



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3/2023

FELIPE **ALBERTO** DE LIMA SOUZA, Cap Av

Fatores influenciadores no Gerenciamento de Risco da Inspeção em Voo

Rio de Janeiro

2023

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS 3/2023

FELIPE **ALBERTO** DE LIMA SOUZA, Cap Av

Fatores influenciadores no Gerenciamento de Risco da Inspeção em Voo

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: Segurança de Voo

Orientador: Raphael Osório de Oliveira, Maj Av

Rio de Janeiro

2023

FELIPE **ALBERTO** DE LIMA SOUZA, Cap Av

Fatores influenciadores no Gerenciamento de Risco da Inspeção em Voo

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

Aprovado por:

Raphael **Osório** de Oliveira, Maj Av
EAOAR

Mellina dos Santos Ferreira Barbosa, Maj Int
EAOAR

Rio de Janeiro

2023

RESUMO

A Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) recomenda o uso de ferramentas e métodos de gerenciamento na identificação de ameaças e mitigação de riscos. A Força Aérea Brasileira (FAB) desenvolveu o Método SIPAER de Gerenciamento de Risco (MSGR) para ser utilizado nas Unidades Aéreas, considerando cinco fatores na análise de risco, conforme metodologia 5M. O Grupo Especial de Inspeção em Voo (GEIV) desempenha um papel crucial na segurança do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB) como a única unidade responsável por inspeções em voo no país, utilizando dois modelos modernos de aeronaves. No entanto, planeja suas missões focando apenas nos elementos relacionados ao fator humano, não utilizando o MSGR em sua totalidade. Neste contexto, o presente trabalho defende que a implementação do método 5M no Gerenciamento de Risco do GEIV aumenta a segurança operacional da unidade. O método incorporará os aspectos relacionados com a missão no Gerenciamento de Risco (GR), haja vista a diversidade das atividades realizadas nos voos de inspeção e instruções. Além disso, a inclusão dos elementos referentes às capacidades das aeronaves, viabiliza a correta análise dos equipamentos presentes nos projetos e possíveis diferenças ou ausências de alguns sistemas. Essa abordagem atual do GR não apenas beneficiará o GEIV, mas também contribuirá para um sistema de controle de tráfego aéreo brasileiro mais seguro, propiciando que o DECEA se mantenha como referência mundial no controle do espaço aéreo.

Palavras-chave: GEIV. Gerenciamento de Risco. MSGR. Segurança Operacional. Inspeção em Voo.

1 INTRODUÇÃO

A Organização Internacional da Aviação Civil (OACI) estabelece padrões e práticas recomendadas por meio de 19 anexos à Convenção de Chicago. O último anexo, nominado Gestão da Segurança, foi publicado em 2013 e exalta a importância do Gerenciamento de Risco (GR) na aviação, com a correta identificação das ameaças, desenvolvimento de um método de análise, avaliação e controle dos riscos, bem como a necessidade desse processo ser revisado periodicamente para que se mantenha apropriado.

Na Força Aérea Brasileira (FAB), por intermédio do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), adota-se o Método SIPAER de Gerenciamento de Risco (MSGR), o qual é baseado no método 5M, que considera os fatores Humano, Material, Ambiente, Missão e Gerenciamento como aspectos relevantes para o planejamento do voo. Cusick, Cortés e Rodrigues (2017, p. 102, tradução nossa) ressaltam que “Os cinco fatores estão estreitamente inter-relacionados e interagem de várias formas”.

Dentre as unidades aéreas da FAB, o Grupo Especial de Inspeção em Voo (GEIV), única subordinada diretamente ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), tem a missão de garantir o correto funcionamento dos auxílios à navegação aérea do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB) e, nos últimos anos, de alguns países da América do Sul. As atividades de inspeção em voo e radiomonitoragem executadas pelo GEIV refletem diretamente na operacionalidade e segurança da aviação nos locais inspecionados pela unidade.

Durante a fase de planejamento das missões do GEIV, para mitigação das ameaças utiliza-se um banco de dados que aborda somente informações referentes aos tripulantes, tais como periodicidade no voo, operacionalidade na aeronave, horas de voo totais no modelo, data da realização do último simulador, dentre outras. Não obstante a minuciosa análise dos elementos conectados com o fator humano, o MSGR não é utilizado em sua totalidade.

