



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1º/2024

ITALO **HOLANDA** DE OLIVEIRA, Cap Av

A pilotagem manual como instrumento de autoconfiança para as operações da aeronave KC-390.

Rio de Janeiro
2024

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
DIVISÃO DE ENSINO
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 1º/2024

ITALO **HOLANDA** DE OLIVEIRA, Cap Av

A pilotagem manual como instrumento de autoconfiança para as operações da aeronave KC-390.

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: Doutrina de Emprego
Orientador: Maj Int Melina

Rio de Janeiro

2024

ITALO **HOLANDA** DE OLIVEIRA, Cap Av

A pilotagem manual como instrumento de autoconfiança para as operações da aeronave KC-390.

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

Aprovado por:

Daniel Rodrigues **Figueiredo**, Maj Av
EAOAR

Melina dos Santos Ferreira Barbosa, Maj Int
EAOAR

Rio de Janeiro

2024

RESUMO

A automação na aviação representa um avanço significativo, porém a complexidade das modernas aeronaves requer uma interface eficaz entre humanos e máquinas para evitar confusões e acidentes. A dependência extrema dos sistemas automáticos pode representar riscos à segurança, especialmente em missões como Lançamento de Carga na Antártica e Combate a Incêndio em Voo, nas quais a pilotagem manual se faz necessária para garantir o sucesso da missão. Dados estatísticos mostram que a perda de controle em voo e falhas de pilotagem contribuíram para um número significativo de acidentes nos últimos anos. Portanto, o treinamento das habilidades de pilotagem no KC-390 é essencial para aumentar a confiança dos tripulantes e mitigar esses riscos. A inclusão no PAOP e PEVOP, da obrigatoriedade da pilotagem manual nas missões de assalto aeroterrestre, navegação a baixa altura e ressuprimento aéreo aumenta a segurança, pois traz confiança aos pilotos para assumirem os comandos da aeronave, em situações de risco. Além do mais, pilotos confiantes e proficientes na pilotagem manual têm maior probabilidade de sucesso, reduzindo as abortivas e replanejamentos, evitando multiplicar custos de diárias, suprimento de fundos e horas de voo. Logo, investir no treinamento de pilotagem manual é fundamental para garantir a eficácia e a segurança das missões, ao mesmo tempo em que contribui para a redução de despesas. Portanto, essas ações aprimoram a doutrina aeroespacial e ressaltam a importância da valorização do julgamento e tomada de decisões como habilidades cruciais para o futuro; já que são habilidades exclusivamente humanas.

Palavras-chave: Automação. Segurança de voo. Pilotagem manual. Redução de despesas. KC-390.

1 INTRODUÇÃO

Diante das inúmeras evoluções tecnológicas que a modernidade trouxe, é notório afirmar que a automação na aviação é um avanço significativo. No entanto, a complexidade das modernas aeronaves automatizadas exige uma interface eficaz entre humanos e máquinas, que se não bem trabalhadas podem resultar em confusão, falta de compreensão e até acidentes.

Diversos vetores da Força Aérea contam com essas tecnologias embarcadas, o que também é realidade para algumas aeronaves de transporte tático. Nesse diapasão, frisa-se o risco de a cultura de dependência da automatização afetar a atuação dos pilotos e até mesmo comprometer as missões de alta complexidade, que são de grande vulto para a Força Aérea Brasileira.

Falando mais especificamente sobre a aeronave KC-390, o uso da automação continuamente significa um risco à segurança e ao sucesso da missão nas operações de Lançamento de Carga na Antártica e Combate a Incêndio em Voo, onde a utilização do Piloto Automático é reduzida ou inexistente, para assegurar o sucesso da missão. Esse risco se reveste de importância, quando analisamos dados estatísticos; nos últimos 10 anos, apesar das inovações nas tecnologias de automação, foram registradas 276 fatalidades devido à perda de controle em voo.

Nesse contexto, o treinamento das habilidades de pilotagem manual no KC-390 desempenha um papel fundamental ao fomentar a confiança dos pilotos em suas capacidades, tornando-se uma medida mitigadora de riscos. A fim de desenvolver essas aptidões e incrementar a autoconfiança, propõe-se que esse treinamento seja incorporado tanto no Programa de Avaliação Operacional e Provas (PAOP) quanto no Programa de Elevação Operacional (PEVOP). Essa inclusão tem finalidade de tornar obrigatória a realização das missões de assalto aeroterrestre, navegação a baixa altura e ressuprimento aéreo com as técnicas de pilotagem manual, deixando explícito que essa decisão não está a cargo dos tripulantes. Esta ação tem alinhamento com o mapa estratégico do PEMAER, fortalecendo o eixo de adestramento, aprimorando a doutrina aeroespacial ao ampliar a prontidão operacional.

