

**OS FATORES HUMANOS ASSOCIADOS À SEGURANÇA OPERACIONAL NO
TRANSPORTE AÉREO À LUZ DA GESTÃO E DO COMPARTILHAMENTO DO
CONHECIMENTO NA TOMADA DE DECISÃO****José Roberto da Silva¹**
Daniel Jardim Pardini²**RESUMO**

O setor do transporte aéreo dos países mais desenvolvidos tem elaborado suas estratégias baseadas na gestão do conhecimento. Sua importância demanda atenção, pois a prestação desses serviços convive com o risco. Embora o risco seja gerenciado por tecnologias e procedimentos de segurança, as causas de acidentes aéreos envolvem falhas técnicas e erros, na ausência da gestão eficaz dos recursos disponíveis por parte das tripulações de voo (*Crew resource management* - CRM) relacionados ao conhecimento sobre os fatores humanos que influenciam a tomada de decisão. A identificação das barreiras culturais que impedem o compartilhamento do conhecimento, por meio de uma abordagem qualitativa das teorias e modelos de gerenciamento, contribui na geração de métodos de planejamento e gestão no conhecimento dos fatores humanos, na medida em que pode vir a orientar as tripulações com a aquisição de conhecimentos a serem utilizados no entendimento de novas concepções na mitigação de riscos neste setor.

Palavras-chave: Fatores humanos. Gerenciamento de recursos da tripulação. Gestão do conhecimento. Tomada de decisão. Transporte aéreo.

¹ Piloto de Linha Aérea e instrutor de voo. Professor de Tráfego Aéreo e Segurança de Voo. Técnico em Processamento de Dados. Possui graduação em Licenciatura Matemática plena, pós-graduação (MBA) em Gerenciamento de Projetos pelo Centro Universitário Newton Paiva. Mestre em Sistema de Informação e Gestão do Conhecimento pela Universidade Fumec. CVLattes: <http://lattes.cnpq.br/1149048080360862>. E-mail: cmtejroberto@gmail.com

² Doutor em Administração pelo CEPEAD-UFMG-Birmingham University (doutorado sanduíche com bolsa da CAPES, 2004), Mestre em Administração Pública pela Fundação João Pinheiro R. bras. Av. civil. ci. Aeron., Florianópolis, v. 3, n. 3, p. 292-316, jun-jul. 2023.

(1998), Graduado em Administração pela Una-União de Negócios e Administração (1988). Atualmente é professor e membro dos Colegiados do Programa de Doutorado e Mestrado em Administração da FACE-FUMEC e do Programa de Doutorado e Mestrado em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento da Universidade FUMEC. CV Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8300496710272234>. E-mail: pardini@fumec.br

HUMAN FACTORS ASSOCIATED WITH OPERATIONAL SAFETY IN AIR TRANSPORT IN THE LIGHT OF MANAGEMENT AND KNOWLEDGE SHARING IN DECISION MAKING

ABSTRACT

The air transport sector in more developed countries has developed strategies based on knowledge management. Its importance demands attention, as the provision of these services coexists with risk. Although risk managed by technologies and safety procedures, the causes of air accidents involve technical failures and errors, in the absence of effective management of available resources by flight crews (Crew resource management - CRM) related to knowledge about the factor's people who influence decision-making. The identification of cultural barriers that prevent the sharing of knowledge, through a qualitative approach to management theories and models, contributes to the generation of planning and management methods in the knowledge of human factors, insofar as it can guide the crews with the acquisition of knowledge to be used in the understanding of new conceptions in the mitigation of risks in this sector.

Keywords: *Human factors. Crew resource management. Knowledge management. Decision making. Air Transport.*

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a *International Civil Aviation Organization* (ICAO), os fabricantes de aeronaves estão prevendo que, até 2030, haverá um acidente de aviação comercial a cada trimestre. Os prestadores de serviços de aviação se beneficiariam muito de uma disseminação ampla de informações de boa qualidade, o que os ajudaria a implementar atividades de melhoria de segurança, eficientes e econômicas. Desse modo, a implementação de uma abordagem sólida e global da

gestão do conhecimento pode contribuir para o entendimento dessas necessidades (ICAO, 2013).

