

SEGURANÇA NA AVIAÇÃO MILITAR: ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DAS ATIVIDADES DE PRONTIDÃO MILITAR NA CAPACIDADE DOS CADETES AVIADORES RESPONDEREM A SITUAÇÕES DE PERDA DE CONTROLE EM VOO.

MILITARY AVIATION SAFETY: ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF MILITARY READINESS ACTIVITIES ON THE ABILITY OF AIRCRAFT CADETS TO RESPOND TO LOSS OF CONTROL SITUATIONS IN FLIGHT.

Lucas Cruz de Paula¹
José Francisco Braun²

RESUMO

Este trabalho foca na formação dos Oficiais Aviadores da Academia da Força Aérea (AFA), com ênfase na capacidade de reação dos Cadetes Aviadores diante de situações de perda de controle em voo (LOC-I). Segundo o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, CENIPA (Brasil, 2024b), LOC-I é uma das principais causas de acidentes aéreos, com 320 casos registrados entre 2014 e 2024. Os desafios nessas situações envolvem tanto fatores físicos quanto psicológicos, como desorientação espacial e tomada de decisões sob pressão. Fatores como o estado emocional e físico do piloto, conforme estudos como o de Oppenheimer (2017), são essenciais para uma resposta adequada. Neste contexto, os Treinamentos de Prontidão Militar da AFA, que fazem parte do currículo dos Cadetes Aviadores, têm como objetivo desenvolver a prontidão física e mental necessária para enfrentar condições adversas. Este estudo investiga se esses treinamentos influenciam a capacidade dos cadetes de reagir eficazmente em emergências de LOC-I, motivado pela experiência do autor como Cadete Aviador. O objetivo foi identificar os fatores comuns nos treinamentos de resposta dos pilotos a situações de LOC-I e nos Treinamentos de Prontidão Militar, de forma a evidenciar aqueles que possam influenciar positivamente a capacidade do Cadete Aviador de lidar com tais situações. A metodologia, baseada na Metodologia do Trabalho Científico de Kirsh e Lemes (2019), configura-se como uma pesquisa de natureza básica e descritiva. Este estudo segue uma abordagem qualitativa, de modalidade bibliográfica. A partir das informações coletadas foi realizado um mapeamento das similaridades entre os diferentes treinamentos objetos de estudo desta pesquisa.

Palavras chave: LOC-I; Treinamento de Prontidão Militar; fatores humanos; preparação psicológica e física.

¹ Cadete Aviador do 4º Esquadrão (Turma *Ártemis*, 2025).

² Coronel Aviador da reserva da Força Aérea Brasileira. Piloto Operacional na Aviação de Transporte e na Aviação de Patrulha, Mestre em Informática pela UFRJ. Pós-graduado em Análise e Projeto de Sistemas e em Gerência de Projetos de Software pela PUC-RJ. Pós-graduado em Gestão Administrativa pela UFF. braunjfb@fab.mil.br.

ABSTRACT

This work focuses on the training of Air Force Academy (AFA) Aviator Officers, emphasizing the reaction capacity of Aviator Cadets in situations of loss of control in flight (LOC-I). According to the Center for Investigation and Prevention of Aeronautical Accidents, CENIPA (Brazil, 2024b), LOC-I is one of the main causes of air accidents, with 320 cases recorded between 2014 and 2024. The challenges in these situations involve both physical and psychological factors, such as spatial disorientation and decision-making under pressure. Factors such as the emotional and physical state of the pilot, as indicated in studies like that of Oppenheimer (2017), are essential for an appropriate response. In this context, the Military Readiness Training at AFA, which is part of the Aviator Cadets' curriculum, aims to develop the physical and mental readiness necessary to face adverse conditions. This study investigates whether these training programs influence the cadets' ability to react effectively in LOC-I emergencies, motivated by the author's experience as an Aviator Cadet. The objective was to identify common factors in pilots' response training for LOC-I situations and in Military Readiness Training, in order to highlight those that may positively influence the Aviator Cadet's ability to deal with such situations. The methodology, based on Kirsh and Lemes' (2019) Scientific Work Methodology, is configured as basic and descriptive research. This study follows a qualitative, bibliographic approach. Based on the collected information, a mapping of similarities between the different training programs studied in this research was carried out. The expectation is that the results will provide insights for improving these training programs, contributing to the training of Aviator Officers and the safety of air operations.

Keywords: LOC-I; Military Readiness Training; human factors; psychological and physical preparation.

1. INTRODUÇÃO

A Academia da Força Aérea (AFA) é uma organização de ensino do Comando da Aeronáutica que tem por finalidade formar os Oficiais de carreira da Aeronáutica dos Quadros de Oficiais Aviadores, do Quadro de Oficiais Intendentes e do Quadro de Oficiais de Infantaria da Aeronáutica (Brasil, 2023).

Seguindo o tema proposto será abordado neste artigo um aspecto específico da formação dos Oficiais Aviadores, a capacidade dos mesmos para reagir a situações de perda de controle em voo, os chamados eventos típicos de LOC-I (Costa, 2022).

A relevância deste tema se apoia no fato de que, de acordo com o Centro de Prevenção e Investigação de Acidentes Aeronáuticos (Brasil, 2024b) de 2014 a 2024, foram registradas no Brasil 320 ocorrências do tipo acidente devido a eventos de perda de controle em voo.

Segundo Phillip Oppenheimer (2017), vários fatores físicos e psicológicos estão envolvidos nos processos de decisão frente a um evento LOC-I e vários tipos de treinamento são propostos para minimizar estas ocorrências como apresenta a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2020).

