



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

ISAIAS DA SILVA **TORRES**, Cap Av

O modelo *Threat and Error Management* como ferramenta de Gerenciamento de Risco para o KC-390

Rio de Janeiro
2024

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

ISAIAS DA SILVA **TORRES**, Cap Av

O modelo *Threat and Error Management* como ferramenta de Gerenciamento de Risco para a 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: Segurança de Voo
Orientador: Thiago Diorgilis Ribeiro Daniel,
Ten Cel Av

Rio de Janeiro

2024

ISAIAS DA SILVA **TORRES**, Cap Av

O modelo *Threat and Error Management* como ferramenta de Gerenciamento de Risco para a aeronave KC-390

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

Aprovado por:

Thiago Diorgilis Ribeiro **Daniel**, Ten Cel Av
EAOAR

Allisson Nunes Fernandes, Maj Eng
EAOAR

Rio de Janeiro

2024

RESUMO

A ferramenta de Gerenciamento de Risco (GR) utilizada amplamente na Força Aérea Brasileira (FAB) não pode ser utilizada na aeronave KC-390, a qual foi introduzida em 2019, uma vez que não foram identificadas as faixas de risco para as aeronaves implantadas após 2003. Com base nisso, este ensaio defende a tese da implementação do modelo *Threat and Error Management* (TEM) como ferramenta de GR nas missões de Transporte Aéreo Logístico (TAL) do KC-390 para elevar a segurança operacional das Unidades Aéreas operadoras dessa aeronave na FAB. Argumentando, inicialmente, o ganho advindo da adoção do modelo TEM na identificação e análise dos potenciais riscos envolvidos nas missões de TAL da aeronave KC-390. Ao detectar e avaliar fatores de riscos, os operadores podem adotar medidas proativas para mitigá-los. O outro argumento expõe o aprimoramento da tomada de decisão por parte do tripulante, o qual elevará sua Consciência Situacional (CS) com o uso do modelo TEM, permitindo uma resposta mais eficaz a eventos inesperados ou emergências durante o voo. A utilização de formulários de observação com base no modelo TEM em substituição aos Relatos de Prevenção (RELPREV) diminuiria a subjetividade de descrição dos reportes. Isto posto, esse trabalho dá luz à aplicação do modelo TEM na manutenção do projeto KC-390, bem como na ferramenta de GR para outras aeronaves de transporte da FAB, ampliando o espectro de abordagem da ferramenta, incrementando ganhos na segurança operacional da FAB.

Palavras-chave: Consciência Situacional. Gerenciamento de Risco. KC-390. *Threat and Error Management*. Tomada de decisão.

1 INTRODUÇÃO

O Gerenciamento de Risco (GR) é definido no Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER) como o processo que engloba a identificação, análise e eliminação ou mitigação, até um nível tolerável, dos perigos e dos riscos associados que representam ameaças à viabilidade de uma organização (Brasil, 2013).

Diversas ferramentas para gerenciar o risco têm sido aplicadas na aviação com o intuito de prevenir ocorrências. A utilizada na Força Aérea Brasileira (FAB) é o Método SIPAER de Gerenciamento de Risco (MSGR), o qual assume que o risco existente em qualquer atividade é função de dois componentes básicos: a probabilidade da ocorrência de um determinado evento e a gravidade dos resultados no caso deste evento ocorrer.

No entanto, somente os projetos incorporados até o ano de 2003 podem lançar mão dessa ferramenta, uma vez que não foram identificadas as faixas de risco para as aeronaves implantadas pela FAB após 2003, bem como o cálculo de probabilidade por tipo de aeronave (Brasil, 2023).

A partir da introdução da aeronave KC-390, em setembro de 2019, a FAB passou a dispor de uma moderna e avançada plataforma multimissão. Sendo esta designada para cumprir o objetivo estratégico de “implantar a aeronave nacional de transporte e reabastecimento em voo [...]” (Brasil, 2018, p. 21). Contudo, ela cumpre as missões atribuídas sem uma ferramenta de GR, haja vista que o MSGR não pode ser aplicado a ela.

Com o intento de operar o KC-390 em sua máxima operacionalidade, faz-se necessário a adoção de uma ferramenta de GR nas missões de Transporte Aéreo Logístico (TAL) da aeronave. Nesse contexto, este ensaio defende a tese da implementação do modelo *Threat and Error Management* (TEM) como ferramenta de GR nas missões de TAL do KC-390 para elevar a segurança operacional das Unidades Aéreas (UAe) operadoras dessa aeronave na FAB.