Corroborando com esta afirmação o acidente ocorrido na noite de 31 de maio de 2009, quando o *Airbus A330* que fazia o voo AF447 da *Air France*, entre o Rio de Janeiro, Brasil, e Paris, França, caiu no oceano Atlântico na costa nordeste do Brasil enquanto voava pelo sistema de tempestades tropicais. A bordo estavam doze tripulantes (3 tripulantes de voo, 9 tripulantes de cabine) e 216 passageiros (ET D'ANALYSES, 2012).

Segundo De Witte Cruz (2019) a recuperação dos dados e das gravações de voz indicaram que a queda do voo AF447 foi causada pela combinação de erro humano ao lidar com a degradação da automação do voo, somada à falta de gerenciamento correto da situação pela tripulação. Embora o risco na aviação seja gerenciado por tecnologias e procedimentos de segurança, as causas de acidentes aéreos envolvem falhas técnicas e erros, na ausência da gestão eficaz dos recursos disponíveis por parte da tripulação de voo.

De acordo com Gheorghioiu (2020) a importância da gestão do conhecimento na aviação é um aspecto que demanda atenção, pois a aviação é um domínio importante, tanto do ponto de vista da economia quanto do ponto de vista da segurança de um Estado ou dos passageiros e tripulantes. A prestação de serviços de aviação convive com o risco desde o momento em que uma aeronave é preparada para a decolagem e o voo real, até o momento do pouso no aeroporto de destino.

Para Edwards (1985, *apud* Hawkins, 1987) o estudo dos Fatores Humanos associados à segurança operacional é visto por muitos como um ponto importante no transporte aéreo em relação ao papel e desempenho do homem na aviação. Os Fatores Humanos dizem respeito a diversos elementos do sistema de aviação. Estes incluem o comportamento humano em seus processos cognitivos; o projeto dos controles e telas; a cabine de voo e o seu layout; a comunicação e os aspectos de software dos computadores; mapas, cartas e documentação; bem como o refinamento da seleção de pessoal e treinamento (BRASIL, 2012).

Adeniran e Olorunfemi (2020) destacam que a gestão do conhecimento no setor de transporte aéreo favorece a criação de mecanismos geradores de novos conhecimentos em fluxo de melhoria contínua, ao invés de gerá-los de uma forma apenas reativa. No setor aéreo dos países mais desenvolvidos, diversos atores (aeroportos, indústria aeronáutica, empresas aéreas) têm elaborado suas estratégias de longo prazo baseadas na gestão do conhecimento. O conceito de conhecimento pode ser expresso como a inteligência sobre a informação e dados que possibilitam a tomada de decisão, a solução de problemas e o aprendizado. Nas organizações, o conhecimento corresponde a informação processada que se integra a rotinas e processos possibilitando a ação (BECKMAN, 1999).

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Os erros humanos ocorrem com maior frequência devido aos sistemas cada vez mais complexos em aeronaves operadas em ambientes também complexos. Vários são os desafios relacionados ao conhecimento sobre os fatores humanos que influenciam, de forma direta, as tomadas de decisões orientadoras do gerenciamento de recursos da tripulação (CRM). O CRM, de acordo com Kanki, Helmreich e Anca (2010) é, portanto, a aplicação de fatores humanos na aviação, que visa aperfeiçoar a coordenação e a comunicação dos tripulantes. Nesse aspecto, a gestão da informação e do conhecimento precisa ser considerada de forma mais abrangente por ser capaz de reunir, analisar, armazenar e compartilhar informações, bem como as experiências com as lições aprendidas para a tomada de decisões mais eficientes.

As respostas inadequadas dos pilotos do AF447 devido à situação de estresse, as suas interações com a automação de voo resultantes desse acidente, precisam ser examinadas e as lições aprendidas. É sabido que todo acidente aeronáutico é resultado de vários fatores contribuintes. Aliado a uma abordagem teórica do risco por meio das teorias levantadas no referencial teórico e as implicações dessas observações para o treinamento de pilotos nas práticas relacionadas ao *Crew Resource Management* (CRM), este trabalho busca

entender: quais destes fatores, sob a luz da gestão e do compartilhamento do conhecimento, foram contribuintes para o acidente?