Do ponto de vista da formação dos Cadetes da Aeronáutica, como estabelecido no Projeto Pedagógico de Curso (Brasil, 2024c), todos estão sujeitos aos mais diversos tipos de treinamento como exercícios de campanha, sobrevivência na selva, sobrevivência no mar e outros.

Um dos treinamentos a que os Cadetes são submetidos e previstos em Norma Padrão de Ação do Corpo de Cadetes da Aeronáutica (Brasil, 2021) são os Treinamentos de Prontidão Militar.

Por ser o autor deste artigo Cadete Aviador, possui ele familiaridade tanto com o treinamento de pilotagem da AFA como com os Treinamentos de Prontidão Militar. Esta familiaridade despertou nele a inquietação para pesquisar o assunto buscando uma resposta para o seguinte problema de pesquisa: **Quais são os aspectos físicos e psicológicos enfocados nos Treinamentos de Prontidão Militar a que os Cadetes Aviadores são submetidos que poderiam contribuir para melhorar o desempenho durante situações de perda de controle em voo?**

Para isso, neste trabalho, foram abordados os fatores contribuintes para o LOC-I e o que alguns artigos afirmam ser os melhores treinamentos para capacitar os pilotos nessas situações. Com isso, foi possível realizar uma comparação entre esses treinamentos e os TPM realizados na AFA.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Referencial Teórico

Mediante as citações documentais e bibliográficas, a revisão bibliográfica procura por meio de uma compilação de estudos, pesquisas e dados, validar a resposta para o problema de pesquisa deste trabalho: “Quais são os aspectos físicos e psicológicos enfocados nos Treinamentos de Prontidão Militar a que os Cadetes Aviadores são submetidos que poderiam contribuir para melhorar o desempenho durante situações de perda de controle em voo?”.

De acordo com a *Air Transport Association* (IATA), os acidentes que foram classificados como LOC-I foram responsáveis por mais de 2.400 fatalidades na aviação regular no período compreendido entre os anos de 2009 e 2018 no tráfego aéreo global, tornando esse fenômeno alvo de muitos estudos na área da segurança de voo e investigação de acidentes aeronáuticos.

Um dos pesquisadores a tratar deste assunto foi Philip A. Oppenheimer (2017), que discutiu a resposta dos pilotos em situações críticas de perda de controle durante o voo. Ele destaca que os pilotos recebem um treinamento intenso para lidar com situações de emergência previsíveis, como falha do motor na decolagem, fogo no motor em voo, porém são raramente treinados para cenários inesperados de LOC-I. “Uma emergência aeronáutica pode combinar os efeitos fisiológicos de um ambiente físico severo com a exigência de tomada de decisões rápidas e complexas sob condições de informações incertas e alto risco pessoal” (Oppenheimer, 2017, p.10, tradução nossa). Esses eventos, que abrangem desvios anormais de atitude da aeronave ou pane nos sistemas de controle, requerem do piloto respostas rápidas e precisas devido a imprevisibilidade aerodinâmica (Oppenheimer, 2017). Além disso, o artigo de Oppenheimer explora o impacto dos fatores humanos, como o medo, a surpresa e o estresse, na capacidade de tomar decisões rápidas em emergências. Oppenheimer (2017) propõe que a resposta do piloto deve ser treinada até o nível da proficiência, onde executa de forma correta e quase automática o procedimento de recuperação, como em outros tipos de emergências críticas.

Falhas de sistemas, erros na gestão de voo, fatores ambientais e falhas humanas são alguns dos fatores dentre os diversos que causam LOC-I (Hari, 2015). De acordo com este autor, fatores humanos desempenham um papel significativo no risco de perda de controle em voo, principalmente relacionados a lapsos na monitorização da trajetória de voo, fadiga, distrações e sobrecarga de trabalho. Em sua pesquisa, Hari (2015) destacou que os erros dos pilotos como os erros na aplicação de procedimentos, o cansaço mental devido à automação e a falta de competências manuais de voo são contribuições frequentes para os acidentes. Ainda como afirma Hari (2015), fatores como a fadiga, a falta de atenção e a surpresa são identificados como aspectos importantes que afetam a performance dos pilotos, especialmente em situações de emergência ou quando lidam com falhas nos sistemas de automação.

Ivan Sikora (2020) apontou como um dos principais fatores contribuintes para a LOC-I o alto nível de automação nas aeronaves modernas, o que tende a diminuir a necessidade de habilidades manuais por partes dos pilotos, deteriorando tais capacidade que, em momentos de críticos, são essenciais para o controle da aeronave quando a automação falha. O artigo de Sikora (2020), aprofunda-se na análise de fatores humanos, particularmente os cognitivos, os quais desempenham um papel crítico durante uma situação de LOC-I. Quando ocorre falha nos sistemas automáticos da aeronave, a tripulação é obrigada a assumir o controle manual da aeronave, demandando altos níveis de recursos cognitivos o que, por si só, já causa um evento de “*startle*” ou surpresa, que é frequentemente identificados em emergências de perda de controle em voo.

Um estudo realizado por Rommel Barreto Tinoco (2019) concluiu que o “*Startle Effect*” pode ter impacto significativo no desempenho dos pilotos, especialmente quando eles não estão preparados para situações inesperadas. Um exemplo da sobrecarga cognitiva, é o acidente de Colgan Air, onde houve a desconexão do piloto automático e a ativação do “*stick shaker*” (indicativo de estol iminente) criaram um efeito surpresa que impactou negativamente a capacidade de resposta do piloto (Tinoco, 2019).