Isto posto, o treinamento sugerido eleva a segurança de voo e reduz os riscos quando demandada uma correção por uma manobra indesejada ou falha no

funcionamento do sistema de piloto automático, pois o piloto estará confiante para realizar uma intervenção manual e a atuará nos comandos da aeronave.

Adicionalmente, para a operação de Lançamento de Carga na Antártica e Combate a Incêndio em Voo, o aprimoramento da pilotagem está diretamente relacionado à redução de custos da missão. A afirmação se justifica, pois o piloto, ao manter as habilidades de voo aprimoradas, torna-se capacitado para enfrentar situações adversas, reduzindo as abortivas em voo e a necessidade de replanejamento dispendiosos. Isso impacta positivamente os custos das missões, como: horas de voo, diárias e suprimento de fundos.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 A Dependência da Automação do KC-390 e seus riscos

O fator humano é uma das principais causas contribuintes para acidentes na aviação ao longo da sua história. Visando aumentar a segurança de voo, foram desenvolvidos sistemas de automação que contam com recursos de empuxo/potência automática, navegação por GPS, sistema de alerta de aproximação com o solo (GPWS), dentre outros. No entanto, mesmo com aeronaves automatizadas em alto nível, os acidentes continuam ocorrendo (JUNIOR, 2019).

O Embraer KC-390 Millennium é equipado com sistema de aviônicos Rockwell Collins Pro Line Fusion, considerado de alto nível de automação. Integra os sistemas de comandos de voo, potência, comunicação, navegação, proporcionando facilidades que reduzem a carga de trabalho dos tripulantes. No entanto, existem riscos latentes, aumentando o potencial de um acidente aeronáutico, caso haja complacência por parte dos tripulantes em relação àquele sistema, causando um baixo nível de consciência situacional e tornando-os lenientes para atuarem de forma corretiva nos comandos de voo.

Dois exemplos famosos corroboram a afirmação: o acidente do Air France 447, onde uma indicação errônea de velocidade devido congelamento de sensores, incorreu na atuação equivocada do piloto, levando a perda de sustentação aerodinâmica (estol) até a aeronave colidir com o Atlântico e o TAM JJ 3054 que o controle de potência atuou de forma não convencional, sem que houvesse a correta

percepção e atuação da tripulação, resultou no acidente durante o pouso em Congonhas-SP. Ambos os acidentes tiveram uma demora na percepção dos pilotos de falhas do sistema automatizado, além de correções errôneas por parte dos tripulantes, que foram relevantes para as ocorrências.

Fora os exemplos acima, têm-se os seguintes dados estatísticos extraídos do Painel SIPAER: nos últimos 10 anos, foram registradas 276 fatalidades na aviação causadas por Perda de Controle em Voo. Além disso, no mesmo período, foram registradas 480 fatalidades que tiveram julgamento de pilotagem como fator contribuinte e 328 que o fator contribuinte foi aplicação de comandos, os quais são aspectos de desempenho técnico do ser humano (Painel SIPAER 05/03/24).

Assim, observa-se que existem falhas de interação homem-máquina, em que o ser humano não é a causa destes erros, mas é exatamente onde a sucessão destes problemas desemboca. O piloto é o local de despejo final para os problemas e dificuldades inerentes às tecnologias que criamos; o operador geralmente é quem deve interpretar todos os sinais e, através do julgamento, superar quaisquer falhas e ineficiências existentes no sistema. (ENDSLEY, 2001, p. 3).

Além do treinamento de procedimentos de emergência, o uso da pilotagem manual deve ter constância, para o piloto sentir-se seguro; pois são estes os recursos que poderão ser usados, para ele agir eficientemente, quando tiver disponível somente poucos segundos para retirar a aeronave de uma condição insegura, conforme o trecho abaixo:

“... a incapacidade da tripulação de determinar que a automação havia entrado naquele modo específico devido à organização do Display Primário de Voo. O tempo disponível para o Comandante reagir (12 segundos) à situação anormal também foi citado como fator deste acidente.” (tradução nossa, SARTER, N.B., WOODS, D.D., BILLINGS, C.E., 1997, p 14).

Quando há excesso de confiança na automação, o operador “se acostuma” com as facilidades que o sistema oferece e poderá incorrer no receio de assumir e reagir a ações geradas pelo automatismo, por subestimar a necessidade de manutenção das suas habilidades e conhecimentos, logo se torna deficiente a sua função de monitoramento dos sistemas (PRADO, 2020, p. 8).

