

FATORES CONTRIBUINTES E APRENDIZADOS PARA PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS: A INFLUÊNCIA DOS ASPECTOS OPERACIONAIS NO VOO GOL 1907¹

CONTRIBUTING FACTORS AND LESSONS FOR PREVENTING AIRCRAFT ACCIDENTS: THE INFLUENCE OF OPERATIONAL ASPECTS ON FLIGHT GOL 1907

João Gabriel Ortiz Ferreira²
Henrique Coelho Belli³

RESUMO

O trabalho objetiva verificar em que medida os fatores contribuintes relacionados ao aspecto operacional contribuíram para o acidente envolvendo o voo GOL 1907. De início, é abordado um panorama geral de como foi a evolução da aviação e como a tecnologia e melhorias em seus projetos contribuíram para uma maior segurança operacional. Nesse contexto, surge a reflexão da importância e influência do desempenho técnico do ser humano como fator contribuinte dos acidentes aeronáuticos. Para tanto, foi realizado um estudo de caso do acidente GOL 1907, ocorrido em 2006, com enfoque nos fatores contribuintes relacionados ao aspecto operacional, que foram citados no relatório final divulgado pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), com o intuito de classificá-los mediante grau de influência no acidente. O trabalho baseou-se em uma pesquisa descritiva de natureza qualitativa, através da profunda observância e leitura de artigos científicos voltados à segurança de voo envolvendo o grau de influência dos fatores estudados nos acidentes aeronáuticos, bem como um aprofundamento no relatório final do acidente. Foi feita também uma análise qualitativa com base em gráficos oficiais divulgados pelo CENIPA e pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), com um panorama geral dos acidentes ocorridos em território nacional nos últimos 10 anos e classificados mediante o grau de ocorrência de fatores contribuintes dentro do aspecto operacional. Tais dados foram tratados de forma qualitativa com o intuito de estabelecer o grau de influência dos fatores estudados.

Palavras-chave: Aviação; Acidente aeronáutico; Fatores contribuintes; Segurança de voo; Aspecto operacional.

¹Artigo de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Formação de Oficiais Aviadores CFOAv da Academia da Força Aérea (AFA).

²Cadete Aviador do 4º Esquadrão (Turma Árion, 2024).

³Tenente-Coronel Aviador, Pós-graduação Lato Sensu em Gestão da Administração Pública. Academia da Força Aérea. E-mail bellihcb@fab.mil.br.

ABSTRACT

The objective of the work is to verify the extent to which contributing factors related to the operational aspect contributed to the accident involving flight GOL 1907. Initially, a general overview of how aviation evolved and how technology and improvements in its projects are discussed contributed to greater operational security. In this context, reflection arises on the importance and influence of the human role as a contributing factor to aeronautical accidents. To this end, a case study will be carried out on the GOL 1907 accident, which occurred in 2006, focusing on the contributing factors related to the operational aspect, which were mentioned in the final report released by the Center for Investigation and Prevention of Aeronautical Accidents (CENIPA), with the aim of classifying them according to their degree of influence on the accident. The work will be based on descriptive research of a qualitative nature, through in-depth observation and reading of scientific articles focused on flight safety involving the degree of influence of the factors studied in aeronautical accidents, as well as an in-depth analysis of the final accident report. A qualitative analysis will also be carried out based on official graphs published by CENIPA and the National Civil Aviation Agency (ANAC), with a general overview of accidents that occurred in the national territory in the last 10 years and classified according to the degree of occurrence of contributing factors within the operational aspect, such data will be treated in a qualitative way with the aim of establishing the degree of influence of the factors studied.

Keywords: Aviation; Aeronautical accident; Contributing factors; Flight safety; Operational aspect

1 INTRODUÇÃO

No decorrer do último século, a aviação passou a apresentar um avanço exponencial em decorrência da evolução adquirida durante as grandes guerras. A aviação civil, por sua vez, foi capaz de absorver os benefícios provenientes desse período. No início, à luz da 1ª Guerra Mundial, o avião possuía diversas limitações, tais como velocidade, autonomia e capacidade operacional. Entretanto, entre os anos de 1914 e 1918, o número de aviões produzidos saltou de 10.000 para 177.000 unidades e, junto a isso, houve o desenvolvimento da tecnologia empregada e melhoria nos projetos (Lemos, 2012). Após o término do conflito ocorreu uma intensa atividade aérea civil, no entanto, devido à proximidade da 2ª Guerra Mundial, o foco retornou novamente à aviação militar. Com o fim das batalhas, a aviação civil foi capaz de incorporar as melhorias provenientes do aumento da eficácia dos projetos, fruto do forte investimento feito durante o conflito.

Ao longo dos anos, o desenvolvimento da tecnologia agregou maior segurança para a atividade aérea. No ano de 2017, estimou-se um acidente para cada 7,36 milhões de voos, num total de 36,8 milhões de voos realizados, considerando-se apenas aviões civis de transporte para 14 passageiros ou mais (Camera; Marques; Malagris, 2020). O manuseio de sistemas complexos e

integrados demanda alto grau de conhecimento por parte de seu operador, exigindo do aviador a capacidade de gerenciamento de tarefas, uma vez que as ações que outrora eram realizadas pelo próprio piloto, hoje são automatizadas, necessitando apenas serem gerenciadas. Sob esse ponto de vista, Fonseca e Terenzi (2020) apontam que o número de acidentes tendo como principal motivo a falha humana representa 62% dos casos envolvendo aeronaves de grande porte. Dessa forma, é possível afirmar que apesar de a tecnologia agregar maior segurança à atividade aérea, a falha humana ainda caracteriza um dos maiores motivadores de acidentes aeronáuticos.

Quando tais acidentes ocorrem no Brasil, seja envolvendo aeronaves militares ou civis, a instituição responsável por investigá-los é o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA). Após a investigação, é divulgado um relatório em que constam os fatos do acidente estudado, bem como as recomendações feitas pelo órgão para as entidades envolvidas, visando uma ação preventiva de novas ocorrências envolvendo os mesmos motivos. O CENIPA é, portanto, uma fonte excelente de dados sobre acidentes aeronáuticos no país, possibilitando uma melhor compreensão sobre a importância do estudo do elemento humano nesse contexto.

O Voo GOL 1907 foi um acidente sobre o qual o fator material, comprovadamente, não exerceu influência, tendo em vista que não foram constatadas falhas nos equipamentos. Logo, o foco da investigação teve como base os fatores contribuintes relacionados ao desempenho técnico do ser humano na operação dos equipamentos (Brasil, 2008). Na ocasião, um Boeing 737-8EH operado pela empresa “Gol Transportes Aéreos S.A” colidiu em voo com um Embraer Legacy, operado pela empresa norte-americana “*ExcelAire Services, Inc*”. A tragédia resultou em 154 mortos e, à época, foi considerada a maior tragédia da aviação brasileira.