Entre os anos de de 2001 e 2010, 37% das fatalidades em acidentes comerciais resultaram de

acidentes de LOC-I (Ancel, 2012). Ancel (2012) afirma que, embora a taxa geral de acidentes tenha diminuído, os acidentes de perda de controle em voo ainda são a maior causa de fatalidade na aviação comercial, fato que ocorre apesar dos avanços tecnológicos e operacionais no setor.

Ersin Ancel (2012) produziu um artigo que focou na identificação e modelagem de fatores contribuintes, especialmente fatores humanos, de forma a prevenir futuros acidentes. O estudo atribui uma grande parcela dos acidentes de perda de controle em voo à contribuição de erros humanos, revelando que em 78,2% dos acidentes em questão, os erros humanos foram fatores diretos e indiretos. Utilizando-se do “*Human Factors Analysis and Classification System*” (HFACS)³, Ancel (2012) classifica os fatores humanos em três diferentes níveis: influências organizacionais, supervisão inadequada e deficiências da tripulação. Além do HFACS, ele também usa o “*LOC Accident Framework*” (LOCAF) e mostra que a maioria dos acidentes LOC-I está relacionada em grau maior ou menor a fatores humanos, como erros da tripulação ou até mesmo da equipe de manutenção.

O pesquisador Neelakshi Majumdar (2023) , embasando-se no mesmo modelo LOCAF⁴³ , afirma que esse é eficaz na representação de acidentes históricos de perda de controle em voo. O modelo revelou que fatores como deficiências organizacionais, supervisão inadequada e treinamento (HFACS)³⁴ são cruciais para reduzir a incidência de acidentes fatais na aviação.

Considerando a ampla gama de fatores humanos destacados pelos diversos autores já citados percebe-se a necessidade de treinamentos que amenizem esse fatores, de forma a reduzir significativamente a quantidade de acidentes e incidentes de LOC-I na aviação.

Aproximadamente 25,8% dos pilotos entrevistados no estudo de Majumdar (2023) mencionaram que seus instrutores não os prepararam bem ou não ensinaram métodos eficazes para recuperar de um LOC-I. Essa lacuna inclui ausência de instruções adequadas sobre como

³ HFACS é uma estrutura taxonômica que permite analisar esses erros de forma hierárquica, desde as influências organizacionais até os erros individuais dos operadores (Ancel, 2012).

⁴ LOC Accident Framework é um modelo de acidente que utiliza redes bayesianas para prever a probabilidade de acidentes LOC-I. O modelo integra fatores humanos, falhas de sistemas e condições ambientais, permitindo uma análise abrangente das causas subjacentes de acidentes (Majumdar, 2023).

reconhecer e recuperar de condições perigosas, como atitude inusitada, estol, espiral e “*spin*”⁵.

Abordando o treinamento de pessoas para lidar com o estresse no contexto do combate, o artigo “*Psychological Effects of Combat*”, escrito em coautoria por Grossman e Siddle (2000), estuda como o treinamento pode preparar os indivíduos para reagirem adequadamente em situações de ameaça imediata à vida. Colocando como pontos principais sobre o treinamento, Grossman e Siddle (2000) destacam a ativação do Sistema Nervoso Simpático (SNS), condicionamento operante e o impacto do estresse no desempenho, discutindo como o estresse extremo deteriora habilidade visuais, cognitivas e motoras, resultando em comportamentos irracionais ou ineficazes.

Um dos treinamentos da Academia da Força Aérea realizado no âmbito do CCAer é o Treinamento de Prontidão Militar, o qual consiste em uma série de atividades práticas, realizadas em qualquer horário do dia ou da noite, visando atingir objetivos de desenvolvimento emocional, resistência à fadiga, criar um estado de sobreaviso mental no grupo, capacitando-o a respostas mais rápidas às situações esperadas ou não (Brasil, 2021).

Ao comparar os estudos citados com os Treinamentos de Prontidão Militar realizados na AFA, pretende-se definir quais os aspectos físicos e psicológicos treinados nessas atividades podem contribuir para a melhora do desempenho dos Cadetes Aviadores em situações de perda de controle em voo.

2.2 Metodologia

A metodologia da presente, de acordo com a Metodologia do Trabalho Científico de Kirsh e Lemes (2019), é uma pesquisa básica e descritiva limitada ao âmbito das atividades de Treinamento de Prontidão Militar no CCAer e dos acidentes de LOC-I, objetivando a geração de novos conhecimentos sem previsão de aplicação prática, buscando entender características dos fenômenos de LOC-I e estabelecendo relações entre esses e os Treinamentos de Prontidão Militar. No tocante à modalidade desta pesquisa, esta será bibliográfica, sendo elaborada a partir de

⁵ “*Spin*” é descrito como uma manobra de voo fora de controle que envolve uma rotação contínua da aeronave em torno de seu eixo vertical, ao mesmo tempo em que perde altitude rapidamente (Murch, 2007).

materiais já publicados. Quanto à análise de dados, esta pesquisa será uma análise de conteúdo, de forma a realizar interpretações dos artigos utilizados para este estudo.

2.3. Análise dos fatores que levam a acidentes por perda de controle em voo (LOC-I)

Segundo Roger Lee (2023), a perda de controle em voo (LOC-I) caracteriza-se pela incapacidade da aeronave de sustentar a trajetória pretendida dentro de limites seguros, distinguindo-se de outras emergências porque costuma surgir de forma inesperada e pode evoluir rapidamente para um estado irreversível se as ações corretivas não forem aplicadas; entre os fatores que precipitam essa condição, o autor destaca a entrada inadvertida em regimes aerodinâmicos extremos como “*spin*”⁶ ou “*stall*”⁵, falhas mecânicas críticas que comprometem as superfícies de comando e a resposta da aeronave, erros de pilotagem que conduzem a atitudes inadequadas e, por fim, influências ambientais adversas, a exemplo de turbulência severa, tesoura de vento ou outras condições meteorológicas que afetem a estabilidade.

