PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS

ESCOLA DE CIÊNCIAS EXATAS E DA COMPUTAÇÃO

CURSO DE CIÊNCIAS AERONÁUTICAS

**A FALHA HUMANA COMO FATOR DESENCADEADOR DE OCORRÊNCIAS AERONÁUTICAS**

GOIÂNIA

2020

ÍTALO SILVA DE MELO

**A FALHA HUMANA COMO FATOR DESENCADEADOR DE OCORRÊNCIAS AERONÁUTICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Pontifícia Universidade Católica de Goiás como exigência parcial para a obtenção do grau de bacharel em Ciências Aeronáuticas.

Orientador: Professor Me. Raul Francé Monteiro.

GOIÂNIA

2020

ÍTALO SILVA DE MELO

**A FALHA HUMANA COMO FATOR DESENCADEADOR DE OCORRÊNCIAS AERONÁUTICAS**

GOIÂNIA – GO, 24/11/2020.

**BANCA EXAMINADORA**

Me. Raul Francé \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ CAER/PUC-GO \_\_\_\_\_\_\_

 Assinatura Nota

Dra.Nagi Hanna Salm Costa \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ CAER/PUC-GO \_\_\_\_\_\_\_\_

 Assinatura Nota

Esp. Gisele Ceciliano\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ UNIFA \_\_\_\_\_\_\_ Assinatura Nota

**A FALHA HUMANA COMO FATOR DESENCADEADOR DE OCORRÊNCIAS AERONÁUTICAS**

Ítalo Silva de Melo[[1]](#footnote-1)

Raul Francé Monteiro[[2]](#footnote-2)

**RESUMO**

O objetivo desta pesquisa é o de expor como a boa prática de Gerenciamento de Recursos de Equipe (CRM) pode influenciar positivamente o processo de tomada de decisão aeronáutico e, de efeito, a segurança aérea. O texto apresenta os modelos/teorias voltados para a análise de elementos humanos e dos diferentes tipos de erro – os modelos *Shell* e *Reason –*, bem como a abordagem de CRM como uma das principais soluções para a segurança aérea, a partir da junção dos chamados fatores humanos, técnicos e operacionais, sugerindo haver uma inter-relação entre esses fatores. As falhas humanas são citadas como o principal fator na maioria dos incidentes e acidentes aeronáuticos (80% deles), enquanto 15% a 20% envolvem falhas nos equipamentos e erros de manutenção. Para a verificação da aplicabilidade dos aspectos teóricos, a pesquisa parte do estudo de dois casos de acidentes, o ocorrido com o voo RG-254 da Varig, em setembro de 1989, e com o voo Qantas 32, em novembro de 2010. O estudo de caso analisou informações constantes de investigações oficiais, publicações, material audiovisual sobre os acidentes, que, no primeiro caso, detectaram falhas humanas graves, em que as habilidades cognitivas e comportamentais não foram utilizadas, enquanto no segundo caso foram aplicadas as boas práticas de CRM, o que fez que os eventos tivessem desfechos totalmente diversos. O trabalho em equipe, a comunicação e a tomada assertiva de decisão no gerenciamento das ameaças e riscos enfrentados no caso do Qantas 32 foram explorados na pesquisa. A partir destas análises, pôde-se formular uma apuração crítica da atuação do processo gerencial e sua influência no resultado final dos acidentes ou incidentes.

**Palavras-chaves:** Modelo Shell; Modelo Reason; Falhas; Aviação; CRM.

***ABSTRACT***

*This research aims to expose how CRM good practice can positively influence the aeronautical decision-making process and, in effect, air safety. The text presents the models / theories focused on the analysis of human elements and the different types of errors – Shell and Reason models –, as well as CRM approach as one of the main solutions for air safety, from the junction of the so-called “human”, “technical” and “operational” factors, suggesting an interrelation between these factors. Human failures are cited as the main factor in most aeronautical incidents and accidents (80% of them), while 15% to 20% involve equipment failures and maintenance errors. To verify the applicability of the theoretical aspects, the research starts from the study of two cases of accidents, the one that occurred with Varig's RG-254 flight, in September 1989, and with the Qantas 32 flight, in November 2010. The study case study analyzed information from official investigations, publications, audiovisual material about accidents, which, in the first case, detected serious human flaws, in which cognitive and behavioral skills were not used, while in the second case, good CRM practices were applied , which caused the events to have totally different outcomes. Teamwork, communication and assertive decision-making in managing the threats and risks faced in the case of Qantas 32 were explored in the research. From these analyzes, it was possible to formulate a critical assessment of the performance of the management process and its influence on the final result of accidents or incidents.*

***Keywords****: Shell model; Reason model; Failures; Aviation; CRM.*

**INTRODUÇÃO**

A ocorrência de boa parte dos acidentes e incidentes na aviação é atribuída a falhas humanas, isoladamente ou em conjunto com outros fatores de ordem técnica, geralmente associadas a erros de julgamento e tomada de decisão. Há de se destacar, de outra parte, que muitos deles tiveram finais exitosos devido ao bom gerenciamento pela tripulação da situação adversa.

Com base nisso, foram realizados pelos órgãos de segurança aeronáutica mundiais aprofundados estudos acerca dos fatores contribuintes que levaram as tripulações a determinadas tomadas de decisões, corretas ou errôneas.