O Modelo Shell, elaborado por Edwards em 1972 e modificado por Hawkins em 1975, permite a visualização das interações entre alguns fatores, tais como suporte lógico, máquina, ambiente e elemento humano, sendo este último interligado a todos os demais (ICAO, 1993). Sob a mesma ótica, o Modelo do Queijo Suíço, proposto por James Reason no ano de 1990, apresenta os conceitos de falhas ativas e condições latentes, explorando sua presença nos acidentes aeronáuticos. Esses modelos, portanto, fundamentam a análise da ocorrência de acidentes aéreos e constituem a base desta pesquisa, que tem por objetivo gerar uma maior compreensão sobre os fatores contribuintes relacionados ao desempenho técnico do ser humano vinculado ao aspecto operacional, dado que tais fatores são identificados em grande parte dos acidentes aéreos.

Ao analisar um acidente aéreo, é possível identificar quais fatores contribuíram para que este se consumasse. No entanto, uma análise aprofundada, baseada na teorias de James Reason e do

modelo SHELL, permite uma melhor visualização de como cada fator se mostrou presente no acidente. Sendo assim, a presente pesquisa destaca a necessidade contínua de abordar e minimizar as falhas humanas na aviação, sendo relevante como fonte de informações para futuros estudos voltados a esse tema e para o aprimoramento da segurança da atividade aérea.

Portanto, faz-se necessário um aprofundamento teórico em artigos científicos voltados a influência dos fatores contribuintes relacionados ao aspecto operacional em acidentes aeronáuticos, bem como no relatório final do acidente do GOL 1907 divulgado pelo CENIPA, com o intuito de responder o seguinte problema de pesquisa: **Em que medida os fatores contribuintes do aspecto operacional influenciaram no acidente estudado?** Serão analisados, pois, dentro do aspecto operacional, os seguintes fatores fornecidos pelo relatório: Julgamento de pilotagem, Coordenação de cabine, Planejamento, Instrução e Supervisão Gerencial, de maneira que seja possível classificá-los com base no grau de influência de cada fator estudado.

1.2 OBJETIVOS

O trabalho tem por objetivo analisar os principais fatores contribuintes relativos ao aspecto operacional envolvendo o voo GOL 1907, bem como quantificá-los mediante grau de influência no acidente estudado. Alguns objetivos específicos servirão para alcançar o objetivo principal do estudo, tais como: a definição de conceitos importantes para o correto entendimento do trabalho em questão, a análise dos principais fatores contribuintes dentro do aspecto operacional, levantamento de dados dos últimos acidentes ocorridos em âmbito nacional nos últimos 10 anos envolvendo os aspectos operacionais em foco e determinação da influência dos fatores contribuintes no aspecto operacional mais relevantes no acidente estudado. Tais objetivos, quando cumpridos, servirão de respaldo para a conclusão do objetivo geral.

1.2.1 Objetivo geral

Identificar em que medida os fatores contribuintes relacionados ao aspecto operacional contribuíram para o acidente do voo GOL 1907.

1.2.2 Objetivos específicos

- Definir o conceito de fator contribuinte em um acidente aeronáutico com ênfase no elemento humano.
- Analisar os principais fatores contribuintes do ponto de vista do aspecto operacional.
- Levantar dados de acidentes no Brasil, ocorridos nos últimos 10 anos, com ênfase nos principais fatores contribuintes do aspecto operacional.
- Determinar a influência dos fatores contribuintes relacionados ao aspecto operacional mais relevantes no acidente estudado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A inovação tecnológica na aviação trouxe diversas melhorias para a atividade aérea, tornando-a mais segura, porém, exigindo do operador total conhecimento teórico e domínio sobre os procedimentos que devem ser executados durante o voo. Nesse contexto, estudos sobre acidentes aéreos passaram a direcionar o foco para a falha humana, pois o operador está sujeito a uma série de variáveis, como estresse, fadiga e o clima organizacional da empresa que influenciam diretamente na tomada de decisão por parte da tripulação (Feijó; Câmara; Luiz, 2014).

Alguns conceitos são de extrema importância para a correta compreensão do estudo. De acordo com o Manual do Comando da Aeronáutica (MCA) 3-6, fator contribuinte está relacionado com um conjunto de elementos, tais como: ação, omissão, condição ou evento que uma vez combinados podem culminar para a consumação do acidente. O conceito de fatores humanos está relacionado às condições humanas, sua interação com os equipamentos que operam, procedimentos que realizam e interações interpessoais. O aspecto operacional diz respeito ao desempenho técnico do ser humano, e os principais aspectos do ponto de vista técnico com alto grau de influência na segurança aérea são: operação da aeronave, manutenção da aeronave e a prestação de serviços de tráfego aéreo (Brasil, 2017).

Segundo Marques (2004, apud Fonseca; Terenzi, 2020) dados levantados pela Boeing, indicam que o fator humano aparece como causador de acidentes em cerca de 62% de ocorrências envolvendo aeronaves de grande porte, evidenciando, então, a necessidade de um estudo da influência humana como causa de acidentes aeronáuticos.

Para o estudo de como os acidentes, erros e falhas ocorrem em sistemas que operam em condições complexas, foi elaborado por James T. Reason (2000) um modelo que permite analisar como a interação humana contribui para que apareçam falhas e que os acidentes ocorram. Sistemas

de alto nível de tecnologia possuem camadas defensivas que podem ou não depender da operação humana, e o objetivo desses sistemas é impedir que as pessoas cometam alguma falha ou erro. Reason (2000) associa essas camadas com fatias de queijo suíço com diversos buracos que não possuem uma posição fixa, a existência de um buraco em uma das fatias não denota que um erro irá acontecer, porém, quando diversos buracos em muitas fatias começam a aparecer e se alinham por um momento, o acidente tem potencial para se concretizar.

Os buracos podem surgir de duas causas, a primeira são as falhas ativas, que caracterizam atos cometidos por pessoas que possuem relação direta com o sistema. E a segunda são condições latentes, que são agentes internos e que influenciam na tomada de decisão por parte do operador, como clima organizacional, estresse, pressão e outros agentes. As condições latentes podem ser identificadas e abordadas para reduzir a ocorrência das falhas ativas, pelo fato de as falhas ativas estarem ligadas a natureza humana e serem imprevisíveis (Reason, 2000).

A teoria de Reason pode ser aplicada à investigação dos acidentes aeronáuticos, haja vista que se trata de agentes operando sistemas complexos e que a operação está sujeita a diversas falhas que, combinadas, podem gerar um acidente. Através do modelo Reason, é possível identificar em um acidente quais foram as falhas ativas e latentes e como elas contribuíram para seu acontecimento.