1.2 OBJETIVO

Identificar as barreiras que impedem um comportamento de compartilhamento dos conhecimentos necessários para um piloto e sua tripulação conduzirem com segurança e eficiência uma aeronave, usando um correto gerenciamento de recursos da tripulação e seus impactos na tomada de decisões.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A profissão de piloto era considerada uma atividade ousada, pois voar sempre foi um desafio consideravelmente perigoso que exige uma personalidade capaz de enfrentar incertezas. Com o desenvolvimento da aviação, as operações de voo tornaram-se mais previsíveis e o papel do piloto passou a ser regulado e rígido em relação aos conjuntos de tarefas. As novas aeronaves trouxeram tecnologias de *cockpit* em seus sistemas de voo integrados, deslocando o papel do piloto para o de gerenciador desses sistemas. No entanto, várias formas de complacência, erros de decisão, de percepção, de interação da tripulação e, mais recentemente, culturas e processos organizacionais têm se tornado fatores preocupantes que levam ao risco as operações aéreas (MOHRMANN; STOOP, 2019).

2.1 O ERRO HUMANO

O modelo do erro humano, desenvolvido por Reason (1990), elabora métodos de previsão e redução de erros que, segundo o autor, emergem de uma melhor compreensão dos processos mentais. Faz-se necessária a distinção de dois tipos de erro: erros ativos, cujos efeitos são sentidos quase imediatamente, e erros latentes cujas consequências adversas podem residir dormentes no sistema por um longo tempo, só tornando-se evidentes quando combinados a outros

fatores para violar as defesas do sistema, conforme Rasmussen e Pedersen (1984 *apud* Reason, 1990).

2.2 RISCOS ASSOCIADOS A FATORES HUMANOS

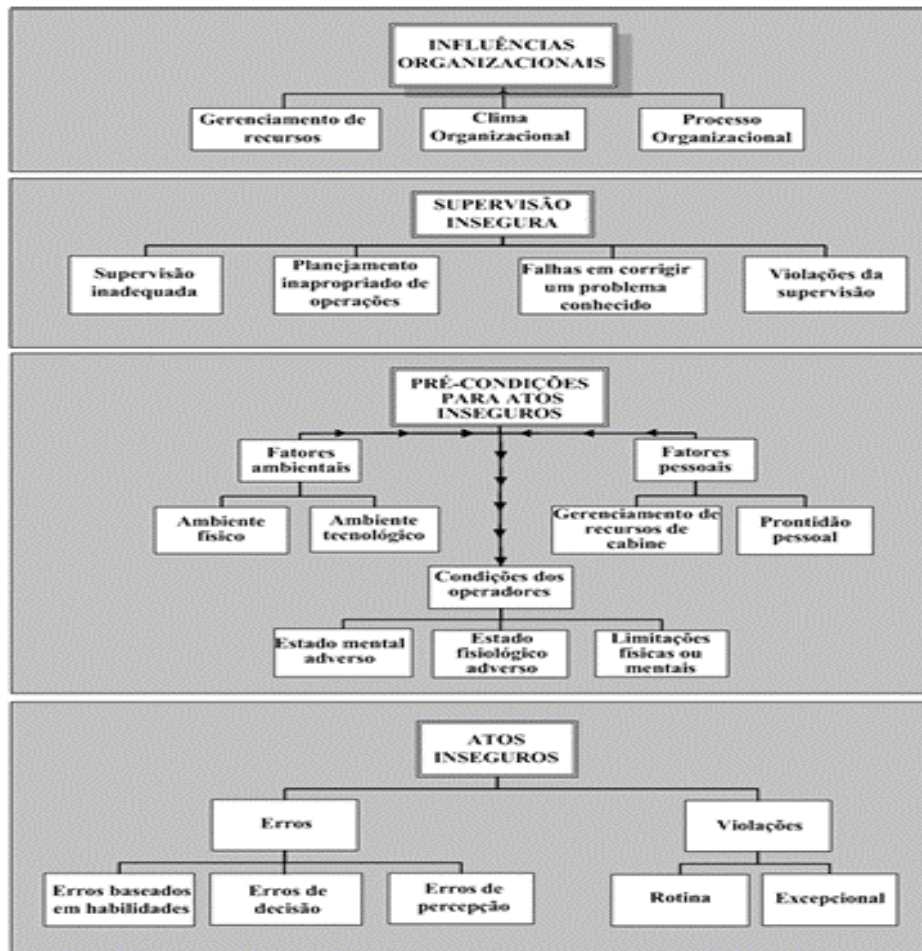
Há meio século, as principais preocupações referentes aos fatores humanos eram voltadas para área da fisiologia. Com a evolução do conhecimento passou-se a atenção para os processos cognitivos envolvendo todos os aspectos do desempenho humano e seu comportamento para tomada de decisão, aliado as tarefas do voo neste ambiente complexo de trabalho, impostas pelos avanços tecnológicos das modernas aeronaves (ICAO, 2002).