Para tanto, essa tese será sustentada por dois argumentos. O primeiro aborda o ganho advindo da adoção do modelo TEM na identificação e análise dos potenciais riscos envolvidos nas missões de TAL da aeronave KC-390. Ao detectar e avaliar fatores de riscos, os operadores podem adotar medidas proativas para mitigá-los. Já o segundo expõe o aprimoramento da tomada de decisão por parte do

tripulante, o qual elevará sua Consciência Situacional (CS) com o uso do modelo TEM, permitindo uma resposta mais eficaz a eventos inesperados ou emergências durante o voo.

2 DESENVOLVIMENTO

De acordo com Merritt e Klinect (2006), em 1994 a companhia aérea comercial *Delta Airlines* em parceria com a Universidade do Texas fez um estudo para desenvolver uma auditoria de linha, denominada, posteriormente, como *Line Operations Safety Audit* (LOSA), utilizando as observações a partir do *jump seat*¹.

Nesta auditoria foi desenvolvido um formulário de observação com base no modelo TEM, onde foram notadas as ameaças, os erros e as consequências destes, denominados de Estados Indesejados da Aeronave (EIA). Desde 2010, o *Air Mobility Command* (AMC) da *United States Air Force* (USAF) utiliza o programa LOSA, lançando mão da abordagem TEM em seus voos, resultando em centenas de ações recomendáveis.

2.1 Identificação e mitigação de erros e ameaças

A implementação da ferramenta TEM nas missões de TAL da aeronave KC-390 pode ser facilmente executada, visto que o LOSA foi amplamente utilizado por companhias aéreas que realizavam o transporte de passageiros e cargas, o que se assemelha com a ação de TAL da FAB. Um extenso número de erros e ameaças já foram detectados, bem como suas consequências e ações para mitigá-las, o que serve como fonte valiosa de aprendizado.

Segundo Merritt e Klinect (2006), a estrutura de gerenciamento de erros e ameaças concentra-se simultaneamente no ambiente operacional e nas pessoas que trabalham nesse ambiente. Como a estrutura captura o desempenho no seu contexto operacional “natural” ou normal, a descrição resultante é holística e altamente diagnóstica.

Sob a ótica TEM, as ameaças foram classificadas em ambientais, exemplificada por uma condição meteorológica adversa, e organizacionais, como

¹Assento adicional localizado na cabine de voo ocupado por quem não está efetivamente atuando nos comandos da aeronave.

falhas de sistemas da aeronave. Sendo essas não dependentes dos tripulantes, podendo se apresentar durante um voo ou não. Os elementos condicionados aos tripulantes foram atribuídos aos erros deles.

O erro humano é um termo genérico que compreende toda ocasião nas quais a sequência mental planejada, de atividades físicas ou mentais, falha em alcançar seu resultado pretendido (Reason, 1990). Dentro da perspectiva TEM, os erros foram classificados em três grandes grupos: processual, de manuseio da aeronave e de comunicações. Tanto os erros como as ameaças podem levar a um EIA, resultando em uma diminuição das margens de segurança. Os EIA foram classificados em: de manuseio da aeronave, de operações no solo e de configurações incorretas da aeronave.

O emprego do modelo TEM através do programa LOSA é justificado pela sua abordagem preditiva e proativa na coleta de dados durante os voos. As organizações devem analisar esses dados e detectar problemas que necessitam de investigação, além de adotar contramedidas apropriadas, visando melhorar a segurança operacional (Khoshkhoo; Jahangirian; Sharafbafi, 2018). Ao adaptar a abordagem TEM para a realidade da FAB, poderia ser feita uma análise dos Relatos de Prevenção (RELPREV), confeccionados pelos tripulantes, e das ocorrências aeronáuticas² desde a implantação do KC-390 na FAB, reconhecendo assim as ameaças e erros informados, além de extrair, caso existam, as consequências, e se estas levaram a um EIA. Com isso, poderiam ser estudadas medidas para mitigar erros e ameaças.

Com a análise desses dados, os erros e ameaças mais graves e frequentes seriam notados, o que ajudaria na preparação dos tripulantes, aumentando seus níveis de atenção para as missões a serem executadas. A gravidade seria medida através da recorrência que tal ameaça ou erro levou a um EIA, além da dificuldade de resposta a essa consequência por parte da tripulação. Dessa forma, um mapeamento completo e fidedigno das principais ameaças e erros das missões de TAL poderia ser levantado.

A partir desse levantamento de informações, as ações que tiveram eficácia como contrarresposta a um EIA, poderiam ser validadas como ações mitigadoras a

²Quaisquer eventos envolvendo aeronave que poderá ser classificado como acidente aeronáutico, incidente aeronáutico grave, incidente aeronáutico ou ocorrência de solo, permitindo ao SIPAER a adoção dos procedimentos pertinentes.

serem adotadas pelas demais tripulações, e deveriam ser alvo de divulgação. Daí entende-se, o ganho advindo da aplicação da ferramenta TEM, não apenas corroborando na identificação de erros e ameaças, bem como estabelecendo ações efetivas de mitigação, capazes de conter as consequências antes que elas possam se agravar e levar a uma ocorrência aeronáutica. O planejamento das missões de TAL da aeronave KC-390 seria facilitado, visto que, os riscos mais significativos e prováveis de serem encontrados em cada missão poderiam ser elencados a partir de uma análise prévia.