Outro modelo usado para compreensão do desempenho humano e os fatores que influenciam as tomadas de decisão é o modelo SHELL, elaborado por Edwards em 1972 e modificado por Hawkins em 1975. Nesse modelo, o ser humano é colocado em uma posição, de forma que se relacione com outros fatores: *software*, *hardware*, *environment* e *liveware*. Quando um acidente ocorre, há uma falha de ligação entre esses componentes, resultando em uma incorreta interação entre eles (Martins *et al.*, 2006).

O modelo SHELL, assim como a teoria de James Reason, também pode ser aplicado à investigação de acidentes aeronáuticos, especialmente aqueles em que predominam os aspectos relacionados ao ser humano, uma vez que este é colocado em uma posição de interação com demais elementos. Identificando-se alguma deficiência na interação entre esses elementos é possível prever um possível acidente.

Estudos recentes apontam para o protagonismo dos fatores operacionais nas causas de acidentes aeronáuticos. De acordo com os dados mais recentes do CENIPA, os principais fatores contribuintes dos acidentes aeronáuticos datados de 2013 a 2023 foram: julgamento de pilotagem (14,35%), aplicação de comandos (9,67%) e planejamento de voo (7,82%) (Cenipa, 2023). Tais fatores, que estão dentro do quesito desempenho técnico do ser humano, pertencem ao aspecto

operacional, e serão explorados com mais profundidade ao longo desta pesquisa por possuírem relevante contribuição para o Voo GOL 1907.

Os modelos citados anteriormente servem de base para compreender o acidente elencado por este projeto de pesquisa. O acidente do voo GOL 1907 envolvendo um Boeing 737-800 e um Embraer Legacy 135BJ ocorrido em 2006 foi, à época, considerado pelo relatório oficial do CENIPA um dos acidentes nacionais mais catastróficos já ocorridos. Para que esse evento ocorresse, uma série de erros de padronizações e de procedimentos foram cometidos pelos pilotos do Legacy e pelos controladores de tráfego aéreo, prejudicando a consciência situacional dos agentes envolvidos. Foi observado no relatório que os pilotos do Legacy tiveram um julgamento de pilotagem inadequado, pelo fato de julgarem estar capacitados para realizar um voo com pouco entrosamento, além de não terem percebido a inoperância de um equipamento de segurança anticolisão. Já no campo do planejamento, foi constatado erro por parte dos pilotos do Legacy que não acompanharam o preenchimento do plano de voo da forma correta, não propiciando um conhecimento antecipado da rota a ser seguida e os níveis de voo autorizados. Tais fatos estão inseridos no aspecto operacional dos fatores contribuintes (Brasil, 2008).

O presente trabalho, buscou, dessa forma, analisar os fatores contribuintes ligados ao aspecto operacional do acidente analisado, quantificando-os mediante grau de influência no evento.

3 METODOLOGIA

Para tratar dos objetivos, foi utilizada a pesquisa do tipo descritiva devido a sua capacidade de gerar uma maior compreensão do assunto estudado. A pesquisa descritiva tem como um de seus objetivos o estabelecimento de relações entre variáveis (Gil, 2008). No caso do trabalho em questão, as variáveis em estudo são o Acidente GOL 1907 e o desempenho técnico do ser humano no aspecto operacional. Será possível, nesse caso, compreender de que forma se dão as interações entre acidentes aeronáuticos e o elemento humano.

O tipo de pesquisa quanto às técnicas e instrumento de coleta foi o estudo de caso, essa escolha é baseada na capacidade de uma análise minuciosa do fato, permitindo visualizar as particularidades do acidente em questão de forma detalhada e contextualizada.

Foi utilizado o método qualitativo, mediante profunda análise dos fatores contribuintes pertencentes ao aspecto operacional que foram citados no relatório final do CENIPA, bem como a análise de artigos científicos voltados à segurança de voo, dentre os quais destacam-se os seguintes

autores: James Reason (2000) e Hawkins (1975), com enfoque nos mesmos fatores contribuintes contidos no aspecto operacional abordados no acidente. Os dados divulgados por órgãos nacionais, como o CENIPA e a ANAC referente ao número de acidentes ocorridos em território nacional nos últimos 10 anos e classificados de acordo com o grau de ocorrência de fatores contribuintes serão tratados de forma qualitativa, de maneira que seja possível classificá-los e quantificá-los mediante grau de influência no acidente estudado. Junto a isso, foi realizada a análise de outros acidentes aéreos relacionados aos mesmos fatores, visando compreender de que maneira tais fatores se manifestam nas ocorrências, bem como suas consequências para o desfecho final dos acidentes. Essa análise permitirá um maior aprofundamento nos fatores contribuintes com uma taxa maior de incidência.

A escolha do método qualitativo se dá devido a análise teórica dos documentos e dados citados, bem como a capacidade de parametrizar os fatores contribuintes estudados mediante grau de influência. O uso do método quantitativo não seria viável para tal tratamento, tendo em vista o fato de os dados quantitativos utilizados no trabalho já terem sido abordados e serem de conhecimento público, justificando, portanto, a análise qualitativa dos dados numéricos.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 FATORES CONTRIBUINTES NA AVIAÇÃO

No Brasil, o CENIPA é responsável por conduzir as investigações dos acidentes aeronáuticos, bem como elencar as possíveis causas e transmitir aos órgãos de direito as recomendações e determinações para que tais acidentes não ocorram novamente.

O Manual de Investigação do SIPAER, MCA 3-6 (2017, p. 381) define fatores contribuinte da seguinte forma:

Ação, omissão, evento, condição ou a combinação destes, que se eliminados, evitados ou ausentes, poderiam ter reduzido a probabilidade de uma ocorrência aeronáutica, ou mitigado a severidade das consequências da ocorrência aeronáutica. A identificação do fator contribuinte não implica presunção de culpa ou responsabilidade civil ou criminal.

Dentro desse contexto, existem 3 áreas de investigação do SIPAER: área de investigação dos fatores humanos, área de investigação do fator material e área de investigação do fator operacional, sendo este último o foco principal da pesquisa.

A área de investigação dos fatores humanos está relacionada aos fatores contribuintes ligados ao contexto biopsicossocial do indivíduo, analisando aspectos médicos e psicológicos, por exemplo: informações relacionadas a carga de trabalho, presença de álcool, desempenho por fadiga, memória, clima organizacional e outros. Já a área de investigação do fator material restringe-se a análise das condições de aeronavegabilidade das aeronaves, tanto ao projeto, como sua produção e uso de material, por exemplo: deficiência na montagem do material durante o processo de fabricação, posicionamento inadequado de algum componente do projeto, podendo alterar os parâmetros de operação e outros. A área de investigação do fator operacional busca analisar os fatores contribuintes ligados ao desempenho técnico do ser humano, à infraestrutura aeroportuária, à infraestrutura de tráfego aéreo e demais elementos relacionados ao ambiente operacional (Brasil, 2017).