De acordo com Tsang, Vidulich e Flach (2014), o comportamento humano, no que diz respeito ao desempenho, é considerado importante fator causal na maioria dos acidentes aéreos e assim precisa ser compreendido e amplamente aplicado. Nesse sentido, o Sistema de Classificação e Análise de Fatores Humanos (HFACS) retrata uma estrutura geral do erro humano, originalmente desenvolvida e testada pelos militares da marinha norte-americana, como uma ferramenta de investigação e análise dos fatores humanos nos acidentes de aviação. Com base no modelo de Reason (1990) de falhas latentes e ativas, o HFACS aborda o erro humano em todos os níveis do sistema, incluindo a condição da tripulação, os fatores organizacionais, entre outras categorias causais (WIEGMANN; SHAPPELL, 2003).

2.3 O SISTEMA DE ANÁLISE E CLASSIFICAÇÃO DE FATORES HUMANOS (HFACS)

The Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) descreve o erro humano em cada um dos quatro níveis: influências organizacionais; supervisão insegura; pré-condições para atos inseguros; e atos inseguros dos operadores. Conforme a Figura 1.

Figura 1 - A estrutura HFACS



Fonte: A estrutura HFACS – Adaptado de Wiegmann e Shappell, 2003.

Dentro de cada nível da estrutura HFACS são identificadas as falhas ativas e latentes que podem ocorrer, estabelecidas como categorias causais. Teoricamente, ao menos uma falha irá ocorrer em cada nível que levará a um evento emulador. Se, a qualquer instante anterior ao evento, a falha for corrigida, ele será evitado (WIEGMANN; SHAPPEL, 2017). Ao usar a estrutura HFACS para investigação de acidentes, as organizações conseguem identificar em todo o sistema as falhas que permitiram a sua ocorrência. O HFACS também pode ser usado proativamente, analisando eventos históricos para identificar tendências recorrentes no desempenho humano e deficiências do sistema, permitindo às organizações identificarem as áreas que necessitam de intervenções

direcionadas, baseadas em dados, que irão reduzir as taxas de acidentes (WIEGMANN; SHAPPEL, 2003).

2.3 CORPORATE RESOURCE MANAGEMENT (CRM)

Segundo Helmreich *et al.*, (2001) a tarefa primordial dos tripulantes é operar a aeronave de forma segura com gerenciamento bem-sucedido de risco ou ameaça. O CRM é definido como o uso eficaz de todos os recursos humanos, de hardware e de informações disponíveis aos pilotos para garantir a segurança e eficiência das operações de voo, além de ser um treinamento de gerenciamento de recursos de equipe (BRASIL, 2005). Quando um risco é reconhecido, as tripulações podem empregar comportamentos de CRM avaliando as implicações da ameaça e o uso habilidades de tomada de decisão que determinam o curso de ação. Tal reconhecimento está diretamente associado à consciência da situação para uma resposta proativa, observada pelas avaliações e fatores contextuais de planejamento (HELMREICH *et al.*, 2001).

2.5 O MODELO SHELL

O Modelo SHELL auxilia a compreender a relação entre o homem e os outros elementos do sistema da aviação. Esse modelo relaciona o fato de o ser humano estar no centro de toda essa relação e o importante papel que desempenha, podendo contribuir ou inibir o acidente, sendo também aplicável às investigações de acidentes. Seu nome deriva das letras iniciais dos seus componentes: **S**oftware (procedimentos, simbologia etc.), **H**ardware (equipamento), **E**nvironment (ambiente de trabalho/organizacional), **L**iveware (elemento humano). De acordo com Kiss (2005), como elemento central, o elemento humano (*liveware*) realiza quatro principais tipos de interação:

- *liveware-software*: o elemento humano e o suporte lógico, incluindo normas, manuais, procedimentos, cartas aeronáuticas, etc;
- *liveware-hardware*: o elemento humano e as máquinas, incluindo todos

os equipamentos e seus aspectos ergonômicos;

- *liveware-environment*: o elemento humano e o meio ambiente, incluindo fatores internos e externos ao local de trabalho; e
- *liveware-liveware*: o elemento humano e outros seres humanos, incluindo toda a equipe.

