na área da aviação de caça.

Em relação à aeronave F-5M, por se tratar de um projeto idealizado na década de 50 e, mesmo após passar por uma modernização, não possui recursos tecnológicos atualizados para proporcionar ao piloto as condições ideais para formar uma consciência situacional adequada em um curto espaço de tempo.

Frente a essa adversidade, um dos principais benefícios do EFB é a capacidade de aumentar a consciência situacional do piloto e, conseqüentemente, facilitar a tomada de decisão. O dispositivo permite que os pilotos vejam a posição geográfica exata em uma versão digital dos gráficos, mapas ou procedimentos, não sendo

necessário despende muito tempo calculando, o que reduz a possibilidade de cometer erros operacionais. Isso fornece uma combinação de familiaridade com o modelo antigo de papel, ao mesmo tempo em que adiciona os benefícios da nova tecnologia de exibir em tempo real a aeronave dentro de um cenário tático. Ainda mais, o recurso permite que os pilotos tenham menos dados para absorver e interpretar, já que as informações e cálculos importantes são feitos pelo próprio EFB, o que lhes permite manter a consciência situacional sem sobrecarga de esforço mental.

Ademais, a seleção e o manuseio dos papéis impressos, certamente, dificultam a atividade de um piloto voando solo, contribuindo para a ocorrência de erros na tomada de decisão e no cumprimento de procedimentos previstos (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2016). Ainda nesse contexto, a redução desse esforço mental contribui para aliviar a carga de trabalho do piloto. Essa carga reduzida é capaz de potencializar sua performance em voo, que é condicionada ao seu estado mental e físico, às limitações de tempo e, também, à complexidade da missão. A partir da discussão acima, nota-se que a carga de trabalho de um indivíduo pode ser facilmente influenciada pela complexidade da tarefa e pelo ambiente de trabalho, afetando assim seu desempenho (FERNANDES; BRAARUD, 2015).

Segundo Johnstone (2013), gradualmente, os operadores aéreos percebem os benefícios que o EFB oferece. Também reconhecem o potencial do equipamento na aviação mundial, por conta das informações que é capaz de disponibilizar e pela maneira eficiente como o piloto utiliza-o. Esse é o principal motivo que justifica a crescente utilização do dispositivo na aviação civil.

Por fim, ao compreender os principais conceitos e as capacidades do EFB relacionadas à tomada de decisão do piloto, percebe-se que o equipamento tem o potencial de aliviar a carga de trabalho e esforço cognitivo do piloto, proporcionar uma alta consciência situacional e, com isso, contribuir para que a tomada de decisão seja realizada de maneira mais adequada.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O F-5M é o principal vetor de defesa aérea de alta performance da FAB com capacidade para apenas um piloto. Essa aeronave se destaca pela alta velocidade empregada, autonomia restrita e ausência do equipamento de piloto automático. Com isso, o dinamismo e a complexidade das missões operacionais nessa aeronave exigem

que os pilotos tomem as melhores decisões em pouco tempo. Qualquer fator que interfira nessa aeronave ou no próprio piloto, influencia diretamente no cumprimento da missão. Frente a esse alto grau de complexidade, a necessidade de desenvolver procedimentos e recursos capazes de auxiliar o piloto de caça tem sido alvo de diversos estudos.

Diante disso, foi exposto que a prancheta de voo regularmente utilizada pelos tripulantes pode apresentar obstáculos operacionais em função de algumas características peculiares. Apresentou-se que o manuseio dos documentos impressos e fixados na tradicional prancheta exige que o piloto consuma tempo significativo focado na parte interior do *cockpit*, além de o material ficar sujeito a ser danificado por ficar exposto à ação da água e do vento expelido pelo ar-condicionado da aeronave. Dessa maneira, a ergonomia e a capacidade de tomada de decisão são alguns dos determinantes operacionais que ajudam a quantificar o desempenho em voo.