Sabe-se que a Tomada de Decisão Aeronáutica ou (*Aeronautical Decision Making*- ADM) depende fortemente de uma base sólida de processo de gerenciamento de riscos, o que pode ser alcançado a partir da boa prática de *Corporate Resource Management (CRM),* ou Gerenciamento de Recursos de Cabine, que consiste em importante ferramenta para o aprimoramento da segurança de voo e contrubiu, de forma valiosa, para o aumento da qualidade da atividade aérea e consequente redução dos custos operacionais (FAA, 2008).

Segundo a FAA (2008), compreender a ADM é também compreender como os comportamentos pessoais podem influenciar na tomada de decisão e como podem ser modificadas em prol da segurança na cabine de pilotagem.

Para que essa compreensão se fizesse completa, foram analisados relatórios de acidentes e incidentes, bem como os fatores contribuintes envolvidos em cada cenário para, assim, desvelar o contexto das decisões tomadas pelas tripulações e como o CRM foi trabalhado dentro desses processos.

Considerando o cenário posto, o objetivo desta pesquisa é o de expor e reforçar como a boa prática do CRM pode influenciar positivamente este processo de tomada de decisão e, de efeito, na segurança aérea. Quanto à metodologia, a pesquisa se classifica como descritiva e apoia-se no procedimentos bibliográfico e documental, por meio da consulta a diversos autores sobre a temática, bem como de relatórios oficiais de alguns acidentes aeronáuticos. A abordagem é qualitativa, uma vez que evidencia os conhecimentos teóricos acerca da temática. Em complemento aos conhecimentos levantados, são feitos dois estudos de caso de acidentes aeronáuticos.

Para atender ao objetivo proposto, o texto foi dividido em duas sessões. A primeira aborda os modelos SHELL e Reason – desenvolvidos para explicar as falhas que ocorrem em sistemas complexos e criar princípios de segurança –, e expõe dois estudos de caso envolvendo acidentes aeronáuticos cujos desfechos foram determinados pelos Fatores Humanos (FH). A segunda seção explora o CRM e traça um paralelo entre o gerenciamento de recurso de equipe e os casos concretos trazidos na primeira seção, demonstrando a importância vital da aplicação desse recurso, que envolve o gerenciamento de pessoas, sistemas, instalações e meio.

Buscar-se-á, assim, ampliar o conhecimento aeronáutico por meio do compartilhamento das evidências obtidas, engrandecendo a cultura da prevenção e segurança de voo. Cabe ressaltar que não se busca aqui apontar culpados, mas apenas estudar, sob a ótica do CRM, a causa de acidentes e incidentes, enriquecendo a Filosofia Sipaer que defende: “Prevenção de acidentes é uma tarefa que requer mobilização geral. A prevenção de acidentes, por sua natureza, não produz os efeitos desejados, senão sob a forma de mobilização geral” (Filosofia SIPAER, p. 35).

**1 MODELOS SHELL E REASON**

 Ângelo Júnior (2017) aponta que devido a inúmeros acidentes aeronáuticos ocasionados por falhas humanas, houve a “necessidade de pesquisadores elaborarem e criarem modelos fundamentados no princípio da segurança, com o propósito de auxiliar nas investigações e identificar os aspectos” que contribuíram para que os acidentes ocorressem (p.16).

A Organização de Aviação Civil Internacional (International Civil Aviation Organization - ICAO) recomenda a utilização de dois modelos para análise de elementos humanos e dos diferentes tipos de erro. O modelo SHELL, de Edwards, que é retratado por um diagrama de blocos embasado nas inicias, em inglês, de seus elementos – *Software*, *Hardware*, *Environment* e *Liveware –* tem o homem como componente central (ÂNGELO JÚNIOR, 2017). O modelo Reason é um segundo modelo de análise que procura explicar os motivos dos acidentes, falhas, desastres. Diferentemente do SHELL, o “queijo suíço” de James Reason tem foco nas organizações. Segundo Carla, esses elementos não são perfeitos, e por isso cada elemento do modelo é representado como uma fatia de um queijo suiço onde as representações graficas dos buracos do queijo são a representação das falhas e fraquezas desse método. Ainda seguindo essa analogia visual, ela explica que se houver uma sobreposição desses buracos em todas as camadas é iminente o acontecimento de um desastre. Carla ainda complementa que:

Na estrutura representativa de Reason, o modelo explica que qualquer componente de uma organização pode ser é considerado uma fatia (de queijo). Gestão é uma fatia, alocação recursos é outra fatia, infraestrutura, programa de segurança, controles de qualidade, programas de qualificação. (CARLA, 2019, p. 1).

Segundo Reason (2008), há a tendência de que os administradores das empresas aéreas possam não oferecer a qualificação e treinamentos adequados para os seus aviadores para lidarem com situações limítrofes que podem levar a desfechos catastróficos, como é mostrado nos modelos do próprio Reason.

 O novo paradigma formado – o modelo do queijo suíço de Reason – faz uma comparação entre acidentes e epidemia, em que a possibilidade é de aumento dos números em função de fatores que podem criar situações específicas; tais fatores combinados ou falhas são propícios para a ocorrência dos acidentes. Portanto, faz-se necessário prevenir essas ocorrências focando-se nos fatores latentes e na colocação de barreiras de proteção para evitar a progressão de acidentes (CARLA, 2019).