Os pontos discutidos e as referências mencionadas enfatizam a necessidade de intervenção nas legislações operacionais específicas (PAOP e PEVOP). Essa intervenção visa evitar a cultura de dependência excessiva da automação. Além

disso, é importante que nos esquadrões que operam o KC-390, não se estabeleça o hábito de sempre confiar na programação do sistema automático. Portanto, é fundamental que haja a obrigatoriedade de realizar missões operacionais utilizando as capacidades de pilotagem manual dos pilotos. Isso proporciona uma melhor percepção das reações da aeronave, aumentando a segurança de voo e reduzindo riscos. Essa prática é relevante em emergências ou na necessidade de correção de uma ação irregular realizada pelo piloto automático.

2.2 Missões de alta complexidade

Os esquadrões que operam o KC-390 estão inseridos em contextos de alta visibilidade para a Força Aérea. Nestes cenários de grande repercussão estão as missões de alta complexidade: lançamento de carga em apoio ao PROANTAR (Programa Antártico Brasileiro) e missões de CIVoo (Combate a Incêndio em Voo). Tais missões remetem invariavelmente a altos custos para a FAB (diárias, suprimento de fundos e horas de voo), devido à sua longa duração e à frequência com que ocorrem em território internacional.

O cenário de um combate a incêndio é muito complexo. Diversas aeronaves atuam simultaneamente em um espaço aéreo saturado, por vezes compartilhando frequências de transmissão congestionadas e até mesmo falando mais de duas línguas na fonia; observa-se então o quão caótico pode ser o ambiente de atuação. Diante do exposto, se somado a tudo isso, a tripulação se sentir insegura para realizar o emprego da aeronave com pilotagem manual, a probabilidade de insucesso é amplificada.

Quanto às operações do PROANTAR (Programa Antártico Brasileiro), existe uma dificuldade de se replicar as condições de lançamento na Baía do Almirantado, na Antártica. As mudanças climáticas muito dinâmicas e restritivas, juntamente com relevo acentuado, estabelecem uma margem de erro pequena para os pilotos em função.

Como bem apontado por Fonseca Filho (2021, p. 18), o preparo otimizado dos pilotos é uma busca constante, mas nem sempre viável devido às limitações orçamentárias e pelos altos custos da hora de voo. A condição de estar “pronto para a guerra” demanda treinamentos que nem sempre estão dentro do orçamento.

A pilotagem manual, quando bem treinada, traz um aumento significativo na confiança do piloto, que está diretamente relacionada ao sucesso e ao custo das missões. Quando o lançamento de carga ou a extinção de incêndio atingem o êxito esperado, se traduz em menos gastos para o erário. Quando contrário ocorre, logicamente existe necessidade de novas surtidas para atingir o objetivo. Tomando como exemplo: um dia de custo de missão de combate a incêndio em Concepción – Chile, para 12 tripulantes e 10 militares de equipe de solo. Gastos de diária \$ 4.000 por dia, suprimento de fundos \$ 150 por dia, 4 horas de voo por dia \$ 15.000. Logo, por dia são gastos \$ 19.150, multiplicando-se esse valor a cada dia de insucesso.

Um treinamento eficaz e eficiente proporciona vantagens como: diminuição de custos pela queda de retrabalhos, fortalecimento de autoconfiança, auxiliando as pessoas a serem mais eficientes, evitando erros, melhorando atitudes e alcançando maior produtividade. O treinamento é uma fonte de lucratividade ao permitir que as pessoas contribuam efetivamente para os resultados (PEREIRA, E.; FERREIRA, M. CARVALHO, 2014).

Diante de um cenário de restrições orçamentárias, o aproveitamento dos voos corriqueiros para os treinamentos de pilotagem manual mostra-se oportuno. O treinamento específico para as missões de Combate a Incêndio em Voo (CIVoo), são realizadas apenas uma vez ao ano, durante o Exercício Técnico MAFFS e os voos de lançamento na Antártica têm sido realizados 3 ou 4 vezes no ano; o que fica aquém de um treinamento de excelência, para missões dessa magnitude. Portanto, é imperativo buscar soluções eficientes visando a manutenção do preparo e otimizar os recursos, a obrigatoriedade da pilotagem manual nos voos mencionados é uma opção otimizada.

Desta forma, ao se observar todas as condicionantes envolvidas nessas missões de alta complexidade e adicionando a variável de pouca proficiência nas habilidades de pilotagem manual, habilidades estas que são amplamente utilizadas nesses voos, justifica-se a ampliação do treinamento de voo manual, aumentando a probabilidade de sucesso no cumprimento da missão; resultando em redução custos e retrabalhos. Logo, o treinamento da pilotagem manual nas missões cotidianas dos esquadrões (Assalto aeroterrestre, navegação a baixa altura e Ressuprimento Aéreo) é uma forma de mitigar esses riscos de insucesso e evitar conseqüentemente o aumento dos custos das missões.