Primeiramente, identificou-se que o EFB possibilita, ao piloto, voar com mais segurança por meio de uma ergonomia mais desenvolvida, permitindo que o comandante acesse documentos com mais agilidade, representando mais segurança e eficiência para a atividade aérea específica.

Além disso, as características e as capacidades do EFB permitem aliviar a carga de trabalho e aumentar a consciência situacional do piloto, reduzindo o esforço mental e, conseqüentemente, facilitando a tomada de decisão. O dispositivo permite que os pilotos vejam a posição geográfica exata em uma versão digital dos gráficos, mapas ou procedimentos, não sendo necessário despender muito tempo calculando, o que reduz a possibilidade de cometer erros operacionais.

Logo, defendeu-se neste trabalho que essa ergonomia favorável aliada com a capacidade maximizada de tomar adequadas decisões em voo são dois benefícios significativos que o emprego de *electronic flight bag* proporciona ao comandante da aeronave, tornando conclusivo que a utilização de EFB propicia ganho operacional para o piloto de F-5M.

Por fim, é conveniente a utilização de EFB pelos pilotos de aeronave F-5M. Verifica-se a viabilidade de adaptação também nas demais aeronaves de caça utilizadas pela FAB (A-29, A-1 e F-39) para que seja proporcionado um ganho operacional considerável de maneira a empregar esses vetores de um modo mais seguro e eficiente, proporcionando uma melhor capacidade de realizar a defesa aeroespacial da pátria.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J. et al. **Introdução à ergonomia: da prática à teoria**. São Paulo, SP. Editora Blucher, 2009.

ATEŞ, S. S. Electronic flight bag in the operation of airline companies: application in Turkey. **Computer Science and Information Technology**, Turkey, v. 5, n. 4, p. 128-134, 2017. Disponível em: <http://www.hrpub.org/download/20170930/CSIT2-13509691.pdf>. Acesso em: 20 maio 2022

DUMITRU, I. M.; BOŞCOIANU, M. Human factors contribution to aviation safety. **International Scientific Committee**, [s. l.], v. 49, 2015.

ENDSLEY, M. R. Design and evaluation for situation awareness enhancement. *In: Proceedings of the Human Factors Society annual meeting*, Los Angeles, v. 32, n. 2, p. 97-101, 1988.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. AC120-76 – Authorization for Use of Electronic Flight Bags. **FAA**, Washington, 2016. Disponível em: http://www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/index.cfm/go/document.information/documentID/1032166.

Acesso em: 20 jun. 2022

FERNANDES, A.; BRAARUD, P.O. Exploring measures of workload, situation awareness, and task performance in the main control room. **Procedia Manufacturing**, [s. l.], v. 3, p. 1281-1288, 2015. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.273>. Acesso em: 19 jun. 2022

HARRIS, D. Head Down Display Design. *In: Human factors for civil flight deck design*. London, UK. Ashgate Publishing Ltd, 2004. p. 69-102.

JAGLBAUER, V. **Contribuição a melhora das condições ambientais de trabalho através do aprimoramento da iluminação em galpões e pátios cobertos na indústria mineral**. 2007. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

JOHNSTONE, N. The electronic flight bag friend or foe. **Report Nr**, [s. l.], v. 104, p. 117-121, 2013.

MADALENO, A. E. E. *et al.* **Estudo da viabilidade de redução do erro humano nas atividades de manutenção recorrendo a Electronic Flight Bag**. 2017. Tese (Doutorado) – Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal, 2017. Disponível em: https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/7917/1/5434_10915.pdf. Acesso em: 16 jun. 2022

SLACK, N. **The manufacturing advantage**. England: Management Books 2000 Ltd, 2009.

VANZIN, T.; ULBRICHT, V. R. A abordagem dos Erros Humanos nos Ambientes Hipermídia Pedagógica. *In: CONGRESSO NACIONAL DE AMBIENTES HIPERMÍDIA PARA APRENDIZAGEM*, 1, 2004, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis: UFSC, 2004.