**2 ESTUDO DE CASO: VARIG 254**

 Em 3 de setembro de 1989, o voo 254 da VARIG, realizado por uma aeronave do modelo Boeing 737-200, após decolar de Marabá (PA), fez um pouso forçado na selva depois de ficar sem combustível. Identificou-se que a tripulação havia ficado perdida após a decolagem e estava a 600 milhas nauticas (1.111) km. A aeronave estava com documentação em dia e os pilotos com suas habilitações válidas. No acidente, foram perdidas 12 vidas e 17 passageiros ficaram gravemente feridos (SACONI, 2019).

A principal causa do acidente foi definida como a inserção de um dado errado, um equívoco decimal no instrumento de navegação. O primeiro erro ativo foi cometido enquanto o avião ainda estava no aeroporto de Marabá. O comandante olhou o plano de voo e leu o rumo magnético necessário para chegar a Belém como 0270 graus, quando, na verdade, eram 027,0 ou 27 graus. Mesmo a vírgula não estando muito clara, eles haviam voado seis etapas naquele mesmo dia, utilizando o mesmo instrumento (CENIPA, 1991).

O segundo erro foi cometido pelo copiloto. Após retornar da inspeção externa da aeronave, ele copiou o rumo magnético de 270 graus do (*Horizontal Situation Indicator* (HSI) do comandante, quando deveria ter verificado na documentação de voo, pois o procedimento padrão para ambos é a consulta direta ao documento, e não o copiar do HSI (CENIPA, 1991).

Como procedimento previsto, após inserir 0270 graus em seu HSI ajustou-se no computador de voo da aeronave a distância até Belém, como sendo de 187 milhas náuticas (CENIPA, 1991).

Após a decolagem, a aeronave iniciou uma grande curva para a esquerda e se alinhou conforme o previsto nos instrumentos de voo, e, em vez de aproar para Belém, rumou sobre a selva amazônica. Os pilotos obviamente não mantinham uma alta consciência situacional (Capacidade de uma pessoa tomar decisões em atividades que exijam ampla atenção) para perceber que estavam indo na direção errada. Isso pode ter ocorrido devido a um terceiro erro ativo. Há comentários de que a tripulação estava ouvindo o jogo da Copa do Mundo Brasil x Chile no rádio, um exemplo de atitude perigosa (LOPES, 2019).

 Os pilotos então perceberam o rumo magnético incorreto. O copiloto Zille conseguiu sintonizar duas balizas de rádio, acreditando que fossem as cidades de Marabá e Carajás. Durante essa sintonização aconteceu o quinto erro, pois, não identificaram o NDB (*Non-Directional Beacon*) corretamente através do sinal auditivo de código Morse. Primeiro o NDB que era de Goiânia, e atua como um rádio farol eletrônico que aponta para estação, estava a 675 milhas náuticas de distância; enquanto que o NDB de Carajás não estava funcionando. O copiloto, então, sintonizou o NDB da Barra do Garças, porém sem sucesso. Os pilotos precisavam estabelecer a sua posição correta, mas não deram a devida atenção aos sinais sonoros, isso pode ter se dado devido à expectativa ou disposição mental, quando o cérebro ouve (ou vê) o que espera ouvir (SACONI, 2019).

Pondera-se que a tripulação provavelmente estava sob a influência do viés de confirmação. Isso significa que qualquer nova informação tendeu a apoiar a hipótese de que estavam voando de Marabá para Belém (CENIPA, 1991).

Embora tenham sido dois pilotos que selecionaram o mesmo rumo incorreto, tratou-se de um erro latente (condição potencial à ocorrência de erro) que permitiu que o erro ativo (quando os procedimentos são negligenciados) ocorresse. O documento de despacho da empresa foi projetado de forma contraintuitiva (antinatural) e criou o potencial para que os pilotos errassem na leitura. Após o acidente, a VARIG mudou o *layout* do plano de voo e solucionou o erro latente (SACONI, 2019).

 A Varig havia começado a disponibilizar planos de voo computadorizados meses antes do acidente. Esses planos continham todas as informações para o voo, como frequências de rádio das torres dos aeroportos, de controladores de voo, pontos de referência para a navegação e a rota (SACONI, 2019, p.1).

As investigações apontaram os fatores que contribuíram para o acidente, entre eles, e principalmente, o fator humano. No relatório final do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) também foi apontado o fator contribuinte externo à cabine, propiciado pelo despacho do plano de voo e navegação propostos pela VARIG, mas, como já haviam feito naquele mesmo dia outras etapas de voo a partir do mesmo documento, a desculpa não era muito compreensível (STUDART, 2014).

# 3 ESTUDO DE CASO: QANTAS 32

 Em 4 de outubro de 2010, um Airbus A380 da empresa aérea australiana Qantas decolou com 440 passageiros e 29 tripulantes do Aeroporto Internacional de Heathrow, em Londres. Seu destino era o aeroporto de Sydney, na Austrália, com uma escala em Singapura. A aeronave era um *Airbus* A380, o maior avião de passageiros em uso, e, à época, a última geração em automação, inovação e excelência. No caso do voo Qantas 32, a *Australian Transport Safety Bureal* (ATSB), órgão australiano de investigação de acidentes, apurou que o comandante, Richard Champion de Crespigny*,* estava sendo checado (avaliado) e, por esta razão, estavam no *cockpit* cinco, e não três aviadores, como de costume. Antes da decolagem, o comandante, conforme previsto em seu *briefing,* deixou claro que não gostaria que houvesse dúvidas em relação à cadeia de comando e que as funções de todos deveriam seguir os procedimentos padrão do fabricante da aeronave (ASTB, 2013).