2.2 Tomando decisões melhores

A tomada de decisão do tripulante está intimamente ligada ao julgamento que ele tem da situação exposta. Tal julgamento é sustentado pelo nível de CS adquirido. Jones, Connors e Endsley (2011) estabelecem que a CS é a base para a tomada de decisão, seja em nível individual ou coletivo.

Para definir a consciência situacional, Endsley estabeleceu três níveis: percepção, compreensão e projeção. No nível da percepção, o piloto detecta evidências e monitora a situação. No nível da compreensão, o piloto tem habilidade para compreender os dados e interpretá-los. E no nível da projeção, o piloto concebe uma antecipação e faz simulação mental para projetar ações futuras (Endsley, 1999 *apud* Gilberto, 2017, p. 9).

A CS é classificada como uma habilidade não-técnica, *Non-Technical Skills* (NOTECHs). Juntamente com a tomada de decisão, elas estão categorizadas como habilidades cognitivas, as quais não são diretamente observáveis, uma vez que não se materializam diretamente no comportamento manifesto, mas ocorrem “na cabeça do piloto” (Flin *et al.*, 2003).

As NOTECHs, recentemente, têm um maior peso nos treinamentos aplicados às tripulações, devido à crescente automação das aeronaves. Conforme Muñoz-Marrón, Gil e Lanero (2018) afirmam, apesar da redução da carga de trabalho proporcionada pela automação, a aeronave não é capaz de executar todas as tarefas de forma independente, especialmente durante emergências, quando as tripulações humanas devem tomar decisões críticas para gerenciar a situação, lidando com desafios imprevisíveis para os quais a tecnologia não pode prever.

O modelo TEM enfatiza o conceito da antecipação. Segundo Merrit e Klinect (2006), a chave para a antecipação é aceitar que, embora seja provável que algo dê errado, você não pode saber exatamente o que dará ou quando acontecerá. Para

atingi-la, um alto grau de CS é necessário, só assim, a tomada de decisão será feita de forma assertiva e eficaz.

A tomada de decisão é definida como um processo de atingir um julgamento ou escolher uma opção, conforme Kaempff e Klein (2017). Para tomar melhores decisões, um aumento na CS elevaria a capacidade de avaliação e seleção dos tripulantes entre diferentes opções de ação. Em situações críticas, por exemplo, um tripulante com uma CS aguçada seria capaz de avaliar rapidamente as opções disponíveis e escolher a melhor.

Ao analisar, recorrendo a ótica TEM, o transporte de oxigênio líquido na pandemia de COVID-19 através de isocontainer³ pela aeronave KC-390, a criticidade do carregamento poderia ser percebida pelos agentes operadores. A carga representava um desafio devido à sua inflamabilidade e ocupação de praticamente todo o espaço útil no compartimento de carga da aeronave. Com base nessas informações, estratégias poderiam ter sido utilizadas para gerenciar da melhor forma essa ameaça, adotando-se ações mitigadoras, como o apoio de mais tripulantes para realizar o carregamento.

Melhorar a CS da equipe exige que seus membros compartilhem suas percepções (CS individual) e compreensões de uma situação (Ma; Lu; Zhang, 2010). Em um carregamento de isocontainer, possíveis erros de um tripulante poderiam ser corrigidos por outro, adotando-se um sistema de múltipla vigilância, com o monitoramento constante de cada passo, elevando a CS da equipe e gerando uma antecipação de erros induzidos por uma ameaça.

A CS provê aos pilotos a base para tomar decisões assertivas em situações de risco, utilizando as informações disponíveis para escolher o rumo de ação mais seguro (Klein, 2008). Dessa forma, elevar a CS é fundamental durante o processo decisório de uma tripulação nas missões de TAL para que se mantenha alta às margens de segurança na atividade aérea. Assim, ao implementar o modelo TEM, haverá um aumento da CS por parte do tripulante, o que levará a um aprimoramento da tomada de decisão, permitindo uma resposta mais eficaz a eventos inesperados ou emergências durante o voo nas missões de TAL da aeronave KC-390.

³Containers construídos conforme a norma ISO para transporte de líquidos e gases, perigosos ou não. São construídos em aço inox, podendo ser configurado com os mais variados tipos de camada de proteção, dependendo da carga a ser transportada.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde a implantação da aeronave KC-390, as UAe operadoras da aeronave não dispõem de uma ferramenta de GR para as missões de TAL, visto que o MSGR não deve ser utilizado. Diante desta lacuna, surge a necessidade de implementação de uma ferramenta de GR. O modelo TEM emerge como uma solução simples e de célere implementação, visto que as missões de TAL se assemelham ao tipo de voo da aviação comercial, de onde esse modelo é oriundo.