É importante definir o papel do ser humano dentro do aspecto operacional, uma vez que este é o principal agente operador nos diferentes campos da atividade aérea. Por conseguinte, o elemento humano pode ser definido como a parte mais flexível e importante na atividade aérea, por outro lado, é alvo de diversas influências que podem afetar de forma negativa seu desempenho (Bessi, 2018).

4.2 PRINCIPAIS FATORES CONTRIBUINTES DENTRO DO ASPECTO OPERACIONAL

Primeiramente, é necessário conhecer quais são os fatores contribuintes que estão ligados a tais aspectos. O Manual de Investigação do SIPAER, MCA 3-6 prevê para cada aspecto operacional, um conjunto de fatores contribuintes. Dentro do aspecto relacionado a operação da aeronave, encontram-se os seguintes fatores contribuintes: aplicação de comandos, coordenação de cabine, desvio de navegação, fraseologia da tripulação, indisciplina de voo, instrução, julgamento de pilotagem, limite de autorização, pessoal de apoio, planejamento de voo, planejamento gerencial, pouca experiência do piloto e supervisão gerencial.

O trabalho abordou alguns desses fatores, mediante a análise de determinados acidentes aéreos em que tais fatores foram observados, fazendo-se, portanto, necessária a definição correta de tais fatores. O MCA 3-6 define julgamento de pilotagem como uma inadequada avaliação por parte do piloto em se autojulgar capaz de operar uma aeronave. Já o fator relativo à instrução diz respeito ao treinamento considerado deficiente ou insuficiente para que os operadores tivessem condição de desempenhar a atividade. A coordenação de cabine está ligada ao não aproveitamento dos recursos humanos disponíveis para operação da aeronave, ou seja, falta de comunicação ou falha no relacionamento entre os operadores. Planejamento de voo, por sua vez, refere-se à falta de preparo dos

operadores para o voo, isto é, desconhecimento de procedimentos e informações operacionais que influenciam no voo. Por último, a supervisão gerencial diz respeito a uma supervisão deficiente por parte da gerência, não incluindo os pilotos. Portanto, está ligada a atividades de cunho administrativo, técnico e operacional.

No que tange ao aspecto de manutenção da aeronave encontra-se a própria “manutenção da aeronave” como fator contribuinte. No aspecto prestação de serviços de tráfego aéreo, têm-se como fatores contribuintes: conhecimento de normas (ATS), coordenação de tráfego (ATS), emprego de meios (ATS), fraseologia do órgão (ATS), habilidades de controle (ATS), planejamento de tráfego (ATS), substituição na posição (ATS) e supervisão (ATS).

No campo de infraestrutura aeroportuária, a infraestrutura dos aeroportos é considerada um fator contribuinte, enquanto a infraestrutura de tráfego aéreo tem como fatores contribuintes: controle (ATS), equipamento de apoio (ATS), publicações (ATS), radar (ATS), serviço fixo (ATS), serviço móvel (ATS), tratamento (ATS) e visualização (ATS). Por último o campo relacionado a outros elementos ligados ao ambiente operacional que apresenta como fatores contribuintes a presença de fauna (não ave), presença de ave e condições meteorológicas adversas.

A área de pesquisa dos fatores operacionais nos aspectos relativos operação das aeronaves, manutenção das aeronaves e a prestação de serviços de tráfego aéreo está ligada diretamente às habilidades técnicas do ser humano na execução de suas tarefas, ou seja, seus conhecimentos técnicos e sua relação com a atividade aérea. Por esse motivo, o MCA 3-6 afirma que esses fatores contribuintes devem ser explorados, pois possuem alto potencial na contribuição de acidentes aeronáuticos.

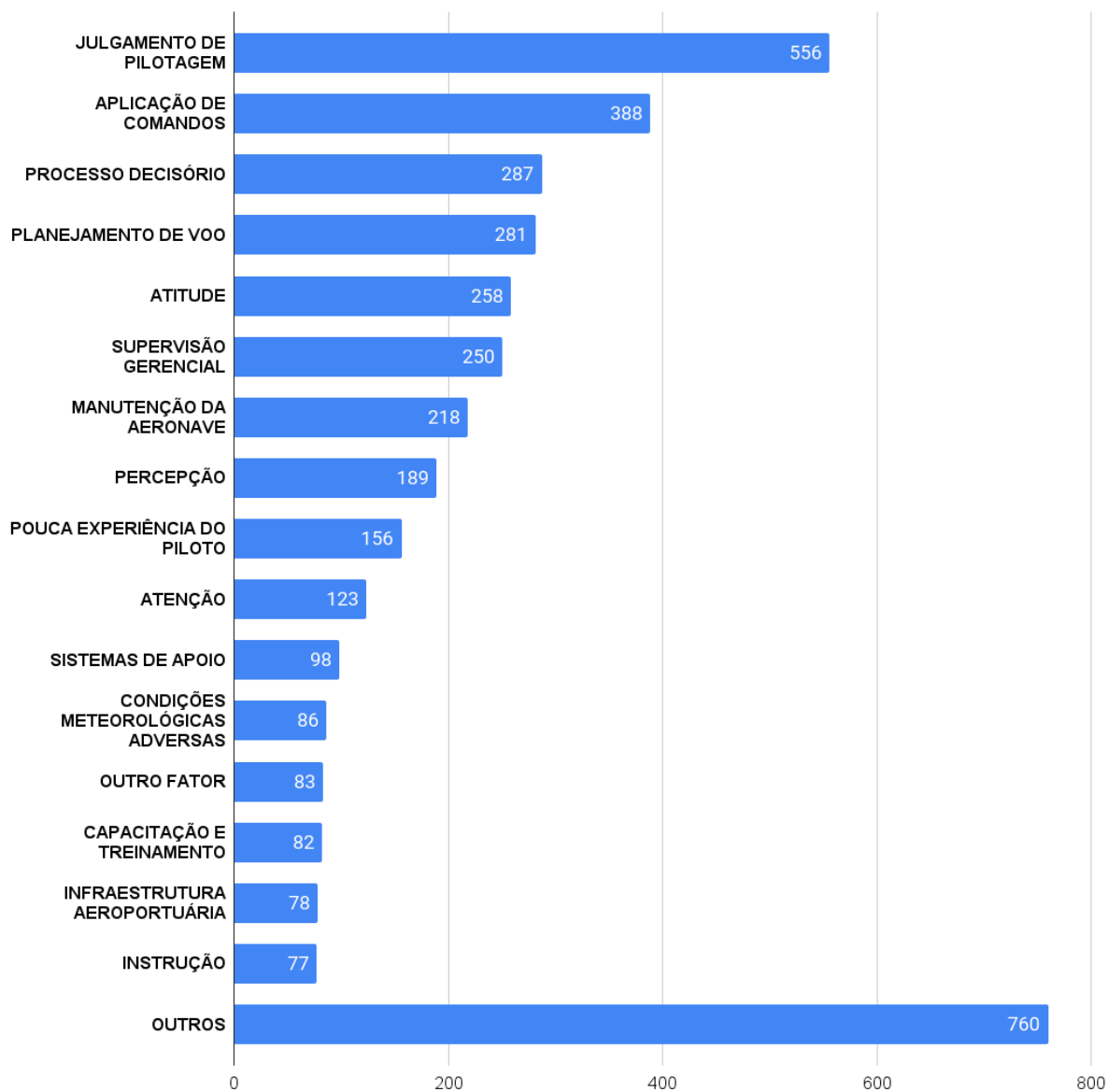
4.3 DADOS DE ACIDENTES AERONÁUTICOS EM TERRITÓRIO BRASILEIRO NOS ÚLTIMOS 10 ANOS