O Modelo SHELL pode ser usado para identificar áreas problemáticas e rastrear a origem de problemas específicos, como por exemplo nas especificações do espaço de trabalho e suas implicações diretas nas concepções das tarefas, no desempenho e nas funções relacionadas à dinâmica da equipe (EBERMANN; JORDAN, 2013).

2.6 FATORES HUMANOS IDENTIFICADOS NA GESTÃO DO CONHECIMENTO NO CONTEXTO DO COMPARTILHAMENTO DO CONHECIMENTO NO SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO

Para Weijis-Perrée *et al.*, (2020) o compartilhamento do conhecimento apresenta a informação e o seu significado para facilitar a tomada de decisão sob condições de incerteza, direcionadas aos objetivos na presença de opções, se diversas culturas e diferenças comportamentais forem abordadas pela gestão do conhecimento (OLUSEGUN; KASSIM, 2021).

De acordo com Al Saififi *et al.*, (2016) a diversidade de comportamento e cultura é vista como um fator impeditivo para o compartilhamento do conhecimento. Para Olusegun e Kassim (2021) as diferenças culturais e comportamentais têm efeitos atenuantes no compartilhamento do conhecimento, pelos quais o fator humano, no contexto da gestão do conhecimento, causa retenção do conhecimento e impacto negativo nos ativos do conhecimento.

Segundo Holsapple (1995) a Gestão do Conhecimento no aspecto de compartilhamento do conhecimento é uma nova experiência para superar problemas. A questão chave está na capacidade de gerar conhecimento com dados, informações e experiências de quem os possui e transformá-los em conhecimento para aumentar a capacidade nas tomadas de decisão (PAPRIKA, 2001).

Basicamente três fase identificam uma abordagem do conhecimento compartilhado: a identificação, o desenvolvimento e a seleção. Estas confirmam que a tomada de decisão é um processo de absorção do conhecimento e comprometimento com a aprendizagem. Uma típica tomada de decisão é mediada por meio de ações direcionadas pela familiarização do problema, definição de critérios e construção e avaliação das opções para que se atinja o objetivo (HOLSAPPLE, 1995). A Figura 2 ilustra os processos que envolvem a tomada de decisão com o suporte da Gestão do Conhecimento.

Figura 2 - Processos de tomada de decisão

Contexto cultural			
Metas e valores	Percepções e crenças	Conhecimento coletivo	Estrutura institucional
Previsão		Monitoramento	Avaliação
Diagnóstico do problema			
Modos de tomada de decisão			
Ações de emergência		Conflitos de gestão	Aprendizado colaborativo
Ações de decisão			
Familiarização	Configuração de critérios	Construção de opção	Avaliação de opção
Decisão			

Fonte: Autores, 2023.

A percepção dos contextos culturais relacionados a questões de um determinado problema são produtos de construções sociais. Ocorrem por meio do que se conhece ou se acredita como realidade tais como metas, valores, percepções, crenças, conhecimento coletivo e estruturas institucionais que geram nossos comportamentos (HOLSAPPLE, 1995).

As metas e valores referem-se a preferências por estados ou coisas que impulsionam as tomadas de decisão. As percepções e crenças descrevem as

concepções das pessoas em seu contexto cultural. O conhecimento coletivo inclui tanto o conhecimento científico quanto o comum, sendo duas vertentes com estruturas diferentes, e o desafio é representar os dois conhecimentos na mesma base de conhecimento (HOLSAPPLE, 1995).

Nas estruturas institucionais são requeridos padrões de comportamento reforçados nas leis e políticas que ajudam a moldar o contexto da decisão com expectativas de incorporação na base de conhecimento. Tanto no planejamento como na avaliação, os modos de decisão podem ser implementados com base nos resultados do processo que compreende quatro subcomponentes: previsão, monitoramento, avaliação e diagnóstico (PAPRIKA, 2001). A previsão envolve avaliar as possíveis oportunidades e ameaças características dos cenários e suas tendências. O monitoramento tem como objetivo coletar dados e informações para acompanhar e alertar as situações existentes e emergentes. A avaliação ajuda os tomadores de decisão a aprenderem com as experiências das decisões passadas relacionadas aos objetivos. O compartilhamento de experiências é um tópico ativo da gestão do conhecimento. O objetivo do diagnóstico é usar informações para identificar estados de comportamento que requerem tomada de decisão. (HOLSAPPLE, 1995).