Velazquez (2018) analisou em seu artigo comportamentos e condições de operação que aparecem nos relatórios de acidentes de determinadas companhias aéreas entre 1991 e 2013, determinando alguns fatores contribuintes relevantes. Durante sua pesquisa, registrou que a tripulação bocejava muito em solo, apresentaram um desempenho mais lento que o normal em decisões que eram rotineiras e incorrem em alguns “*misspeaks*”. Fadiga de jornadas muito longas acompanhada de múltiplos trechos aparece como um fator relevante. A comunicação ineficaz e a falta de coordenação promoveu episódios nos quais a tripulação soltou os comandos em avisos de “*stall*”, não discutiram anomalias (como assimetria dos flaps ou outras falhas nos diversos sistemas da aeronave), não monitoram parâmetros críticos como velocidade durante a aproximação e pouso (Velazquez, 2018). O pesquisador identificou casos em que os comandantes sobrepujaram-se sobre os copilotos, gerando a falta de contestação quando tomadas decisões arriscadas, comprometendo a filosofia CRM, fato esse comprovado pela falha de ambos em detectar baixa velocidade ou tendências de combustível, evidenciando o déficit de “*cross-check*” durante os voos (Velazquez, 2018).

Os acidentes de perda de controle em voo representam um dos tipos mais complexos e letais de ocorrências na aviação moderna e, para Macedo (2023), decorrem não de uma única falha, mas de uma interação entre múltiplos fatores técnicos, humanos e operacionais. As falhas técnicas decorrem de falhas de motor com perda total ou parcial de potência, redução na efetividade de superfícies de controle (ex: perda de 75% do comando do profundor) ou também acúmulo de gelo,

provocando um estol precoce pela perda do perfil aerodinâmico da asa. Quanto aos fatores humanos, Macedo (2023) cita o atraso nas reações diante falhas ou mudanças no comportamento da aeronave, comandos inadequadamente amplos e técnicas de pilotagem inapropriadas para o contexto da falha.

Ao analisar de forma direta o treinamento de pilotos civis, Randall Brooks (2012) identificou quatro fatores contribuintes para os acidentes LOC-I. O autor aponta, primeiramente, a operação contínua dentro do envelope normal de voo, sempre pressupondo que aeronave estará em condições normais, evitando treinamento para situações anormais ou agitadas, que simulem falhas extremas ou múltiplas falhas. Brooks (2012) coloca que a crença de que as habilidades adquiridas (Habilidades Existentes) nos treinamentos de licenciamento são adequadas mesmo para situações de que excedam os parâmetros treinados, como excesso de velocidade ou ângulo de ataque crítico, contribuem para decisões erradas dos pilotos em situações de perda de controle em voo. O mesmo autor relata que nos treinamentos, assume-se que a tripulação será capaz de interpretar corretamente sinais visuais, sonoros e táteis em situações incomuns, mesmo que nunca tenham sido expostos a tais (Consciência Situacional). A resposta psicológica e fisiológica previsível (Resposta Confiável) também surge como fator contribuinte, pois espera-se que os pilotos respondam corretamente em situações de emergência assim como no ambiente de simulação, sem considerar o impacto do estresse, surpresa e do medo real (Brooks, 2012). Brooks analisou 20 acidentes fatais ocorridos entre 2001 e 2010, sendo descartados 4 destes por falta de dados, e em todos 16 casos, uma ou mais entre as quatro pressuposições foram violadas.

Publicado nos Anais do Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências - CONAPESC - o artigo de Bruno Mitsumori (2012) aborda as causas para os acidentes de LOC-I divididas em quatro grandes categorias: fatores humanos; técnicos; as condições operacionais; e fatores relacionados à formação e treinamento. No que tange a fatores humanos, sua pesquisa destaca a desorientação espacial, quando ocorre discrepância entre os sentidos do piloto e a realidade, comum em condições de voo por instrumentos ou manobras acrobáticas. Mitsumori (2012) aponta o excesso de confiança em pilotos experientes, o estresse, a fadiga e o efeito surpresa juntamente a reação inadequada frente a situações inesperadas, como fatores humanos contribuintes mais comuns. Este autor cita ainda que, menos frequentes, porém ainda significativos, os fatores técnicos como falhas de instrumentos, problemas na manutenção ou falhas estruturais aparecem na segunda grande categoria deste estudo. As últimas duas categorias classificadas por Mitsumori

(2012) aparecem, normalmente, de forma concomitante com as duas primeiras: condições operacionais e fatores relacionados à formação e treinamento dos pilotos.

Nesta pesquisa, foram analisados 5 artigos produzidos em diferentes anos que destacaram alguns fatores contribuintes, conforme **Quadro 1**.