O gráfico a seguir mostra os principais fatores contribuintes presentes nas ocorrências aeronáuticas nos últimos 10 anos. O campo “outros” engloba 56 fatores contribuintes, os quais não ocorreram com tanta assiduidade no período supracitado. Os dados foram retirados da plataforma de consulta de base de dados da Força Aérea Brasileira “PAINEL SIPAER”.

De todos os dados do gráfico, conclui-se que os fatores contribuintes mais observados pertencem a área de pesquisa do fator operacional ligados ao desempenho técnico do ser humano nos aspectos relativos à operação da aeronave, manutenção das aeronaves e prestação de serviços de tráfego aéreo, totalizando 44,5% do total das ocorrências. Dentro desse campo, têm-se determinados

fatores como: julgamento de pilotagem, aplicação de comandos e planejamento de voo que compõem grande parte das ocorrências.

Gráfico 1: Número de ocorrências aeronáuticas nos últimos 10 anos



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do site do CENIPA

Para melhor visualização dos principais fatores contribuintes, serão analisados 5 acidentes aeronáuticos em que os seguintes fatores contribuintes se mostraram presentes: julgamento de

pilotagem, planejamento, coordenação de cabine, instrução e supervisão gerencial. Tais fatores pertencem à área operacional e constam no acidente do GOL 1907.

4.4 CASOS ENVOLVENDO OS FATORES CONTRIBUINTES ESTUDADOS

4.4.1 Aeronave PT-ONJ (05nov2021) – Julgamento de Pilotagem

No dia 05 de novembro de 2021, o Brasil foi surpreendido com a notícia de que um avião transportando a ex-cantora de sertanejo Marília Mendonça havia se chocado contra cabos de uma linha de transmissão durante a aproximação para o pouso final. O acidente causou a morte de todos os passageiros, inclusive, da cantora. Tratava-se de um C90A, matrícula PT-ONJ da fabricante Beech Aircraft. A aeronave havia decolado do aeródromo Santa Genoveva (SBGO), Goiânia, GO, com destino ao aeródromo de Caratinga (SNCT), Ubaporanga, MG, às 16h05min (UTC).

De acordo com o relatório final do acidente, é possível verificar que a aeronave se enquadrava em um perfil de final mais longa do que a ideal para a sua categoria, tal fato é constatado por conta da configuração da aeronave, inclinação das asas e posição da aeronave em relação ao eixo da pista (Brasil, 2023). Ademais, não houve indício de falha material, sendo, portanto, as causas atribuídas aos seguintes fatores contribuintes: Julgamento de pilotagem, memória, planejamento de voo e atenção.

O fator contribuinte em foco nesse acidente é o julgamento de pilotagem por parte do piloto. O relatório final do acidente atribuiu a esse fator contribuinte a seguinte situação:

No que diz respeito ao perfil de aproximação para pouso, houve uma avaliação inadequada acerca de parâmetros da operação da aeronave, uma vez que a perna do vento foi alongada em uma distância significativamente maior do que aquela esperada para uma aeronave de “Categoria de Performance B” em procedimentos de pouso sob VFR (Brasil, 2023).

4.4.2 Aeronave PR – OAL (09 abril 2014) – planejamento de voo

Uma aeronave de modelo F28MK0100, de matrícula PR-OAL, da Fokker decolou do Aeroporto de Porto Alegre (SBPA), com destino ao aeroporto de Guarulhos (SBGR). A aeronave contava

com 91 ocupantes, sendo 5 tripulantes e 86 passageiros. A aeronave estava autorizada a realizar o pouso na pista 27L de Guarulhos, porém, pousou na pista 27R.

Segundo o relatório final do incidente, os pilotos, quando próximo ao destino, prepararam-se para realizar um procedimento ILS para a pista 27L. No entanto, havia um NOTAM (Notice to Airman), que indisponibilizava tal procedimento para aquela cabeceira, fato que não era de conhecimento dos pilotos.

Sendo assim, os pilotos tiveram que realizar outro tipo de aproximação. Rapidamente, tiveram que configurar a aeronave para a realização de um procedimento de não precisão, conhecido como VOR (Auxílio à navegação baseado em VHF). Porém, durante a execução do procedimento, ao obter contato visual com a pista, a tripulação seguiu a aproximação de forma visual, atitude incorreta, haja vista que a pista que a tripulação tinha obtido contato visual era a 27R e não a 27L (Brasil, 2014).

O fator contribuinte em foco nesse grave incidente é o planejamento de voo. O relatório final do acidente atribuiu a esse fator contribuinte o seguinte:

O desconhecimento do NOTAM, que reportava a inoperância do procedimento ILS 27L, fez com que a tripulação preparasse a aeronave para realização desta aproximação IFR que se encontrava indisponível. A decisão de prosseguir em condições visuais a partir do bloqueio do Fixo de Aproximação Final (Bonsucesso) impossibilitou a tripulação de realizar a curva de 5°, prevista no procedimento VOR 27L, que poderia direcionar a aeronave para a pista da esquerda, minimizando a chance de confusão entre as cabeceiras (Brasil, 2014).