A adoção do modelo TEM nas missões de TAL do KC-390 elevará a segurança operacional das UAe operadoras. O ganho ocorreria na identificação e análise dos potenciais riscos envolvidos das missões. Ao detectar e avaliar os fatores de riscos, medidas proativas para mitigá-los poderiam ser adotadas. Além disso, haveria um aprimoramento da tomada de decisão por parte do tripulante, o qual teria sua CS elevada, permitindo uma resposta mais eficaz a eventos inesperados ou emergências durante o voo.

O uso do modelo TEM facilitaria o planejamento das missões de TAL do KC-390, visto que os riscos mais significativos e prováveis de serem encontrados em cada missão poderiam ser elencados a partir de uma análise prévia. Ademais, a tomada de decisão teria sua performance aumentada através de uma maior CS da tripulação, ensejando atitudes mais assertivas e eficazes. É importante ressaltar a necessidade de implementação de uma ferramenta de GR e os impactos que podem advir, caso tal ação não seja executada. Formulários de observação poderiam substituir os atuais RELPREV utilizados na FAB, proporcionando uma base de dados para a elaboração de um sistema de reporte de segurança voluntário mais qualitativo e quantitativo para toda a FAB, onde a subjetividade da descrição dos relatos seria diminuída.

Por fim, o modelo TEM poderia ser aplicado na área de manutenção do projeto KC-390. Ao identificar as ameaças e erros nos serviços de manutenção da aeronave, o gestor de manutenção adotaria estratégias para melhorar a eficácia nas inspeções da aeronave. O modelo TEM poderia ser aplicado ainda em todas as aeronaves de transporte da FAB, de forma similar ao que foi exposto para o KC-390 neste ensaio. A utilização do modelo em ambos os casos ampliaria o espectro de abordagem da ferramenta, incrementando ganhos na segurança operacional da FAB.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria CENIPA n° 1/DAM, de 03 de dezembro de 2012. Aprova a edição do MCA 3-3 “Manual da Prevenção”. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 072, 16 abr. 2013.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria CENIPA n° 44/DIP, de 12 de dezembro de 2023. Aprova a reedição da NSCA 3-15 “Gestão da Segurança de Voo na Aviação Militar”. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 235, 26 dez. 2023.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Portaria EMAER n° 2.102/GC3, de 18 de dezembro de 2018. Aprova a reedição do PCA 11-47 “Plano Estratégico Militar da Aeronáutica 2018-2027”. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 222, 20 dez. 2018.
- FLIN, R.; MARTIN, L.; GOETERS, K. M.; HÖRMANN, H. J.; AMALBERTI, R.; VALOT, C.; NIJHUIS, H. Development of the NOTECHS (non-technical skills) system for assessing pilots’ CRM skills. **Human Factors and Aerospace Safety**, v. 3, n. 2, p. 95-117, 2003.
- GILBERTO, H. B. Combate além do alcance visual: um ambiente complexo para tomada de decisão. **Revista da UNIFA**, v. 30, n. 1, p. 7-14, 2017.
- JONES, R. E. T.; CONNORS, E. S.; ENDSLEY, M. R. A framework for representing agent and human situation awareness. In: **2011 IEEE International Multi-Disciplinary Conference on Cognitive Methods in Situation Awareness and Decision Support (CogSIMA)**. IEEE, 2011. p. 226-233.
- KAEMPF, G. L.; KLEIN, G. Aeronautical decision making: The next generation. In: **Aviation psychology in practice**. Routledge, 2017. p. 223-254.
- KHOSHKHOO, R.; JAHANGIRIAN, A.; SHARAFBAFI, F. Analysis of fleet type impact on the threats and errors of an airline using line operations safety audit (LOSA). **Aviation**, v. 22, n. 1, p. 31-39, 2018.
- KLEIN, G. Naturalistic decision making. **Human factors**, v. 50, n. 3, p. 456-460, 2008.
- MA, J.; LU, J.; ZHANG, G. Team situation awareness measure using semantic utility functions for supporting dynamic decision-making. **Soft Computing**, v. 14, p. 1305-1316, 2010.
- MERRITT, A. C.; KLINECT, J. R. **Defensive flying for pilots: an introduction to threat and error management**. University of Texas Human Factors Research Project. The LOSA Collaborative, 2006.

MUÑOZ-MARRÓN, D.; GIL, F.; LANERO, A. Are crews empowered with all the resources needed to successfully address an inflight emergency? Checklists, a necessary but insufficient tool. **Aviation**, v. 22, n. 3, p. 93-101, 2018.

REASON, J. **Human error**. Cambridge University press, 1990.