Quadro 1 Fatores Contribuintes para Acidentes LOC-I

AUTOR	ANO	CATEGORIA	FATORES CONTRIBUINTES
Roger Lee	2023	Técnicos / Humanos / Ambientais	<ul style="list-style-type: none"> - Entrada inadvertida em <i>stall</i>, <i>spin</i> ou <i>upset</i> - Falhas mecânicas nas superfícies de comando - Erros de pilotagem (atitudes inadequadas) - Condições meteorológicas adversas
Velazquez	2018	Humanos / Operacionais	<ul style="list-style-type: none"> Fadiga (bocejos, lentidão em decisões, <i>misspeaks</i>) - Comunicação ineficaz e falta de coordenação - Desconsideração de anomalias (flapes, sistemas) - Falta de monitoramento (velocidade em aproximação/pouso) - Hierarquia excessiva e falha no CRM (<i>cross-check</i> comprometido)
Macedo	2023	Técnicos / Humanos	<ul style="list-style-type: none"> Falhas de motor (total ou parcial) - Redução na efetividade dos comandos - Acúmulo de gelo (estol precoce) - Reações lentas a falhas - Comandos amplos e técnicas inadequadas
Randall Brooks	2012	Formação / Treinamento	<ul style="list-style-type: none"> Treinamento limitado ao envelope normal de voo - Crença de que habilidades existentes são suficientes - Suposição de correta interpretação de sinais - Expectativa de resposta confiável como no simulador, ignorando estresse real
Bruno Mitsumori	2012	Humanos / Técnicos / Operacionais / Formação	<ul style="list-style-type: none"> Desorientação espacial - Excesso de confiança, estresse, fadiga, efeito surpresa e reações inadequadas - Falhas de instrumentos, manutenção ou estruturais - Condições operacionais desafiadoras - Deficiências na formação e treinamento

Fonte: elaborado pelo próprio autor

2.4. Síntese dos treinamentos recomendados para enfrentar emergências do tipo LOC-I

Macedo (2020) destaca que o treinamento dos pilotos desempenha um papel crucial na prevenção de acidentes por perda de controle em voo, sendo considerado uma das principais defesas contra esse tipo de ocorrência. A implementação de programas específicos, como o “*Upset Prevention and Recovery Training*” (UPRT), é apontada como fundamental para desenvolver as habilidades cognitivas e motoras necessárias para que os pilotos reconheçam e ajam corretamente diante de atitudes anormais da aeronave. O treinamento UPRT, ao simular situações de instabilidade ou recuperação fora da zona de conforto operacional, permite que o piloto reforce sua capacidade de manter o controle mesmo em condições adversas. O artigo também enfatiza que o treinamento deve ser o mais realista possível, incluindo cenários imprevisíveis que desafiem a capacidade de julgamento, a consciência situacional e a tomada de decisão dos tripulantes. Além disso, aspectos relacionados aos fatores humanos, como percepção do risco, gestão do estresse, tempo de resposta e habilidade de priorização, devem ser abordados com o mesmo grau de importância que os aspectos técnicos. Esses elementos psicológicos influenciam diretamente o desempenho do piloto sob pressão, especialmente em momentos de alta carga de trabalho. Por fim, o estudo sugere que o treinamento só será verdadeiramente eficaz se estiver inserido em uma cultura organizacional que valorize a segurança operacional, promova a atualização contínua das competências dos pilotos e incentive o aprendizado a partir da análise de incidentes passados, contribuindo para um ambiente mais resiliente frente a situações de LOC-I.

Para Mitsumori (2012) a ausência de treinamento específico e aprofundado é um dos principais fatores contribuintes para acidentes por perda de controle em voo (LOC-I), pois muitos pilotos não são devidamente preparados para identificar os sinais iniciais de uma situação anormal ou reagir corretamente quando ela se instala. Essa lacuna na formação é particularmente crítica em contextos onde a aeronave entra em atitudes não convencionais, o que exige respostas rápidas e técnicas apropriadas. Para mitigar esse risco, o texto enfatiza a importância do treinamento conhecido como UPRT (*Upset Prevention and Recovery Training*), que visa capacitar os pilotos tanto na prevenção quanto na recuperação de atitudes anormais, simulando situações reais de estol, desorientação espacial e reações ao inesperado. O artigo também ressalta a necessidade de adotar um modelo de treinamento baseado em competências, que vá além do ensino tradicional e inclua cenários complexos e realistas, promovendo a construção de habilidades críticas de julgamento e controle da aeronave em situações-limite. Além disso, aponta que o fortalecimento de uma cultura

organizacional voltada à segurança e ao treinamento contínuo é essencial para reduzir os índices de LOC-I, garantindo que os pilotos mantenham a prontidão e a proficiência necessárias para enfrentar situações imprevistas com eficácia.

O artigo de Roger Lee (2023) aborda os treinamentos voltados à prevenção e recuperação de situações de perda de controle em voo (LOC-I) como elementos cruciais na formação de pilotos, destacando que sua eficácia depende da integração entre técnica e preparo psicológico. Um dos principais métodos apresentados é o UPRT, que consiste em instruções teóricas e práticas que preparam os aviadores para identificar e recuperar atitudes anormais da aeronave antes que evoluam para situações irreversíveis. Esse treinamento é conduzido tanto em simuladores quanto em aeronaves reais, permitindo a exposição controlada a cenários complexos, como estol, giro (spin) e perda de consciência situacional. O artigo também enfatiza que treinamentos baseados em cenários realistas são mais eficazes, pois promovem a familiarização do piloto com eventos inesperados, como pane parcial de sistemas, condições meteorológicas adversas ou desorientação espacial.

No estudo conduzido por Bromfield e Jamieson (2022), que analisou acidentes do tipo perda de controle em voo (LOC-I), identificou-se que aproximadamente 78,2% desses eventos envolveram erros humanos, principalmente associados à atuação da tripulação. A pesquisa, fundamentada no modelo LOCAF e na estrutura HFACS, aponta que muitas dessas falhas decorrem de lacunas no treinamento, especialmente no que se refere à preparação para situações anormais de voo, como recuperação de estol, spin e upset. Segundo os autores, a falta de instrução prática em procedimentos de recuperação, aliada à ausência de familiarização com sistemas automatizados como o MCAS, contribui significativamente para a deterioração da consciência situacional e da capacidade de resposta dos pilotos.