3 CONCLUSÃO

As implicações da automação na aviação são amplamente debatidas na literatura, acerca de suas vantagens e seus óbices, principalmente no que tange à redução da carga de trabalho das tripulações e à complacência diante de tanto automatismo; o que não é diferente de quando tratamos da aeronave KC-390.

Um alerta foi levantado quando se estabeleceu uma relação entre a dependência dos sistemas de piloto automático e as missões de grande complexidade nas quais os esquadrões que operam essa aeronave estão inseridos. de forma que este ensaio defendeu a inclusão no Programa de Avaliação Operacional e Provas (PAOP) e no Programa de Elevação Operacional (PEVOP) do treinamento das técnicas de pilotagem manual nos voos de Assalto aeroterrestre, Navegação a Baixa Altura e Ressuprimento Aéreo como forma de mitigar riscos.

Tratado um primeiro ponto que, apesar dos altos níveis de automação, ainda ocorrem acidentes fatais causados pela perda de controle em voo; com exemplos de ocorrências que tiveram como causa e fatores contribuintes falhas ligadas à automação, bem como a intervenção equivocada dos tripulantes, evidenciando a complacência com a automação e a leniência para entender e agir de forma corretiva; de tal forma a ressaltar a importância da pilotagem manual, para a atuação segura dos tripulantes nos comandos de voo.

Em seguida, destaca-se a relevância do treinamento dos tripulantes na pilotagem manual para o sucesso das missões de alta complexidade, frisando como a proficiência nas ações da aeronave está diretamente ligada aos custos, ao passo que ao cumprir a missão de forma eficiente, evita-se o retrabalho e a replicação de todos os gastos de um dia de missão, como, por exemplo: horas de voo, diárias e suprimento de fundos.

O referido treinamento reveste-se de importância, ao valorizar o julgamento e a tomada de decisões como habilidades cruciais para o futuro. O julgamento crítico é uma habilidade exclusivamente humana que deve ser desenvolvida para não tornarmos reféns, ante um cenário de tecnologias cada vez mais automatizadas. As ações vigentes aprimoram a doutrina aeroespacial, contribuindo para a implantação segura e eficiente da aeronave nacional de transporte e reabastecimento em voo, KC-390 Millennium.

REFERÊNCIAS

ENDSLEY, M. R. Designing for situation awareness in complex systems. *In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON SYMBIOSIS OF HUMANS, ARTIFACTS AND ENVIRONMENT*, 2., 2001, Kyoto. **Proceedings** [...]. University of Kyoto, 2001. p. 1-14. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Mica-Endsley/publication/238653506_Designing_for_situation_awareness_in_complex_system/links/542b1ada0cf29bbc126a7f35/Designing-for-situation-awareness-in-complex-system.pdf. Acesso em: 15 mar. 2024.

FONSECA FILHO, N. A. **O emprego de simulador de baixo custo para Pilotos de Caça no treinamento de Combate BVR**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Política, Estratégia e Alta Administração Militar) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/9995/1/MO%200985%20-%20NEWTON%20de%20Abreu%20Fonseca%20Filho.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2024.

PEREIRA, E. S.; FERREIRA, M. S. **Treinamento de Pessoal**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Tecnologia em Gestão de Recursos Humanos) - Faculdade Católica de Anápolis, Anápolis, GO, 2014. Disponível em: <https://catolicadeanapolis.edu.br/biblioteca/wp-content/uploads/2018/05/EDNALVA-DA-SILVA-PEREIRA-2014.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2024.

PRADO, A. L. **Automação e Segurança de Voo: uma análise de acidentes aéreos relacionados com tecnologias de automação**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Altos Estudos em Defesa) - Escola Superior de Guerra, Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://repositorio.esg.br/bitstream/123456789/929/1/ALEXANDRE%20LIMA%20PRADO%20-%20TCC%20CAED%202020.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2024.

STARTER, N. B.; WOODS, D. D.; BILLINGS, C. E. Automation Surprises, In G. Salvendy (Ed.), **Handbook of human factors and ergonomics**. New York: Wiley, 1997. p. 1926-1943. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/270960170_Automation_surprises. Acesso em: 15 mar. 2024.

VAZ JUNIOR, C. A. Comportamento humano e automação como fatores contribuintes em acidentes: estudo de caso de acidente aéreo em São Paulo, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, São Paulo, v. 5, n. 9, p. 15134-15150, set. 2019. Disponível em <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv5n9-103>. Acesso em: 07 de mar. 2024.