4.4.3 Aeronave PT - OVC (04 novembro 2007) – Coordenação de Cabine

No dia 04 de novembro de 2007, uma aeronave, modelo 35A, de matrícula PT-OVC, da Learjet, decolou às 14h08min do aeródromo do Campo de Marte (SBMT) em São Paulo. A aeronave tinha como destino o aeródromo de Santos Dumont (SBRJ) no Rio de Janeiro. Após a decolagem, a aeronave assumiu uma atitude excessivamente cabrada e, posteriormente, começou a inclinar para a direita, essa inclinação aumentou de tal forma que atingisse 90° de inclinação. Após isso, a aeronave iniciou uma descida, praticamente na vertical, e acabou colidindo com algumas casas da região. Além do piloto e do copiloto, mais 6 pessoas foram vitimadas nesse acidente.

Segundo o relatório final do acidente, o piloto estava responsável por acompanhar o reabastecimento da aeronave, enquanto o copiloto estava preparando a cabine, sem a presença do instrutor. O copiloto, na cabine, havia acionado um sistema que permite a transferência de combustível de uma asa para a outra, gerando um desbalanceamento do combustível no momento da decolagem e

consequentemente, a perda de controle em voo. Não houve também leitura de checklist durante os procedimentos normais da aeronave, o que corroborou para a consumação do acidente. (Brasil, 2011).

O fator contribuinte em foco nesse acidente é a coordenação de cabine. O relatório final do acidente atribuiu a esse fator contribuinte o seguinte:

O piloto (comandante e instrutor) não coordenou adequadamente a execução das tarefas, permitindo que o copiloto em formação realizasse procedimentos não padronizados, tal qual a preparação da cabine sem acompanhamento. O comandante executou tarefas que não eram condizentes com a fase da operação (falar ao telefone celular durante a execução do táxi). Esses eventos deram origem a uma condição de perigo (desbalanceamento crítico de combustível durante a preparação de cabine) (Brasil, 2011).

4.4.4 Aeronave PR - MBK (17 julho 2007) – Instrução

No dia 17 de julho de 2007, ocorreu um acidente que marcou a história da aviação brasileira. Tratava-se do voo JJ3054, que decolou de Porto Alegre (SBPA), às 20:19 (UTC) com destino a cidade de São Paulo/Congonhas (SBSP). A aeronave em questão era um Airbus, modelo A320 operada pela TAM Linhas Aéreas S/A.

Após o pouso da aeronave na pista do Aeroporto de Congonhas, os pilotos perceberam que a aeronave não estava desacelerando conforme previsto, e que os “ground spoilers” não haviam sido defletidos. Com isso, a aeronave começou a se direcionar para a esquerda, saindo da pista, cruzando uma avenida e colidindo com uma edificação da própria companhia e um posto de combustível. A aeronave levava a bordo 187 pessoas, que vieram a falecer devido a colisão, causando a morte de mais 12 pessoas que se encontravam em seu interior.

Para melhor compreensão do acidente vale destacar que, segundo o relatório final, a pista se encontrava molhada no momento do acidente, e a aeronave possuía o reversor do 2º motor inoperante, ou seja, a capacidade de parada da aeronave estava afetada, porém, esse fato não é algo que limitava a operação da aeronave naquele aeroporto.

Segundo o relatório final do acidente, o computador de bordo registrou que o manete de potência do motor nº1 havia sido movimentada para a posição “IDLE”, momentos antes do pouso. Na hora do pouso, o computador de bordo registrou um manete na posição “IDLE” e outra na posição “CL”. A posição “IDLE” é como uma marcha lenta, que reduz ao mínimo a aceleração da aeronave, sendo usada momentos antes do toque na pista. A posição “CL” é usada para subida. Cerca de 2,5

segundos após o toque do trem de pouso na pista, o manete do motor nº1 foi levado para a posição “REV” (posição usada para desaceleração da aeronave, quando já em solo), o que provocou desaceleração do motor nº1 e empuxo do motor nº2, e conseqüentemente, a aeronave acabou derivando para a esquerda. (Brasil, 2009).

O relatório final do acidente trabalhou com 2 hipóteses. A primeira seria uma falha no sistema de controle de potência e a segunda, que é a mais provável, de que o piloto havia realizado um procedimento diferente do padronizado para aquela situação (Brasil, 2009).

O fator contribuinte em foco nesse acidente é a instrução. O relatório final do acidente atribuiu a esse fator contribuinte o seguinte:

Além disso, a formação teórica dos pilotos da empresa era fundamentada no uso exclusivo de cursos interativos em computador (CBT), o que permitia a formação massiva, mas não garantia a qualidade da instrução recebida. Por fim, havia uma percepção, entre os tripulantes ouvidos durante a investigação, de que o treinamento, ao longo dos anos e em virtude da grande demanda derivada do crescimento da empresa, vinha sendo abreviado (Brasil, 2009).

4.4.5 Aeronave PR-MPY (16 setembro 2019) – supervisão gerencial

O evento, trata-se de um incidente grave, ocorrido no dia 16 de setembro de 2019. A aeronave envolvida era um ATR-72 202, matrícula PR-MPY, da fabricante Aerospatiale and Alenia. A aeronave havia decolado do aeroporto de Itaituba (SBIH), PA, e tinha como destino o aeroporto de Eduardo Gomes (SBEG), em Manaus. Tratava-se de um voo de transporte regular, e contava com quatro tripulantes e mais trinta e nove passageiros. Quando a aeronave estava nos momentos finais para pouso em SBIH, o motor esquerdo apagou, e, após o pouso, quando já se encontrava no táxi, o motor direito também parou.

Segundo o relatório final do acidente, divulgado pelo CENIPA, aspectos relativos à supervisão e manutenção da aeronave eram negligenciados, uma vez que a antiga empresa possuía uma gestão que cobrava o retorno rápido das aeronaves para a linha. Houve também um planejamento errado sobre o real combustível que havia sido consumido durante os trechos. Somado a isso, problemas relativos à medição real da quantidade de combustível e a indicada para os pilotos foram fatores que contribuíram para esse incidente. Essa discrepância só fora observada quando o avião já estava em solo.

O fator contribuinte em foco nesse acidente é a supervisão gerencial. O relatório final do acidente atribuiu a esse fator contribuinte a seguinte situação: “[...] tendo em vista as várias inconformidades observadas nos componentes do sistema de indicação do combustível, posteriormente à ocorrência, inferiu-se que houve falhas no acompanhamento e na supervisão dos serviços de manutenção da empresa operadora.” (Brasil, 2019).

4.5 INFLUÊNCIA DOS FATORES CONTRIBUINTES RELACIONADOS AO ASPECTO OPERACIONAL NO ACIDENTE DO GOL 1907

No dia 29 de setembro de 2006, aconteceu um trágico acidente da história da aviação brasileira. Um Boeing, modelo 737-8EH, operado pela empresa brasileira “Gol Transportes Aéreos S.A”, colidiu em voo com um Embraer Legacy, modelo EMB-135BJ, operado por uma empresa norte-americana chamada “*ExcelAire Services, Inc.*” Todos os ocupantes do Boeing vieram a falecer. A tripulação do Legacy, mesmo com danos à aeronave, conseguiu realizar um pouso forçado.