Neste contexto, o presente trabalho defende que a implementação do método 5M no Gerenciamento de Risco do GEIV aumenta a segurança operacional da unidade. Visto que, a despeito da diversidade e complexidade relativos à atividade de inspeção em voo, a organização considera apenas o fator humano no intuito de quantificar o risco inerente a cada missão.

Para corroborar com a tese, argumenta-se que o método incorporará os aspectos relacionados com a missão no GR, tendo em vista a peculiaridade da atividade de inspeção em voo, vez que a ausência dessa análise inviabiliza a mitigação das ameaças associadas. Em adição, defende-se que haverá a inclusão dos elementos referentes às capacidades das aeronaves, pois o GEIV opera dois vetores distintos, com sistemas de aviônicos e de comandos de voos diferentes, portanto o resultado do cálculo do GR do planejamento de um voo não pode ser o mesmo, independentemente do tipo do projeto a ser empregado.

2 DESENVOLVIMENTO

Atualmente, para efetivo cumprimento de suas missões, o GEIV possui dois modelos de aeronaves. Para a execução das atividades de inspeção utilizam-se manobras efetuadas por meio de perfil de voo de aproximação para pouso e decolagem, sendo necessário, por vezes, realizar espera no circuito de tráfego ou em áreas próximas aos aeroportos em distância e altitude.

Compreendendo a singularidade da unidade aérea e do voo que executa, com importância se destaca o texto da Diretriz do Comando da Aeronáutica 3-1 “as análises estatísticas dos Elos SIPAER deverão levar em consideração o ambiente operacional e particularidades de emprego de cada OM” (Brasil, 2022, p. 16).

O presente ensaio se concentra na relevância da inclusão dos fatores referentes à missão e à máquina no método de Gerenciamento de Risco do GEIV, deixando os aspectos sobre os elementos gerenciamento e meio para desenvolvimento em trabalhos futuros.

2.1 A influência do fator missão

Para dar início na inclusão da missão no método de gerenciamento de risco, faz-se necessário entender que ela é a intersecção entre os fatores humano, meio e máquina, visto que é a atividade na qual existe a interação do piloto com o avião no espaço aéreo.

As missões executadas pelo GEIV têm uma gama muito grande de variações, de acordo com o equipamento de navegação aérea e o tipo de inspeção como homologação de um novo auxílio aeronáutico, restabelecimento de um sistema que

porventura teve seu funcionamento afetado, voo de verificação de rotina, entre outros em que dividiremos apenas como realizados em altitudes elevadas ou a baixa altura. Destarte, Miyamoto, Whitehead e Santos (2020, p. 4), afirmam que as fases de voos mais suscetíveis a um acidente ocorrem quando as aeronaves descem para uma altitude mais baixa.

Neste sentido, o *Statistical Summary Of Commercial Jet Airplane Accidents* publicado pela Boeing (2021, p. 14), demonstra que o tempo de voo nas fases de decolagem, subida, aproximação inicial, aproximação final e pouso correspondem a 18% do tempo total do voo. Este curto período de exposição configurado num voo de traslado não reflete categoricamente o voo do GEIV, porém resulta em 67% das fatalidades.

De acordo com Wede (2012, p. 253), essas fases de voo representam entre 70 e 80% do tempo total de uma missão de inspeção em voo, visto que as manobras são executadas por diversas vezes até a conclusão da inspeção. Retrata, portanto, uma exposição considerável aos momentos mais críticos apresentados no estudo da Boeing. Desta forma, seria apropriadamente ponderada no método 5M, pois a identificação das ameaças inerentes possibilita análise e tomada de decisões a fim de mitigar os riscos.

As missões de auxílios à navegação aérea como PAPI e ILS são executadas com voos mais baixos no momento inicial da inspeção, ou seja, apesar de haver um momento prévio, que foi configurado o voo de cruzeiro com menor carga de trabalho para o piloto, em geral sua totalidade foi executada a baixa altura. Em contraponto, os voos de homologação ou integração de radar são iniciados a baixa altura, entretanto a maior parte da missão ocorrerá em níveis mais altos.