 Depois de realizar um pouso técnico em Singapura para reabastecimento, decolaram em direção à cidade de Sydney, na Austrália. Contudo, logo após a decolagem, o motor dois explodiu, enviando fragmentos que perfuraram a asa e ocasionaram inúmeros estragos à aeronave. Entre eles, foi perdido o sistema hidráulico, importante para o acionamento do trem de pouso, *flaps*, *spoilers*, *aileron* e freios; também ocorreram danos no sistema elétrico, assim como no sistema de combustível, levando a aeronave em condição de extrema emergência (BORGES, 2017). O autor narra as condições dentro da cabine:

Neste cenário a tripulação teve que trabalhar com mais de 50 mensagens de panes diversas, cada uma com várias ações a serem tomadas por parte da tripulação, numa sequência que durou cerca de 2 horas para resolver todas as mensagens exibidas no equipamento eletrônico (BORGES, 2017, p. 38).

 Logo após a explosão de seu motor, os pilotos solicitaram um espaço aéreo para avaliarem a situação e, então, o controle de tráfego de Singapura aéreo autorizou que realizassem uma espera conhecida como órbita, que teve a duração de 50 minutos, enquanto avaliavam a situação da aeronave. Com o peso máximo de pouso elevado, cerca de 50 toneladas além do ideal, o computador de bordo informou que sobrariam apenas cem metros de pista no aeroporto *Changi,* em Singapura, de acordo com o relatório da *Australian Transport Safety Bureal* (ATBS). Os pilotos decidiram, assim, que realizariam um pouso de emergência, visto que em função dos estragos, não conseguiram realizar o procedimento de alijamento[[3]](#footnote-3).

 De acordo com Borges (2017), após o pouso, a tripulação enfrentou novas ameaças e situações de risco, pois estavam incapacitados de desligar o motor de numero um remanescente que permanecia ligado, devido às avarias nos comandos elétricos. Isto impossibilitava a evacuação com segurança dos passageiros. Após a brigada de incêndio controlar o risco de fogo, e finalmente ter sido o motor número 1 que apresentava problemas de corte, o desembarque foi realizado sem a necessidade de evacuação devido à ausência de perigos. Não houve óbitos, todos os 440 passageiros e 29 tripulantes a bordo desembarcaram bem.

Ao analisar-se alguns dos acidentes ou incidentes mais importantes ocorridos no Brasil ou no mundo, evidencia-se a importância de se trabalhar os componentes dos fatores humanos no piloto que, a despeito da tecnologia embarcada e, contraditoriamente, também em virtude dela, deve avaliar, constantemente, as alternativas possíveis. Significa dizer que a operação em sua visão preditiva antecipa eventos que possam ser prejudiciais, mas é indiscutível que o homem deve conduzir com eficiência a aeronave apoiado na tecnologia disponibilizada na forma de sistemas computadorizados. A combinação desses fatores, seguramente, propiciarão a normalidade dos voos (BORGES, 2017).

Vale ponderar, em complemento, que a busca pelo melhor enfrentamento das causas de um acidente passa, necessariamente, pelo melhor entendimento das diversas falhas e da interação entre elas, incluindo-se aí as falhas organizacionais e as de órgãos oficiais (como a ANAC), responsáveis pela fiscalização das companhias aéreas, tão pouco comentadas nos relatórios de investigação. Essa visão de multicausalidade é desejável à medida que busca distribuir, com mais equilíbrio, as responsabilidades entre as diversas entidades, humanas e não humanas, tornando mais justo, sensato e harmônico o relacionamento entre humanos, organizações e máquinas (CARDOSO; CUKIERMAN, 2007).

**4 GERENCIAMENTO DE RECURSO DE EQUIPE – CRM (*CORPORATE RESOURCES MANAGEMENT*)**

A International Civil Aviation Organization (ICAO, 2003, p. 1) considera que “o elemento humano é a parte mais flexível, adaptável e valiosa do sistema aeronáutico, mas é também a mais vulnerável a influências que podem afetar negativamente seu comportamento”.

Partindo desse pressuposto e considerando que dificuldades podem ser encontradas em momentos e cenários indesejáveis de um voo, tornou-se indispensável para as autoridades de aviação civil mundiais a busca de uma solução para o ambiente de *cockpit*. Depois de vivenciar dificuldades em um de seus voos e empenhada na melhoraria da eficiência de cabine –, no desempenho dos seus tripulantes técnicos –, a United Airlines saiu em busca de soluções para falhas que tinham como elemento central os fatores humanos (BORGES, 2017).

Borges (2017) aponta que depois de diversos debates e ajustes com as autoridades, a United Airlines foi a primeira empresa a utilizar o programa, na época em fase de testes. Tratava-se de um treinamento que privilegiava habilidades inerentes ao espírito de equipe, ao comportamento individual (saúde física e psicológica), ao conhecimento e à comunicação, tendo como meta prevenir acidentes.