Ainda de acordo com os autores Bromfield e Jamieson (2022), falhas organizacionais, como supervisão inadequada, deficiências no planejamento das operações e treinamentos insuficientes, também se destacam como fatores latentes que fragilizam a prontidão operacional. Dessa forma, os autores ressaltam a necessidade de reformulação dos programas de treinamento, com ênfase em simulações realistas e na preparação para cenários de alta carga cognitiva. Para reduzir a incidência de LOC-I, os autores recomendam a integração entre avanços tecnológicos e melhorias na capacitação humana, garantindo que o piloto atue como última linha de defesa diante de falhas sistêmicas.

O treinamento de Prevenção e Recuperação da Perda de Controle da Aeronave (UPRT) é reconhecido como uma medida essencial para reduzir acidentes do tipo *Loss of Control in Flight*

(LOC-I), que, embora raros, apresentam alta letalidade. A Análise de Impacto Regulatório (AIR), desenvolvida no âmbito da ANAC, apontou que a introdução formal do UPRT no RBAC nº 121 é necessária para alinhar a regulamentação brasileira às práticas recomendadas pela ICAO. O treinamento visa não apenas fornecer conhecimento teórico sobre aerodinâmica e dinâmica de voo, mas também desenvolver habilidades práticas e atitudes apropriadas, por meio de simulações realistas que expõem os pilotos a condições extremas e inesperadas de voo (Escudeiro, 2024).

Além disso, o UPRT incorpora de forma estruturada elementos de Fatores Humanos e treinamento de CRM, como resposta a efeitos surpresa/susto, gerenciamento de estresse, tomada de decisão e comunicação entre tripulantes. A simples realização de workshops ou a inclusão parcial de temas do UPRT em treinamentos de CRM foram consideradas insuficientes para desenvolver as competências necessárias. A adoção do UPRT em dispositivos qualificados de simulação de voo permite que pilotos adquiram resiliência e capacidade de recuperação em situações críticas, reduzindo o risco de respostas inadequadas diante de eventos inesperados. Essa abordagem é fundamentada na necessidade de integrar conhecimento, habilidades e atitudes ao longo da formação e atuação profissional dos pilotos (Escudeiro, 2024).

2.5. Relação entre os aspectos dos treinamentos de resposta ao LOC-I e os Treinamentos de Prontidão Militar aplicados pelo CCAer

2.5.1 Treinamento de Prontidão Militar

O Treinamento de Prontidão Militar, regulamentado pela NPA 144 – CCAER/2021, tem como finalidade orientar a execução de atividades voltadas ao aprestamento, desenvolvimento físico e preparo mental dos cadetes da Academia da Força Aérea (AFA). Essas atividades, realizadas a qualquer hora do dia ou da noite, visam desenvolver a resiliência emocional, a resistência à fadiga, o trabalho em equipe, o espírito de corpo e o estado de sobreaviso mental, além de reforçar valores como hierarquia, disciplina e conduta doutrinária. Os treinamentos podem ser propostos por oficiais ou pela Cadeia de Liderança dos Cadetes (CLC) e são planejados com base em objetivos específicos, podendo abranger todo o Corpo de Cadetes da Aeronáutica (CCAER) ou apenas parte dele, conforme a necessidade de correção de falhas coletivas ou individuais. A execução exige planejamento formal, aprovação da cadeia de comando e cumprimento rigoroso de normas de segurança, incluindo presença de equipe médica, controle logístico e avaliação pós-atividade, de modo a garantir a eficácia e a integridade dos participantes (Brasil, 2021).

2.5.2 "Upset Prevention and Recovery Training"

Conforme as pesquisas e artigos citados neste trabalho, os autores especializados têm indicado de forma consistente a importância do treinamento "*Upset Prevention and Recovery Training*" (UPRT) como elemento base na mitigação de ocorrências classificadas como LOC-I. Pesquisadores como Macedo (2020), Mitsumori (2012), Lee (2023) entre outros destacam que este tipo de treinamento atua diretamente no desenvolvimento de competências técnicas e cognitivas voltadas à capacidade dos pilotos de prevenção e recuperação de atitudes anormais da aeronave. Composto de diferentes módulos que abordam teoria e exercícios práticos, o UPRT objetiva preparar o piloto para reconhecer precocemente situações de instabilidade e agir de forma eficaz, mesmo sob pressão ou em cenários cuja carga de trabalho é elevada.

2.5.3 Análise comparativa entre os treinamentos: UPRT e TPM

Neste contexto, pode-se observar uma similaridade conceitual entre os objetivos do UPRT e os Treinamentos de Prontidão Militar (TPM) realizados na Academia da Força Aérea. Ainda que inseridos no âmbito da formação militar para desenvolvimento do espírito de corpo, disciplina e liderança, sua metodologia atinge também a esfera comportamental, alçando os aspectos fundamentais da prontidão operacional e do desempenho sob estresse - elementos importantes na prevenção de eventos LOC-I.

Enquanto o UPRT busca treinar os pilotos de forma a torná-los eficazes na manutenção do controle da aeronave em momentos inesperados e críticos, os TPM têm capacidade de aumentar o domínio do cadete sobre seus impulsos diante situações adversas, desafiadoras e, por vezes, extremas. As atividades realizadas nesses treinamentos expõe os cadetes a privação de sono, pressão do tempo, sobrecarga física e cognitiva, ambientes hostis simulados e exigência de tomada de atitudes sob tensão. Mesmo que não correlacionados diretamente ao ambiente aeronáutico, esses fatores simulam, no plano psicológico e emocional, as condições que podem ser encontradas em situações reais de emergência em voo.