Diante ao exposto, é notória a distinção entre os voos de equipamentos diferentes a serem inspecionados, principalmente em relação às altitudes nas quais ocorrem as manobras, bem como o voo propriamente dito. Baseado no estudo da Boeing (2021, p. 14) e de Miyamoto, Whitehead e Santos (2020, p. 5-6), evidencia-se que o voo em altitude elevada apresenta menor potencialidade de ocorrência de um acidente e faz-se salutar a análise desse cenário previamente.

Dentre os acidentes analisados por Miyamoto, Whitehead e Santos (2020, p. 5-6), na verificação do fator motivante da atividade aérea, o voo de instrução se encontra na segunda posição, ficando atrás apenas dos voos com interesses particulares. Apesar do GEIV receber pilotos com formação anterior, todos realizam

treinamento na aeronave, bem como na inspeção relacionada ao equipamento a ser voado.

No GR a operacionalidade dos pilotos é considerada, mas o fato da missão ser de instrução é ignorado. Ao acrescentar elementos referentes à particularidade do voo de instrução no MSGR, a análise da gravidade torna-se melhor e viabiliza maiores oportunidades de prevenção. Ratifica o CENIPA:

Todos os Elos SIPAER operadores de aeronaves/operadores de aeródromo deverão adotar a metodologia descrita na NSCA 3-15/2022 para a identificação de ameaças (inclusive organizacionais), avaliação do risco e adoção de estratégias de mitigação para todas as operações reais e de adestramento (Brasil, 2022, p. 16).

Portanto, um planejamento de voo que compreenda o auxílio à navegação a ser inspecionado, o tipo de inspeção a ser realizada e a presença de instrução contribui para um melhor GR e, conseqüentemente, para a prevenção de acidentes e o aumento da segurança operacional.

2.2 Capacidades das aeronaves

O avanço da tecnologia possibilitou equipar as aeronaves com sistemas que auxiliam os tripulantes durante o voo. Por meio de estudos e análises dos acidentes passados foram confeccionados sistemas que auxiliam os pilotos no gerenciamento de cabine e compreensão na leitura dos instrumentos.

O GEIV possui dois modelos de aeronave: o Legacy IU-50 e o Hawker IU-93M. O IU-93M, aeronave fabricada pela Hawker Beechcraft, foi implementada no ano de 2000 na unidade e passou por um processo de modernização nos seus equipamentos, sistemas e FMS entre os anos de 2019 e 2021. A aeronave IU-50, fabricada pela EMBRAER, foi incorporada ao GEIV em 2016.

O IU-50 dispõe de sistema de visão aprimorada (EVS) e sistema de visão sintética (SVS). Snow e Reising (1999) em concordância com Schnell, Ellis, Etherington (2005), afirmam que os referidos equipamentos melhoram o desempenho nos voos. Na visão de Bailey, Kramer e Prinzl (2007), são ferramentas que aumentam a consciência situacional dos pilotos quando voando próximo a obstáculos, como edifícios e terrenos elevados. Sendo assim, a ausência desse equipamento é um aspecto a ser considerado de forma negativa no GR.

A aeronave IU-93M possui sistema de comandos de voo convencionais, enquanto o IU-50, possui *sidestick* de comandos *fly by wire* (FBW). O FBW é um sistema de interface automática, no qual os comandos realizados pelos pilotos são transformados em sinais eletrônicos que passam por um computador a fim de amortecer e equilibrar o estímulo recebido para reproduzir resposta mais eficaz na superfície de controle da aeronave.

Diante ao exposto, nota-se uma maior estabilidade e segurança na operação, além da existência de sistemas redundantes, conforme corroboram Traverse, Lacaze e Souyris (2004, p. 208, tradução nossa):

[...] *fly-by-wire* contribui para o aumento da segurança, reduzindo a carga de trabalho da tripulação, a fadiga e proporcionando consciência situacional e uma melhor capacidade de sobrevivência a situações extremas, para não mencionar uma melhor robustez ao erro da tripulação.

O referido sistema de comando, capacidade que coopera para diminuição do cálculo do GR, possui leis de proteção que previnem que a aeronave exceda limites de operação, garantindo maior confiabilidade do equipamento e auxiliando diretamente nas ações dos pilotos durante a realização das missões.

O IU-93M possui controle manual de potência, no qual os pilotos atuam diretamente nos manetes, o IU-50 dispõe de um controle automático que atinge a velocidade selecionada pelo piloto. Esta funcionalidade do IU-50 é uma ferramenta fundamental para diminuir a carga de trabalho da tripulação na cabine possibilitando aos pilotos focar a atenção em outros aspectos externos durante o voo.