Dekker & Hollnagel (1999) atestam que o processo de automação também impulsionou a criação do treinamento, uma vez que, apesar de terem se desenvolvido para complementar e auxiliar as operações humanas na execução de tarefas técnicas outrora realizadas sem a assistência da máquina, eles demandaram conhecimentos voltados para a interação harmônica entre homem-meio-máquina, sendo este um dos elementos do CRM. No meio aeronáutico, esses esforços tecnológicos têm sido traduzidos em seminários, simpósios, mesas redondas, *workshops*, pesquisas, novas regulamentações, artigos na imprensa, livros, manuais, cursos em universidades, cursos CRM, com vistas a otimizar o relacionamento entre tripulantes, a melhoria de treinamentos e outras atividades.

Problemas de comunicação, pequenas falhas mecânicas, liderança e supervisão inadequadas, dificuldade na delegação de tarefas e estabelecimento equivocado de prioridades constituem alguns dos fatores que evidenciaram a necessidade de se investir no fator humano, ultrapassando a ideia de que o treinamento técnico-operacional, isoladamente, seria suficiente (SAZDIJAN JÚNIOR, 2007).

Por certo, quando se fala de fator humano na aviação e do desenvolvimento das habilidades a ele relacionadas por meio do treinamento em CRM, diversos componentes devem ser trabalhados, entre eles: liderança e habilidades gerenciais (autoridade e assertividade); manutenção de padrões de tarefas; capacidade de avaliação de risco; comunicação e escuta do *feedback*; interação mútua; consciência situacional, tomada de decisão, entre outros, além de aspectos relacionados à organização da cabine de voo e à própria automação, como já explicitado. Vale dizer que o desempenho humano sempre acompanhará cada um desses componentes. Assim, o CRM normalmente foca nas posturas e atitudes interpessoais (BORGES, 2017), sem negligenciar da necessária interação entre os demais fatores.

De acordo com a ICAO (1998), as necessidades demandadas pela indústria no que se refere a fatores humanos estão baseadas em seu impacto em duas grandes áreas que se correlacionam, quais sejam, a efetividade do sistema, caracterizada pela segurança de voo e eficiência, e o bem-estar das pessoas envolvidas na operação. Toda esta mobilização é impulsionada por uma cultura de segurança.

Entretanto, apesar de toda esta cultura e filosofia de segurança de voo, Mauriño et al. 1995 apud MOREIRA, (2001) afirmam a necessidade de uma abordagem mais aplicada e do acompanhamento contínuo das capacidades/competências ligadas ao fator humano de atuação multidisciplinar e integrada, já que as ações do ser humano dependem de um todo, ou seja, da sua face biológica, psicológica, social e organizacional.

Desse modo, os departamentos de treinamentos da aviação precisam organizar-se com base em operações e habilidades pertencentes a cada uma dessas faces para desenvolver os procedimentos de CRM. Muitas vezes é necessário um refinamento nas necessidades mais urgentes das linhas aéreas, a partir de uma revisão de relatos, principalmente nas indústrias que apresentam os maiores problemas de equipe (MAURIÑO et al., 1995 apud MOREIRA, 2001).

Naturalmente, o estudo e aplicação prática sobre os fatores humanos, aumentam a probabilidade de a tripulação lidar com situações inesperadas com maior agilidade, habilidade e competência. A habilidade de comunicação, nesse contexto, é uma das mais relevantes e consiste em desenvolver perguntas pessoais a cada piloto antes de cada voo, bem como ao longo de toda a operação, de modo a diagnosticar o real preparo técnico, psicológico e físico para exercer com segurança a pilotagem (BORGES, 2017, p. 30). Para Borges,

“[…] comunicar com qualidade é mais do que falar com clareza e na fraseologia padrão. Significa assegurar que todos compreendam o que é dito”. Com este intuito, a comunicação em equipe não pode apresentar filtros e barreiras, para que todos que façam parte da missão sejam motivados a comunicar com assertividade, compartilhar informações, e indagar quando necessário para que se entenda completamente a situação. As discussões são saudáveis e devem sempre focar nos procedimentos corretos a serem executados. No ambiente aeronáutico, este modo de relações interpessoais são comumente chamadas de “cabine aberta”, onde a comunicação permite a contribuição de cada um dos membros da equipe, aumentando a consciência situacional e agindo efetivamente para o processo de tomada de decisão (BORGES, 2017, p. 121).

Outro tema vastamente trabalhado no CRM é a tomada de decisão. Os modelos analíticos até então descritos ilustram de maneira superficial os processos envolvidos na tomada de decisão. Certo é que “boas decisões resultam quando pilotos coletam todas as informações disponíveis, avaliam, selecionam as opções, escolhem um curso de ação e analisam os resultados para correções” (FAA, 2008, p. 2-21). Assim, a tomada de decisão é um processo sensível, que envolve variáveis, avaliação de riscos e consideração de cursos de ação.

Isso considerado, vale destacar uma citação de Reason (1990, p. 172) que revela a base da evolução do conceito de CRM, ao afirmar que "quando ocorre um evento adverso, a questão importante não é ‘quem errou’, e sim “por que as defesas falharam.” Apoiado nessa premissa, busca-se entender as razões que levaram os pilotos da Varig a erro, no caso retratado na pesquisa.