Escudeiro (2024) ressalta que o UPRT deve ser estruturado com base em simulações realistas que exponham os pilotos a situações como estol, desorientação espacial, "*spin*"⁶ e perda de consciência situacional. Essas simulações irão exigir não somente habilidade técnica, como também o preparo psicológico para lidar com o fator surpresa, o medo, o desconforto e a incerteza. Paralelamente a isso, os TPMs são baseados na imersão do cadete em cenário imprevisíveis, que

exigirão dele respostas rápidas, julgamento preciso, autocontrole, gestão do estresse e resiliência emocional, ou seja, habilidades fortemente associadas ao conceito de Fatores Humanos na aviação, segundo o documento 9683 da ICAO (1988).

Bromfield e Jamieson (2022) reforçam que uma das principais causas associadas a acidentes do tipo de LOC-I é a lacuna existente na formação dos pilotos no que tange à atuação sob pressão e a à recuperação de situações anormais. Em seu artigo, os autores identificaram que aproximadamente 78,2% dos acidentes analisados envolveram o erro humano, em especial falhas cognitivas e comportamentais diante de eventos inesperados. Essa informação evidencia a necessidade de formar pilotos que estejam não apenas tecnicamente aptos, mas também mental e emocionalmente preparados para lidar com condições adversas. Os TPM, ao objetivarem o desenvolvimento da prontidão e resiliência nos cadetes, conseguem suprir a lacuna apontada por esses autores.

Outro ponto de convergência entre os dois treinamentos é o fortalecimento da consciência situacional, que consiste na capacidade de perceber, compreender e projetar o comportamento do ambiente ao redor em tempo real. Durante os TPM realizados no AFA os militares são induzidos a tomar decisões rápidas sob estresse frequentemente sem acesso a todas informações requeridas, simulando cenários reais de combate ou emergência. Treinar esta habilidade em terra é muito relevante para capacitar os cadetes a evitar eventuais desorientações, onde o piloto deve confiar nas informações primordiais de voo para recuperação da aeronave.

Por fim, observa-se também que ambos os treinamentos só alcançam sua máxima eficácia quando inseridos em uma cultura organizacional voltada à segurança operacional e à valorização do treinamento contínuo. Macedo (2020) e Escudeiro (2024) apontam que o treinamento só é eficaz à medida que faz parte de uma estrutura organizacional onde incentiva-se a atualização de competências, o compartilhamento de experiências operacionais e a análise crítica de incidentes. Na AFA, os treinamentos de prontidão, desde o primeiro ano, valorizam o culto à mentalidade de prontidão contínua e ao comprometimento com a excelência operacional.

Assim, com base nos estudos apresentados neste artigo, correlaciona-se os aspectos destacados conforme **Quadro 2**.

Quadro 2 Relação entre fatores contribuintes e correlação com TPM da AFA

FATORES CONTRIBUINTES LOC-I	REFERÊNCIA	ASPECTOS DESTACADOS	CORRELAÇÃO COM TPM DA AFA
Falta de preparo para situações inesperadas	Oppenheimer (2017)	Surpresa, medo, estresse	TPM expõe o cadete a situações inesperadas em diferentes horários e contextos, aumentando a capacidade de resposta rápida
Sobrecarga cognitiva	Sikora (2020), Tinoco (2019)	Reação surpresa, falha na resposta imediata	TPM promove desenvolvimento emocional e resistência ao estresse, treinando a tomada de decisão sob pressão
Fadiga, distração e sobrecarga de trabalho	Hari (2015)	Fadiga mental e física	TPM impõe exigência física e mental contínua, desenvolvendo resiliência à fadiga
Estresse extremo e respostas irracionais	Grossman & Sidle (2000)	Impacto do estresse em habilidades motoras e cognitivas	TPM trabalha diretamente com estresse e resposta condicionada, fortalecendo o controle emocional
Falta de simulações que requerem preparo psicológico	Escudeiro (2024)	Preparo mental para lidar com fator surpresa, medo e desconforto	TPM se baseia na imersão do cadete em cenários imprevisíveis
Lacuna na formação dos pilotos para situações de sobrecarga emocional	Bromfield e Jamieson (2022)	Lacuna na formação dos pilotos no que tange à atuação sob pressão e à recuperação de situações anormais.	TPMs, ao desenvolverem a prontidão e a resiliência dos cadetes, contribuem diretamente para suprir essa lacuna.

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Portanto, o paralelo entre o UPRT e os Treinamentos de Prontidão Militar revela que, embora distintos em escopo e aplicação, ambos compartilham fundamentos comum e são complementares para o objetivo de formar pilotos preparados na área técnica e comportamental para operar com maior segurança possível em ambientes complexos e dinâmicos. Integrar esses dois pilares formativos na construção da doutrina de instrução e treinamento da Força Aérea é uma medida estratégica para a redução de acidentes do tipo LOC-I e para a elevação do nível de prontidão operacional da aviação militar brasileira.

3. CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

Na análise parcial deste estudo, identificamos uma convergência relevante entre os fatores associados a acidentes do tipo *LOC-I* e os aspectos enfocados durante os Treinamentos de Prontidão Militar realizados na AFA. A partir da revisão bibliográfica, verificou-se que os acidentes de perda de controle em voo decorrem, em grande parte, de deficiências cognitivas e emocionais diante situações inesperadas de sobrecarga emocional, onde os pilotos são submetidos a estresse, fadiga e desorientação. Autores como Oppenheimer (2017), Hari (2015) e Broomfield (2022) destacam que essas limitações podem ser mitigadas por treinamentos que estimulem o preparo psicológico e a capacidade de decisão sob pressão.