No GEIV existem pilotos que compõem o quadro de tripulantes dos dois projetos, todavia a presença ou a ausência de um controle automático pode prejudicar o ajuste de velocidade durante a operação da aeronave e necessita ser averiguado em planejamento prévio.

Isto posto, é possível verificar que aeronaves mais modernas possuem equipamentos e sistemas que favorecem o GR do voo, pois auxiliam na diminuição da carga de trabalho dos pilotos bem como aumentam a consciência situacional, favorecendo assim a plena execução da missão, conforme atestam Pereira, Lohmann e Houghton (2022). Particularmente nos voos de inspeção executados a baixa altura, esses facilitadores refletem diretamente nas tomadas de decisões e beneficiam a segurança do voo.

A ausência de algum desses sistemas, bem como a ocorrência de pane ou falha em voo, podem acarretar a diminuição de consciência situacional, demandar

uma maior carga de trabalho e possível cancelamento do voo, sendo assim, esses aspectos e fatores deveriam ser considerados no gerenciamento de risco para o planejamento da missão.

3 CONCLUSÃO

Compreendendo que a aviação é uma atividade que exige cautela na sua operação, a OACI estabelece requisitos para todos os operadores se manterem num nível de segurança adequado. A FAB acata a referida recomendação e disponibiliza o MSGR para suas unidades aéreas. No entanto, o GEIV utiliza o GR apreciando apenas os elementos conectados ao fator humano, desconsiderando os demais aspectos presentes na metodologia dos 5 fatores.

Ao se implementar a metodologia 5M no GR do GEIV, as ameaças poderão ser identificadas e mitigadas corretamente. Em se tratando do aspecto da missão, serão observados tipo de equipamento, altitude do voo predominante na inspeção, repetições das manobras a baixa altura e instruções de voo. Averiguando a gravidade, bem como a exposição ao risco que será considerada aceitável.

Com o avanço da tecnologia e constantes evoluções, as capacidades das aeronaves também progridem. É crucial examinar essa condição durante a fase de planejamento para garantir a presença e disponibilidade dos sistemas que auxiliam os pilotos e contribuem para o cálculo do GR.

Alguns fatores devem ser apreciados e possibilitam oportunidades de prevenção, tais como a existência de equipamentos que permitem aumento de consciência situacional ao voar próximo de obstáculos, de sistema de comandos que possui leis de controle que impedem a extrapolação de limites, bem como ponderar que um piloto pode voar em aeronaves com comando de potência automático e manual, diferenciando sua carga de trabalho em momentos críticos do voo.

Sendo assim, a implementação da metodologia 5M aprimora a segurança operacional e contribui para a prevenção de acidentes aeronáuticos. Viabiliza que o GEIV esteja alinhado com as legislações vigentes e atinja os padrões recomendados pela OACI, refletindo diretamente na segurança do espaço aéreo brasileiro, corroborando com a manutenção do DECEA como referência mundial no controle do espaço aéreo.

REFERÊNCIAS

BAILEY, R. E.; KRAMER, L. J.; PRINZEL III, L. Fusion of synthetic and enhanced vision for all-weather commercial aviation operations. *In: NATO HUMAN FACTORS AND MEDICINE SYMPOSIUM ON HUMAN FACTORS AND MEDICAL ASPECTS OF DAY/NIGHT ALL WEATHER OPERATIONS: CURRENT ISSUES AND FUTURE CHALLENGES*, 2007, Heraklion. **Anais** [...]. Hampton: NASA Langley Research Center, 2007. p. 11-1-11-26. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/citations/20070018792>. Acesso em: 10 set. 2023.