Diferentes critérios de tomada de decisão se aplicam a diferentes requisitos e desafios na gestão do conhecimento, podendo atuar de forma combinada e simultânea nas ações de emergência, nos conflitos de gestão e no aprendizado colaborativo. Ações de emergência requerem decisões rápidas e conhecimento sobre a situação de crise. O conhecimento da situação pode estar incompleto, dessa forma procedimentos e julgamentos predeterminados são usados. Esses são trazidos de uma base de conhecimento, muitas vezes no formato de documentos que descrevem os procedimentos a serem seguidos e os principais parâmetros a serem controlados. Para Holsapple (1995) a gestão de conflitos começa com os atores imersos no problema, sendo eles uma fonte de conflito. O conhecimento é apresentado por meio de suas preferências ou estados das coisas que impulsionam a tomada de decisões. Para Cohen (1990) há aprendizagem colaborativa quando os vários atores trabalham juntos na tomada

de decisão, sendo este um processo interativo de coleta e distribuição de informações que ajudam a reestruturar o conhecimento sobre um assunto.

É preciso identificar o problema para o exercício da tomada de decisão. Essa fase concentra-se em fazer com que todos os atores envolvidos no processo estejam familiarizados com o assunto em questão e coloquem à disposição os seus conhecimentos. Aqueles de origens, culturas, conhecimentos e perspectivas diferentes têm que desenvolver formas apropriadas de representar e de comunicar o conhecimento por uma linguagem que seja comum (HOLSAPPLE, 1995).

A definição de metas e critérios envolve especificações para julgar a razoabilidade das opções de decisão, que devem estar em estreita conexão. Suas estratégias têm uma profunda influência sobre o conhecimento, habilidades e competências essenciais. A fase de construção envolve a identificação das opções de decisão, que podem já estar construídas por outros. A avaliação envolve o uso de métodos analíticos para avaliar quão bem cada opção satisfaz seus critérios. Nos problemas conhecidos a experiência pode substituir a análise. Uma base de conhecimento contém dados, informações, métodos e técnicas para auxiliar a avaliação das opções (HOLSAPPLE, 1995).

3 MÉTODOLOGIA

A metodologia utilizada nesse artigo foi uma revisão de literatura de cunho qualitativo. A pesquisa qualitativa como percurso metodológico é entendida como um instrumento de compreensão detalhada e abordagem profunda dos fatos investigados. Conforme Minayo (2009 *apud* Junior *et al.*, 2021, p. 37) “[...] trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes [...]”. Segundo Kripka, Scheller e Bonotto (2015) as pesquisas de cunho qualitativo se caracterizam por meio da compreensão de fenômenos que ocorrem nos ambientes naturais em que fazem parte. De acordo com os objetivos a serem atingidos, as informações e os dados coletados são obtidos de formas variadas.

3.1 PERCURSO METODOLÓGICO, COLETA E TRATAMENTO DE DADOS

Iniciamos com a utilização do *software* Vosviewer (versão 1.6.8) para visualização de redes de dados bibliométricos, com o tema de pesquisa “*Air transportation*”, “*Humanfactors*”, “*Knowledge Management*”, “*CrewResource Management*”, “*Decision Making*”. Com os resultados obtidos, foi gerado um mapa mental com as palavras-chave encontradas e o relacionamento entre elas. Em um segundo momento, para identificação dos artigos com a temática proposta, foram feitas buscas nas seguintes bases de dados: ANAC, *Google Scholar*, ICAO, IEEE *Xplorer*, *Journal of Aviation Technology and Engineering*, *Science Direct*, *Scielo*, *Scopus*, *Web of Science* e *World Cat*, por meio de operadores booleanos.