Alguns pontos merecem destaque: havia, na época, determinação de permanência de apenas quinze minutos nos aeroportos, bem como de redução de pessoal de apoio em terra. Como eram diversas as tarefas a serem cumpridas por poucos, a recomendação da empresa para que os pilotos realizassem uma checagem do plano de voo em relação à carta de navegação acabou não sendo executada naquele dia do voo (CENIPA, 1991). Essa situação, de início, já sinaliza um equívoco na definição de prioridades da empresa e a deficiência no conjunto de competências da mesma.

Essa percepção enganosa quanto ao que estava registrado no plano de voo foi, no entanto, apenas um dos fatores que culminaram no desastre com o avião da VARIG. Entre os demais pontos apontados pela investigação do CENIPA, destacam-se: a falta de contato das equipes em terra com o avião após o significativo atraso do pouso – caso os pilotos tivessem sido contatados, o erro poderia ter sido detectado a tempo e a tragédia poderia ter sido evitada; a representação gráfica do plano de voo computadorizado inadequada, podendo causar confusão em quem o estivesse lendo; e a falta de planejamento dos pilotos, já que as informações da documentação das rotas poderiam ser comparadas com aquelas constantes no plano de voo (CENIPA, 1991).

As causas de acidentes são pesquisadas na busca de explicação linear, sequencial, com fronteiras bem definidas. Os investigadores usam sistematicamente forma assimétrica de analisar fatores, atribuindo diferentes graus de influência a cada um deles, dividindo-os em humanos e técnicos (CARDOSO; CUKIERMAM, 2007).

Mackenzie enriquece a discussão fazendo um paralelo entre as influências dessas duas vertentes, afastando, no entanto, a responsabilidade exclusiva do piloto (humana), ao sugerir que o componente técnico tem sua parcela de contribuição:

[...] disputas de atribuição de culpa turvam aquele que é tipicamente o ponto-chave. Muitos dos sistemas envolvendo computadores, que sejam críticos quanto à sua segurança, baseiam seu funcionamento seguro na correção do comportamento tanto de seus componentes técnicos quanto de seus componentes humanos. Assim como a falha de componentes técnicos é tipicamente esperada como uma contingência previsível (contra a qual se criam defesas duplicando ou triplicando suas partes chave), a falha humana também deveria ser esperada e, tanto quanto possível, permitida (MACKENZIE, 1996, p. 202).

A descrição de Mackenzie (1996) sobre o acidente a seguir evidencia as semelhanças com o acidente do RG-254:

Incidentes aéreos também são casos em que tipicamente não há evidência de mau funcionamento técnico, mas onde os problemas parecem advir da interação do humano com um sistema automatizado. O mais recente desses acidentes foi foco de intenso e minucioso exame porque envolveu o primeiro da nova geração do altamente computadorizado avião ‘*fly-by-wire’*, o *Airbus* A320, um dos quais se chocou contra um terreno montanhoso após uma descida rápida demais, à noite, com mau tempo, no Aeroporto de Stras- bourg-Entzheim. [..] a hipótese central dos investigadores é de que o piloto e o co-piloto podem ter tentado instruir o sistema de controle-de-vôo para que efetuasse a descida a um ângulo suave de 3,3º mas, por engano, instruíram-no a descer à taxa extremamente elevada de 3300 pés por minuto (MACKENZIE, 1996, p. 204).

Jasanoff em outra ponta, apresenta crítica contundente acerca das práticas humanas que norteiam a atividade aérea:

As políticas corretivas têm que ser endereçadas não apenas à formaçãoe ao treinamentodopiloto, mas também (na verdade, talvez ainda mais) às práticas humanas e pressuposições que determinam seu gerenciamento e condições de trabalho . Visto dessa perspectiva, um grave erro humano deixa de ser meramente acidental, uma vez que abre janelas sobre fraquezas anteriormente insuspeitas na rede a que o piloto pertence e que mantém o vôo RG-254. Esforços para explicar o que saiu errado e, mais especialmente, para encontrar medidas de prevenção conduzem a uma crítica social mais ampla; ao buscarmos entender os erros de nossos pilotos, simultaneamente aprofundamos nosso entendimento das sociedades que habitamos (edaVarig ) (JASANOFF,1994, p. 2).

Apesar das divergências dos estudiosos – uns a equilibrarem as causas dos acidentes atribuindo-as ao erro humano, às falhas organizacionais e à máquina, e outros a direcionarem a responsabidade quase que exclusivamente ao componente humano –, certo é que as investigações quanto ao comportamento dos pilotos no caso concreto da Varig deveriam se aprofundar na análise das relações entre eles (entre si) e entre eles e a organização como um todo, vale dizer, com tudo e todos que trabalhavam para manter o voo RG-254 funcionando.

Fazendo um paralelo com o acidente da Qantas 32, acometido por uma falha grave inesperada que causou a desintegração de um dos motores, observa-se comportamento totalmente oposto. OComandante Richard de Crespigny, em seu livro QF32, e demais pilotos relataram que os procedimentos, apesar de apontados no *cockpit* de maneira muito rápida e até mesmo descontrolada, foram contornados pela tripulação que ordenou, por prioridade, aquilo que se apresentava de mais grave. O trabalho em equipe foi primordial para o sucesso do desfecho.