BOEING AEROSPACE COMPANY. **Statistical summary of commercial jet airplane accidents**: worldwide operations, 1959-2020. Virgínia: Boeing, 2021. Disponível em: <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/32664.pdf>. Acesso em 03 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Portaria nº 1/DADM, de 03 de dezembro de 2012. Aprova a edição do MCA 3-3 que dispõe sobre o Manual da Prevenção. **Boletim do Comando da Aeronáutica**. Rio de Janeiro, n. 72, f. 2796, 16 abr. 2013.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Gabinete do Comandante da Aeronáutica. Portaria nº 322/GC3, de 27 de junho de 2022. Aprova Diretriz que dispõe sobre o “Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos da Força Aérea Brasileira para os anos de 2022 a 2024”. **Boletim do Comando da Aeronáutica**. Rio de Janeiro, n. 121, f. 8974, 30 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Gabinete do Comandante da Aeronáutica. Portaria nº 324/GC3, de 27 de junho de 2022. Aprova a Norma que dispõe sobre a Gestão da Segurança de Voo na Aviação Militar. **Boletim do Comando da Aeronáutica**. Rio de Janeiro, n. 121, f. 8975, 30 jun. 2022.

CUSICK, S. K.; CORTÉS, A. I.; RODRIGUES, C. C. **Commercial aviation safety**. 6. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2017.

ICAO. **Annex 19 to the Convention on International Civil Aviation**: Safety Management. 2. ed. Montreal: ICAO, 2016.

ICAO. **Safety Management Manual (SMM)**: Doc 9859 AN/474. 4. ed. Montreal: ICAO, 2018. Disponível em: <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/5863.pdf>. Acesso em: 27 set. 2023.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Project Risk Management Handbook**. California: US Department of Transportation, 2022. Disponível em: https://www.faa.gov/sites/aa.gov/files/2022-06/risk_management_handbook_2A.pdf. Acesso em: 01 out. 2023.

IWADARE, K.; OYAMA, T. Statistical Data Analyses on Aircraft Accidents in Japan: occurrences, causes and countermeasures. **American Journal of Operations**

Research, Tokyo, v. 5, n. 3, p. 222-245, maio 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4236/ajor.2015.53018>. Acesso em: 06 set. 2023.

KIM, S. H.; KABER, D. B. Examining the Effects of Conformal Terrain Features in Advanced Head-Up Displays on Flight Performance and Pilot Situation Awareness. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing**, Reino Unido, v. 24, n. 4, p. 386-402, jul. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/hfm.20501>. Acesso em: 18 set. 2023.

MIYAMOTO T.; WHITEHEAD N.; SANTOS, E. Investigating Airplane Crash Data with Watson Analytics and Cognos Analytics. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING AND BIG DATA*, 3., 2020, Taichung. **Anais [...]**. Taiwan: ACM Digital Library, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3418688.3418689>. Acesso em: 12 set. 2023.

SCHNELL, T.; ELLIS, K.; ETHERINGTON, T. Flight simulator evaluation of an integrated synthetic and enhanced vision system for terrain avoidance. *In: AIAA/IEEE DIGITAL AVIONICS SYSTEMS CONFERENCE*, 24., 2005, Washington D.C. **Anais [...]**. Washington, D.C.: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2005. Disponível em: <https://ieeexplore-ieee-org.ez422.periodicos.capes.gov.br/document/1563371>. Acesso em: 18 set. 2023.

SNOW, M. P.; REISING, J. M. **Effect of pathway-in-the-sky and synthetic terrain imagery on situation awareness in a simulated low-level ingress scenario**. Virginia: Air Force Research Laboratory Wright-Patterson AFB OH Crew System Interface Division, 1999. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA430687.pdf>. Acesso em: 18 set. 2023.

TRAVERS P.; LACAZE I.; SOUYRIS J. Airbus Fly-By-Wire: a total approach to dependability. **Building The Information Society**, Boston, v. 156, p. 191-212, 2004. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8157-6_18. Acesso em: 10 set. 2023.

WEDE, C. T. Common standards in flight inspection Operations: the way ahead to improve safety? *In: International Flight Inspection Symposium*, 18., 2014, Oklahoma City. **Anais [...]**. Stanford: ICASC, 2014. p. 257-264. Disponível em: https://www.icasc.co/wp-content/uploads/2023/02/18_IFIS_Proceedings_Book.pdf. Acesso em: 08 set. 2023.

WEDE, C. T. Flight safety on flight inspection missions: past statistics and future strategies. *In: INTERNATIONAL FLIGHT INSPECTION SYMPOSIUM*, 17., 2012, Braunschweig. **Anais [...]**. Stanford: ICASC, 2012. p. 247-258. Disponível em: https://www.icasc.co/wp-content/uploads/2023/02/ifis_2012_proceedings_120612_Update_Internet.pdf. Acesso em: 08 set. 2023.