Ainda nesse sentido, os TPM se revelam com uma potencial ferramenta na formação de futuros pilotos mais resilientes, com maior resistência à fadiga e preparados para agir quando expostos a situações anormais. Mesmo que não sejam voltados especificamente à instrução aeronáutica, sua metodologia contribui para o fortalecimento das competências emocionais e comportamentais exigidas durante cenários de emergência.

A comparação conceitual entre os Treinamentos de Prontidão Militar e o *Upset Prevention and Recovery Training*, evidencia pontos comuns, principalmente no desenvolvimento do autocontrole, julgamento sob estresse e consciência situacional. Dessa forma, a hipótese de que os TPM realizados na AFA contribuem de forma positiva na capacidade dos cadetes de lidarem com ocorrências de perda de controle em voo, encontra, preliminarmente, respaldo nas similaridades identificadas.

REFERÊNCIAS

ANCEL, Ersin; SHIH, Ann. **The analysis of the contribution of human factors to the in-flight loss of control accidents**. In: 12th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations (ATIO) Conference and 14th AIAA/ISSMO Multidisciplinary Analysis and Optimization Conference. 2012. p. 5548.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 14724: informação e documentação – trabalhos acadêmicos – apresentação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6023: informação e documentação – referências – elaboração**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018 [2020].

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **ICA 37-897/2023 - Normas Reguladoras para os Cursos de Formação de Oficiais da Academia da Força Aérea** - Brasília, 2023.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Academia da Força Aérea. **NPA 144-CCAER, de 2024. Procedimentos a serem seguidos nos treinamentos de prontidão militar**. Pirassununga/SP, 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa.. Comando da Aeronáutica. Academia da Força Aérea. **NPA 337-DE, de 2024. Procedimentos referentes ao Trabalho de Conclusão de Curso de Formação de Oficiais da Academia da Força Aérea**. Pirassununga, SP , 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **Painel SIPAER – Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos – Disponível em <https://painelsipaer.cenipa.fab.mil.br/extensions/Sipaer/Ocorrencias.html>**. Acesso em 25 de setembro de 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **ICA 37-863/2024 - Projeto Pedagógico de Curso para o Curso de Formação de Oficiais Aviadores** - Brasília, 2024.

BROOKS, Randall; RANSBURY, Paul. **Unexpected pilot performance contributing to loss of control in flight (LOC-I)**. In: AIAA modeling and simulation technologies conference. 2012. p. 4496.

BROMFIELD, Michael A.; JAMIESON, Nils. Lion Air JT610 Boeing 737 Max 8 accident–human factors analysis. In: **Contemporary Ergonomics & Human Factors Conference 2022**. 2022.

DOC, I. C. A. O. 9683–Human Factors Training Manual. **Part II**.

DOS REIS, BRUNO MITSUMORI. **PANORAMA DE ACIDENTES AÉREOS E SUAS PRINCIPAIS CAUSAS: CFIT E LOC-I**. Tese de Doutorado. Universidade Anhembi Morumbi. 2012

GROSSMAN, Dave; SIDDLE, Bruce. **Psychological effects of combat**. Encyclopedia of violence, peace and conflict, v. 3, p. 139-49, 2000.

HARI, Benjamin. **Prevention of loss of control accidents in flight (LOC-I) through implementation of evidence based training in basic pilot training and type rating courses**. London: City University London, 2015.

HOPF-WEICHEL, Rosemarie et al. **Aircraft emergency decisions: cognitive and situational variables**. Perceptronics PATR, p. 1065-79, 1979.

KIRSCH, Deise Becker; LEMES, Luciene Rose. **Metodologia do trabalho científico**. Academia da Força Aérea, Divisão de Ensino. Atualizado em abril de 2020. Diagramação: 1T Fernanda Santiago, 2019.

LEE, Roger. **Loss of Control In-Flight (LOC-I): A Mixed Methods Study of Voluntary Versus Mandatory Reports from the United States of America**. 2023.

MACEDO, Joao Paulo C.; BIDINOTTO, Jorge H.; BROMFIELD, Michael. **Loss of Control in Flight: comparing qualitative pilot opinion with quantitative flight data**. In: AIAA Aviation 2020 Forum. 2020. p. 2911.

MAJUMDAR, Neelakshi; MARAIS, Karen. **Interview of Pilots' Inflight Loss of Control Experiences**. In: 22nd International Symposium on Aviation Psychology. 2023.

MURCH, Austin Matthew. **Aerodynamic modeling of post-stall and spin dynamics of large transport airplanes**. 2007. Dissertação de Mestrado.

OPPENHEIMER, Philip; COL, L.; RET, U. **Pilot Response in Time Critical Aircraft Upset/Loss of Control Inflight (LOC-I) Events**. 1–15, 2017.

SIKORA, Ivan; HARI, Benjamin L.; HANUSCH, Moritz. **Human factors approaches and models in LOC-I accident analysis and prevention: Flight crew resource management techniques as a risk mitigation tool**. International Journal of Safety and Security Engineering, v. 10, n. 3, p. 301-310, 2020.

TINOCO, Rommel Barreto; FOGAÇA, Lucas Bertelli. **O DESEMPENHO DE PILOTOS FRENTE A SITUAÇÕES ANORMAIS EM VOO: O STARTLE EFFECT E A RESILIÊNCIA.** In: Anais do Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação–ciki. 2019.

VELAZQUEZ, Jonathan. **The presence of behavioral traps in US airline accidents: a qualitative analysis.** *Safety*, v. 4, n. 1, p. 2, 2018.