Verifica-se que, de forma natural, os pilotos do A380 colocaram em prática os processos de gerenciamento de risco trabalhados no CRM em todas as fases do voo. O *Airmanship*[[4]](#footnote-4) dos tripulantes ficou evidente por meio da excelente coordenação e efetiva comunicação de forma proativa entre os membros da equipe que alicerçaram todas as decisões exigidas dos pilotos. Isso foi possível porque, logo no início do incidente, eles perceberam ameaças que estavam ocorrendo no momento da emergência. Em síntese, os membros da tripulação juntaram-se para analisar as ameaças e buscar soluções precisas para a situação, priorizando e diagnosticando quais deveriam ser solucionadas no primeiro momento (BORGES, 2017).

Denota-se que muitas decisões foram tomadas dentro de um processo de gerenciamento de recursos de equipe (CRM) e algumas delas até mesmo contrariavam o que os procedimentos padronizados de algumas panes exigiam. A tomada de decisão assertiva a partir da análise da situação concreta – habilidade desenvolvida pelo CRM – igualmente contribuiu para o final exitoso.

**CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Estudar os fatores humanos, criar ambientes onde as variáveis se ajustem as suas características e conhecer os fatores condicionantes que favorecem a ocorrência de erros no ambiente de trabalho são aspectos vitais para tornar a atividade aérea mais segura e fomentar o seu desenvolvimento.

Analisando dados provenientes de (livros, artigos, periódicos), além de documentos oficiais de órgãos reguladores e de investigação de acidentes – a partir dos quais foram realizados um estudo de caso de dois acidentes aeronáuticos com desfechos completamente diversos –, foi possível identificar importantes considerações relacionadas à importância dos fatores humanos para a segurança aérea, que podem ser, inclusive, disseminadas para as indústrias navais, química, médica e outros modais de transporte.

Nesse contexto, o CRM destaca-se como um útil instrumento de aprimoramento das habilidades interpessoais e cognitivas relacionadas aos FH. A ferramenta foi desenvolvida em resposta às novas compreensões sobre as causas dos acidentes com vistas a alcançar a segurança e eficiência da segurança do voo e faz uso de todos os recursos disponíveis, como equipamentos, procedimentos, pessoas e a organização. Proporciona, assim, uma visão sistêmica, holística, generalista e interdisciplinar dos acidentes e dos fatores humanos.

Essa visão de valorização das habilidades não técnicas destinadas à melhor interação do homem com a máquina e com o meio compõe, ao lado dos fatores técnicos, operacionais e organizacionais, uma cultura de segurança, consubstanciada na implementação de barreiras organizacionais (procedimentos) e de treinamentos específicos. Todo esse conjunto de fatores sugere que as análises dos acidentes devem procurar identificar as multicausalidades envolvidas nos eventos, a fim de distribuir, com mais equilíbrio, as responsabilidades entre as diversas entidades, humanas e não humanas, tornando mais justo, sensato e harmônico o relacionamento entre humanos, organizações e máquinas.

Cabe assinalar, em arremate, que como parte do programa do CRM, avaliações periódicas dos pilotos devem ser inseridas de modo a embasar eventual aperfeiçoamento dos protocolos de segurança, de acordo com as necessidades da organização aérea, tudo com vistas à diminuição dos riscos, reduzindo-os a níveis compatíveis com a segurança do voo, sendo este, por certo, o escopo do CRM.

**REFERÊNCIAS**

Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). **ANAC Pédia.** Disponível em: <https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por\_esp/tr2559.htm#:~:text=Opera%C3%A7%C3%A3o%20efetuada%20por%20motivo%20de,%2C%20equipamento%2C%20muni%C3%A7%C3%A3o%20ou%20carga>. Acesso em: 03.set. 2020

ÂNGELO JÚNIOR, Carlos. **Ausência do CRM na Instrução De Voo:** Consequências Desses Quadros e Benefícios de Sua Implantação, 2017**.**

Disponível em: <https://riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/3915/CARLOS\_AD2. pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18 set. 2020.

AUSTRALIAN TRANSPORT SAFETY BUREAL (ATSB). **In-Flight Uncontained Engine Failure Airbus A380-842, VH-OQA,** Doc AO-2010-089, 2013.

BORGES, Thiago Giovanella. **Gerenciamento de recursos e seus benefícios na decisão aeronáutica**, 2017 . Monografia (Graduação em Ciências Aeronáuticas) – Universidade do Sul de Santa Catarina.

CARDOSO, V; CUKIERMAM, H.A abordagem sociotécnica na investigação e na prevenção de acidentes aéreos: o caso do vôo RG-254. 2007. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, 32 (115) : 79:98. jan./jun. 2007. Disponível: <<https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0303-76572007000100008&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 15 set. 2020.

## CARLA, M . Modelo Queijo Suíço para analisar riscos e falha. 2019.

Disponível em : <<https://blogdaqualidade.com.br/modelo-queijo-suico-para-analisar-riscos-e-falhas/>>. - Acesso em: 11 set. 2020.

CEDEÑO, Karina. **Desastres aéreos:** 80% ocorrem por falha humana.Disponível em: <[https://www.panrotas.com.br/noticia-turismo/eventos/2015/07/desastres-aereos-80-](https://www.panrotas.com.br/noticia-turismo/eventos/2015/07/desastres-aereos-80-ocorrem-por-falha-humana_116557.html) [ocorrem-por-falha-humana\_116557.html](https://www.panrotas.com.br/noticia-turismo/eventos/2015/07/desastres-aereos-80-ocorrem-por-falha-humana_116557.html)>. Acesso em: 17 set. 2020.

CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS (CENIPA). **Relatório final do Varig 254**. Disponível em: <http://sistema.cenipa.aer.mil.br/cenipa/paginas/relatorios/rf/pt/RF\_PPVMK\_ACIDENTE\_03\_09\_1989.pdf> acesso: 15/10/2020.

FAA. **Aeronautical Decision-Marking.** 2008.Disponível em: <https://www.faa.gov/regulations\_policies/handbooks\_manuals/aviation/phak/media/04\_phak\_ch2.pdf>. Access at: 26 set. 2020.

**FILOSOFIA SIPAER FILOSOFIA SIPAER**. Disponível em: <https://www3.fmb.unesp.br/sete/pluginfile.php/20355/mod\_page/content/2/Aula\_FILOSOFIA\_SIPAER.pdf>. Acesso em: 19 set. 2020.

HUGHES, T. **What Air Crash Investigations Didn't Tell You About QF32 (Airbus A380).** Disponível em**:**

<<https://www.linkedin.com/pulse/what-air-crash-investigations-didnt-tell-you-qf32-airbus-hughes>> -Acesso em: 1º set. 2020.

ICAO. **Human Factors Training Manual**, Doc 9683-AN950, 1st Edition, Montreal, Quebec, Canada: 1998.

JASANOFF, S. **Learning from disaster:** risk management after bhopal**.** Philadelphia. University of Pennsylvania Press, 1994.

KERN, Tony. **Redefining Airmanship**. New York: McGraw-Hill. 1997.

KORANYI, B. **Pilotos da Qantas evitaram desastre com *Airbus*, diz investigação.** Disponível em: <[https://br.reuters.com/article/topNews/idBRSPE6B207S20101203>](https://br.reuters.com/article/topNews/idBRSPE6B207S20101203%3E%20) Acesso em: 1º set. 2020.

LAW, J. Notes on the theory of the actor-network: ordering, strategy, and heterogeneity. **Systems Practice**, v. 5, n. 4, p. 379-393, 1992.

LOPES, T. **A Busca de Resultados Como Fator Primordial na Quebra de Padrões E Procedimentos de Segurança na Aviação Civil**, 2019. Disponível em: < <https://riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/7729/TCC_FINAL_THIAGO_VITORIO_LOPES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 20 set. 2020

MACKENZIE, D. **Inventing accuracy** : a historical sociology of nuclear missile gui-dance. Cambridge: Mit Press, 1990.

REASON, J. **Human Errors**. Cambridge: Cambridge Univerty Press, 1990.

\_\_\_\_\_\_\_. Human Contribution: unsafe acts, accidents and heroic recoveries. Farnham: Ashgate, 2008.

## SACONI, A. A história do avião da Varig que caiu na Amazônia por causa de uma vírgula. Disponível em: <[https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2019/09 /04 /trinta-anos-queda-aviao-varig-ama](https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2019/09%20/04%20/trinta-anos-queda-aviao-varig-ama)[zonia.htm](https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2019/09/04/trinta-anos-queda-aviao-varig-amazonia.htm)>. Acesso em: 10 set. 2020.

SAZDIJAN JÚNIOR, José Antônio. Conhecendo o CRM – da origem à atualidade, **Revista Pegasus**, 13–CIAVEX,(2007). Disponível em: <<http://www.ciavex.eb.mil.br/pegasus/pegasus13/cont/sipaa.htm>>. Acesso em: 20 set. 2020.

## STUDART, A . Voo Varig 254, Acidente na selva: Co-Piloto Nilson Zille reafirma que houve arrogância do Cmt Garcez. Disponível em: <[https://blogs.opovo.com.br/asaseflaps/2014/05/09/voo-varig-254-acidente-na-selva-co-piloto](https://blogs.opovo.com.br/asaseflaps/2014/05/09/voo-varig-254-acidente-na-selva-co-piloto-nilson-zille-reafirma-que-houve-arrogancia-cmt-garcez/) [-nilson-zille-reafirma-que-houve-arrogancia-cmt-garcez/](https://blogs.opovo.com.br/asaseflaps/2014/05/09/voo-varig-254-acidente-na-selva-co-piloto-nilson-zille-reafirma-que-houve-arrogancia-cmt-garcez/)>. Acesso em: 10 set. 2020.

1. Graduando em Ciências Aeronáuticas, Piloto Privado. Endereço eletrônico: italo.silva10@hotmail.com [↑](#footnote-ref-1)
2. Mestre em Psicologia e Especialista em Docência Universitária pela Universidade Católica de Goiás. Professor da Escola de Ciências Exatas e da Computação da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Piloto de Linha Aérea – Avião, EC-PREV pelo CENIPA e credenciado SGSO pela ANAC. Endereço eletrônico: cmterfrance@hotmail.com. [↑](#footnote-ref-2)
3. “O Alijamento é uma operação efetuada por motivo de segurança, em que uma aeronave em voo desfaz-se de parte de seu combustível, equipamento, munição ou carga” (ANAC, p.1). [↑](#footnote-ref-3)
4. Potencialidade de um piloto exercitar, de modo eficiente, bons julgamentos e decisões, demonstrando controle eficaz na prática das habilidades no gerenciamento de voo (KERN, 1997). [↑](#footnote-ref-4)