As pesquisas foram feitas em inglês e português, entre setembro de 2021 e setembro de 2022. A pesquisa inicial retornou 201 publicações nas áreas das Ciências Sociais, Engenharia, Gestão e TI. No segundo estágio foram excluídos os trabalhos de acesso restrito, os trabalhos duplicados e aqueles em que o tema abordado não se referia diretamente ao tema principal, totalizando 78 artigos selecionados. No terceiro estágio da pesquisa, foram lidos os resumos dos 78 artigos e, de acordo com a relevância, qualidade do estudo e abordagem ao tema da pesquisa, foram selecionados 47. Após a realização da leitura na íntegra de todos os trabalhos para confirmação da elegibilidade e inclusão no estudo, foram finalmente elencados 37 trabalhos.

Quanto aos meios de coleta de dados desse estudo, foram utilizadas as análises documental e bibliográfica, a fim de se alcançar os objetivos de pesquisa. O tratamento dos dados foi realizado por meio da análise de conteúdo que segundo Bardin (2011) é um conjunto de técnicas de análise que se objetiva a superar incertezas e busca evidenciar propósitos e significados, eliminando a possibilidade de uma visão pessoal ou generalizada e, ao mesmo tempo, trazendo a pertinência pela descoberta de conteúdos e estruturas que confirmam ou não o que se pretende demonstrar. As categorias de análise foram definidas com o objetivo de servirem de base na coleta e no tratamento dos dados para a análise

de conteúdo. Sua definição corrobora com os objetivos a serem alcançados em consonância com as teorias de suporte tratadas no referencial teórico da pesquisa. A Quadro 1 mostra as categorias, subcategorias e seus principais autores.

Quadro 1- Categorias, subcategorias e principais autores

Categorias	Subcategorias	Autores
CRM (Fatores Humanos Identificados na Gestão do Conhecimento no Contexto do Compartilhamento do Conhecimento no Suporte à Tomada de Decisão)	Aplicação de procedimentos	Endsley (1999) Holsapple (1995) Jouanneaux (1999)
	Compartilhamento do conhecimento	Majander (2021) Terra (2005) Wiegmann e Shappell (2001)
	Processos organizacionais	
	Comunicação	Wiegmann e Shappell (2003)
	Conscientização e gerenciamento da situação	DE Wit; Cruz (2019) Jouanneaux (1999) Reason (1990)
	Gerenciamento da automação e carga de trabalho	Et D'analyses (2012) Dhavala (2013) Dumitru e Boscoianu (2015) Kiss (2005)
	Liderança nas decisões e comportamentos	Alvarenga Neto (2005) Et D'analyses (2012) Reason (1990) Wiegmann e Shappell (2003)
Resolução de problemas e tomada de decisão	Nonaka (1991) Wiegmann e Shappell (2001)	

Fonte: Autores, 2023.

3.2 ANÁLISE DE CONTEÚDO

O processo de análise de conteúdo foi compreendido por três fases. Na fase inicial pela leitura e definição de categorias, recorte dos temas mais frequentes e análise temática e registro de dados. Na fase seguinte foi feito a classificação e codificação. E na última a interpretação dos dados. Foi utilizado o *software MAXQDAPlus* (v.22.5.0, 2022) como ferramenta para otimizar o papel do pesquisador. O *software* possui uma interface de análise de diversos tipos de dados que possibilita a criação de índices e codificação de unidades de registros,

explorando todo o *corpus* da pesquisa e garantindo o cumprimento de seu objetivo.

4 DISCUSSÃO

A capacidade dos membros da tripulação do AF447 na aplicação dos recursos disponíveis foi determinada pelo reconhecimento do que acontecia ao seu redor, ou seja, pela sua consciência situacional. Fazia-se coerente o uso de suas habilidades, conhecimentos e experiência na aplicação destes recursos. A interação com a automação do *cockpit* restringiu o repertório de comportamentos esperado dos pilotos, que se viram em uma situação que não podiam compreender. Várias áreas problemáticas específicas foram identificadas incluindo gerenciamento da carga de trabalho e delegação de tarefas, liderança, além da comunicação entre os membros da tripulação e o compartilhamento de seus conhecimentos, cuja ausência gerou os eventos desencadeadores evidenciados por falhas nas defesas organizacionais, tratadas por Reason (1990).

O compartilhamento do conhecimento segundo Nonaka (1991) é a base para reconhecer situações que requerem decisões. Por meio da avaliação do tipo e do grau de ameaça pode-se determinar quais informações são relevantes para a decisão sobre o curso de ação apropriado. O conhecimento, quando compartilhado entre os membros da equipe, amplia os recursos cognitivos e auxilia a superar possíveis limitações de um único tomador de decisão.