O relatório final do acidente revelou diversos fatores contribuintes que culminaram no acidente. Entre eles, os 5 que são o foco da pesquisa: julgamento de pilotagem, instrução, coordenação de cabine, planejamento de voo e supervisão gerencial.

Do ponto de vista do aspecto operacional, o fator contribuinte relacionado ao julgamento de pilotagem esteve presente de maneira que os pilotos do Legacy se autojulgavam capazes de realizar um voo internacional, sem terem pleno conhecimento de aspectos relativos à operação da aeronave. Além disso, não houve tempo suficiente para verificação de informações importantes do voo, como por exemplo, o plano de voo.

Os pilotos desviaram toda a atenção da cabine para o cálculo de combustível e balanceamento em voo, enquanto aparelhos importantes, tais como Transponder e TCAS encontravam-se inoperantes. Houve também falha, por parte dos pilotos, caracterizada pela demora no reconhecimento da necessidade de contato com o Controle de Tráfego Aéreo (Brasil, 2008).

O fator contribuinte relacionado à coordenação de cabine se deu da seguinte forma: os pilotos do Legacy concentraram-se por um período muito longo em aspectos relativos às condições de performance da aeronave em Manaus, o que culminou na não percepção da inoperância do Transponder. O fato de o piloto ter se ausentado do cockpit, deixando o copiloto responsável por realizar os procedimentos, gerou uma sobrecarga e evidenciou uma deficiência no aspecto relativo à coordenação de cabine.

O fator contribuinte relacionado à instrução se apresentou da seguinte forma: Os pilotos do Legacy não receberam treinamento adequado para a realização de um voo internacional. Houve deficiência no entrosamento entre os pilotos, evidenciado na divisão de tarefas. Pôde-se perceber também a falta de conhecimento técnico para operação daquela aeronave, fato evidenciado pela dificuldade da tripulação em operar o sistema de combustível da aeronave.

Já o fator contribuinte relacionado ao planejamento de voo foi observado com a seguinte situação: os pilotos do Legacy não acompanharam o preenchimento do plano de voo, o que gerou o desconhecimento da rota e níveis de voo a serem voados. Junto a isso, os pilotos desconheciam informações relativas ao aeroporto de destino, que influenciavam aspectos relativos ao pouso.

O fator supervisão gerencial foi observado no acidente quando a operadora não realizou um acompanhamento no treinamento dos pilotos, o que culminou na realização de um voo com uma tripulação despreparada e com conhecimento teórico deficiente acerca da operação da aeronave.

Segundo a teoria de James Reason (2000), é possível associar a deficiência nos procedimentos de controle de tráfego aéreo e falhas na supervisão das operações como falhas latentes no sistema, que persistem no sistema até que um acidente aconteça. Já como falhas ativas, podem ser destacados os erros de comunicação entre a tripulação do Legacy e o controle de tráfego aéreo, bem como a falta de perícia por parte dos pilotos do Legacy no manuseio dos aviônicos da aeronave.

Seguindo as relações estabelecidas por Kiss (2005), por meio da interação entre os componentes do modelo SHELL, é possível visualizar no acidente do GOL 1907 quais foram as relações que foram rompidas. Vale ressaltar que, os desastres na aviação, na maioria das vezes surgem dessas incongruências entre os componentes do sistema (Wiener & Nagel, 1988).

A relação envolvendo *Liveware-Software* trata da interação entre o operador humano e os sistemas de suportes não físicos que existem no local de trabalho. Para que essa relação seja forte, é necessário que o operador tenha pleno conhecimento do software que está operando. No caso do acidente em questão, os pilotos do Legacy não tinham um adequado conhecimento teórico para a operação da aeronave, o que caracteriza um rompimento nessa relação.

A relação *Liveware-Hardware*, que trata da interação entre o operador humano e a máquina. Nesse caso, o foco é a adaptação das características físicas da aeronave, tais como controles de voo e características do assento, com as necessidades antropológicas do ser humano. Ou seja, essa relação deve ser de tal modo, que facilite o sequenciamento das ações a serem tomadas pelos pilotos e que minimize a carga de trabalho. No caso do acidente do GOL 1907, não houve nenhuma quebra dessa relação.

A relação *Liveware-Environment* trata da interação entre o operador humano e o ambiente interno e externo. Para uma relação forte, é necessário que o ambiente esteja adaptado às necessidades humanas, por exemplo, aeronaves pressurizadas, sistemas de engenharia visando o conforto da tripulação e evitar a fadiga. Vale ressaltar que é importante que haja um bom clima organizacional, uma vez que as ações dos operadores podem ser influenciadas por pressões externas. Segundo o relatório final do acidente, a influência organizacional se resumiu no fato da empresa ter enviado prematuramente dois pilotos com pouca experiência na aeronave e com pouco entrosamento para realizar um voo que não era de rotina. (Brasil, 2008)

A última relação, *Liveware-Liveware*, trata da interação entre o operador humano e qualquer outro agente no sistema de aviação durante a execução das tarefas. Essa interação pode ser de piloto para piloto, de piloto para mecânicos ou de piloto para controladores de tráfego, ou seja, pessoas envolvidas na atividade aérea. A sequência de fatos no acidente estudado é um exemplo claro de como essa relação foi quebrada, uma vez que não havia entrosamento entre a tripulação do Legacy e a comunicação entre a tripulação e o controle de solo antes da decolagem mostrou-se deficiente, já que os pilotos não tinham pleno entendimento das orientações passadas. Dessa forma, a soma dessas situações ocorridas comprometeu essa relação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebeu-se que a aviação, ao longo do tempo, passou por diversas mudanças que agregaram maior segurança para a atividade aérea. A tecnologia desempenhou um papel importante nessa evolução, tornando o sistema menos suscetível a erros materiais, porém, não o isentou o sistema de erros humanos. Com isso, surgiram diversas teorias e ideias que se baseiam no fator humano e sua interação com os diversos setores da aviação.

Ao analisar o cenário atual da aviação, verifica-se que determinados fatores contribuintes nos acidentes aeronáuticos se mostram mais comuns que outros. De acordo com os dados coletados da base de dados do CENIPA (Painel SIPAER) nos últimos 10 anos, o Brasil foi palco de quase 4 mil acidentes. Grande parte das ocorrências estão associadas ao aspecto operacional (Brasil, 2024). Ou seja, a maioria dos acidentes estão associados ao desempenho técnico do ser humano na execução de suas tarefas. Os relatórios finais dos acidentes citados no trabalho corroboram o desenvolvimento da pesquisa e revelam como esses fatores contribuintes, pertencentes ao aspecto operacional, se apresentaram dentro de cada acidente.

Após a análise do acidente do GOL 1907, pode-se perceber os mesmos fatores contribuintes que foram observados nos 5 acidentes citados anteriormente. Esse cenário ratifica a necessidade de estudos mais aprofundados sobre o tema, visando prevenir a repetição dessas situações.

No acidente do GOL 1907, é nítido a presença de falhas ativas e latentes, bem como o rompimento das relações estabelecidas pelo modelo SHELL, o que acabou contribuindo para que o acidente ocorresse. As relações envolvendo o operador e a máquina, operador e o ambiente externo e interno e relações entre o operador e agentes internos, quando rompidas, tornaram-se cruciais para a consumação do acidente. Quando esses rompimentos são analisados, percebe-se que as relações *Liveware-Liveware*, e *Liveware-Software* tiveram um papel decisivo para que o acidente fosse consumado. Concomitantemente, um clima organizacional deficiente configurou uma forte condição latente para o acidente.

Sendo assim, os fatores relativos a julgamento de pilotagem e planejamento de voo presentes no acidente se apresentaram com um alto grau de influência, pois estão relacionados à decisão dos próprios pilotos de se julgarem capazes de prosseguir com o voo, mesmo não possuindo pleno conhecimento teórico acerca da aeronave que iriam operar, além disso não houve tempo insuficiente para verificação do plano.

Quando tais fatores são analisados, percebe-se que estão ligados a decisões tomadas antes do voo, como um planejamento de voo inadequado, falta de conhecimento técnico especializado e incapacidade de conduzir um voo naquelas condições. Tais decisões são extremamente decisivas e importantes para a manutenção da segurança de voo. Quando essas decisões são negligenciadas, o sistema se torna frágil e suscetível a erros. Todos os demais fatores contribuintes estudados se caracterizaram durante o voo, ou estão enquadrados como condições latentes para que o acidente ocorresse.

Portanto, se a tripulação do Legacy tivesse se julgado incapaz de prosseguir com o voo, haja vista o nível de complexidade da missão que seria desempenhada, ou então se tivessem pleno conhecimento do plano de voo que seria executado durante o voo de traslado, o acidente não iria acontecer. Em vista disso, é importante destacar que algumas condições devem ser seguidas de forma rigorosa: os pilotos devem ter total conhecimento teórico acerca da aeronave que operam, devem ser capazes de desempenhar suas funções de maneira satisfatória, ter um planejamento de voo eficaz e bem definido, de forma que não haja nenhuma dúvida sobre o que deve ser feito.

O acidente Gol 1907 é um exemplo claro de que a atividade aérea, apesar dos benefícios obtidos do avanço da tecnologia, ainda está sujeita a vulnerabilidade do fator humano. Por isso,

trabalhos como este são relevantes no cenário atual da aviação, uma vez que destacam a importância da participação do fator humano nos acidentes aeronáuticos e objetivam mitigar a ocorrência deles.

REFERÊNCIAS

BESSI, P. Fator Humano Na Investigação E Prevenção De Acidentes Aeronáuticos: Estudo de Caso do Acidente com a Aeronave Pr-Som. **Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL). Palhoça**, 2018.

CAMERA, Diana Soledade do Lago; MARQUES, Diego Ribeiro; MALAGRIS, Lucia Emmanoel Novaes. Acidentes aeronáuticos e TEPT em tripulações de voo. **Boletim-Academia Paulista de Psicologia**, v. 40, n. 98, p. 119-128, 2020

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Relatório Final A - N° 009/CENIPA/2007. Brasília, DF: CENIPA, 2011**. Disponível em: <https://www.baaa-acro.com/sites/default/files/2021-06/PT-OVC.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Relatório Final A - N° 67/CENIPA/2007. Brasília, DF: CENIPA, 2009**. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/seguranca-operacional/gerenciamento-daseguranca-operacional/relatorio-de-acidentes/arquivos/2007/pr-mbk.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Relatório Final A-022/CENIPA/2008. Brasília, DF: CENIPA, 2008**. Disponível em: https://sistema.cenipa.fab.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/rf/pt/PR_GTD_N600XL_29_09_06.pdf. Acesso em: 27 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Relatório Final IG-133/CENIPA/2019. Brasília, DF: CENIPA, 2019**. Disponível em: https://sistema.cenipa.fab.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/rf/pt/PRMPY_16_09_2019.PUB.pdf. Acesso em: 27 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Relatório Final A-121/CENIPA/2021. Brasília, DF: CENIPA, 2023**. Disponível em: https://sistema.cenipa.fab.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/rf/pt/RF-PT-ONJ05_11_2021-AC.Port.pdf. Acesso em: 27 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Relatório Final IG - 073/CENIPA/2014. Brasília, DF: CENIPA, 2014**. Disponível em:

https://sistema.cenipa.fab.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/rf/pt/pr_oal_09_04_14.pdf. Acesso em: 27 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Panorama Estatístico da Aviação Civil Brasileira**. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2015.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. CENIPA. Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **MCA 3-6 Manual de Investigação do SIPAER**. Brasília: 2017.

CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS (CENIPA). Panorama das ocorrências. 2024. Disponível em: https://painelsipaer.cenipa.fab.mil.br/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=SIGAER%2Fgia%2Fqvw%2Fpainel_sipaer.qvw&host=QVS%40cirros31-37&anonymous=true. Acesso em: 11 mar. 2024.

FEIJÓ, Denise; CÂMARA, Volney Magalhães; LUIZ, Ronir Raggio. Aspectos psicossociais do trabalho e transtornos mentais comuns em pilotos civis. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 30, p. 2433-2442, 2014.

FONSECA, Heitor Mateus; TERENCE, Daniela. A língua inglesa na manutenção de aeronaves: estudo dos termos mais recorrentes do tópico “the dirty dozen” e suas respectivas traduções. **Revista CBTECLE**, v. 4, n. 1, p. 389-402, 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Investigation of human factors in accidents and incidents**. International Civil Aviation Organization, 1993.

KISS, C. The Human Factors SHELL Model. **Academia Edu**, v. 80, p. 152-155, 2005.

LEMOS, V. **História da aviação**: livro didático. Palhoça: UnisulVirtual, 2012.

MARTINS, Daniela de Almeida et al. O conceito de Fatores Humanos na aviação. **Qualidade de Vida e Fadiga Institucional, Campinas**, p. 203-218, 2006.

REASON, James. Human error: models and management. **Bmj**, v. 320, n. 7237, p. 768-770, 2000.

WIENER, Earl L.; NAGEL, David C. (Ed.). **Human factors in aviation**. Gulf Professional Publishing, 1988.