Os pilotos do AF447 mostraram suas falhas na tomada de decisões porque careciam de conhecimento profundo e bem integrado. Isso foi manifestado por uma avaliação inadequada da situação. Eles enfrentavam condições climáticas deterioradas em que os mais experientes fariam o desvio da rota para a direita, sugerindo consciência inadequada da situação decorrente da falta de conhecimento ou de diferentes padrões de avaliação de riscos. De acordo com Kanki, Helmreich e Anca (2010) o desenvolvimento de um conhecimento profundo que sirva de base para a tomada de decisões é promovido com o auxílio de um

considerável banco de experiências, a partir de diversos cenários, revendo experiências anteriores para obter novos critérios de avaliação.

Para Majander (2021) a tomada de decisão requer conhecimento especializado em sistemas complexos. Os processos são baseados em heurísticas que compõe o conhecimento tácito dos mais experientes. Dessa forma, seria importante dispor de informações de apoio bem-organizadas e de conhecimento disponível para poder tomar decisões precisas e gerenciar as operações de forma eficiente e segura. Isso exige um sistema de gerenciamento de conhecimento funcional que garanta o tipo certo de conhecimento adquirido, armazenado, atualizado e compartilhado. A gestão do conhecimento e o suporte ao conhecimento incompletos, causaram confusão, frustração, inconsistência e flutuações na performance dos tripulantes.

A falha da tripulação do AF447 ao fazer o desvio correto em torno da tempestade não violou quaisquer limites, mas aumentou a probabilidade da tripulação enfrentar condições difíceis e desafiadoras, ou seja, os limites de suas capacidades foram mais propensos a serem testados. Várias condições combinadas comprometeram a capacidade da tripulação de lidar com a situação que estava por vir. O membro menos experiente da tripulação, já preocupado com as condições meteorológicas à frente, foi designado pelo comandante como seu substituto criando ambiguidade na estrutura de autoridade da cabine de comando. A decisão do comandante em sair da cabine para seu período de descanso, logo no momento mais crítico do voo, demonstrou falta de liderança. Sem perceber, a tripulação sofreu uma diminuição significativa da capacidade e ao mesmo tempo aumentou o risco de carga de trabalho, diminuindo sua margem de segurança e aproximando-se de seu limite funcional (ET D'ANALYSES, 2012).

Houve uma evidente falta de supervisão e de liderança que conduziu a má interpretação e comunicação, falta de assertividade, falta de trabalho em equipe e falha em conduzir um *briefing* adequado pelo comandante. A *Power distance* (distância de poder), considerada como elemento importante nas questões dos fatores humanos, foi refletida pelos copilotos, quando não comunicaram ao comandante suas apreensões em lidar com aquela situação. A cultura francesa,

conforme descrita por Holsapple (1995) e Dhavala (2013) é alta na distância de poder.

Segundo Alvarenga Neto (2005), na gestão do conhecimento as práticas de liderança são vistas como estratégias eficazes de compartilhamento do conhecimento no modelo *top down*, como fatores críticos de sucesso e elementos do contexto capacitante em culturas definidas pela diversidade. Como no caso da formação das tripulações, pois a aviação é um ambiente multicultural.

As informações e a experiência que os tripulantes possuíam, de acordo com o relatório final do acidente (Et D'analyses, 2012), não se tornaram requisitos para a tomada de decisão, como por exemplo, nas ações de emergência, as quais, requerem decisões rápidas no que concerne a situação de crise. O conhecimento da situação deve ser obtido rapidamente e pode estar incompleto, sendo comum que procedimentos e julgamentos predeterminados sejam usados. Esses procedimentos e julgamentos podem se originar de uma base de conhecimento que, muitas vezes, corresponde a uma documentação que descreve a informação dos procedimentos e os principais parâmetros que devem ser controlados.

Segundo Endsley (1999) os preconceitos ou expectativas de alguém sobre a informação podem afetar a velocidade e a precisão da percepção desta, pois a experiência repetida em um ambiente permite que os atores desenvolvam expectativas sobre eventos futuros que os predispõem a perceber as informações. Eles processarão as informações mais rapidamente se estiverem de acordo com essas expectativas e estarão mais propensos a cometer um erro se não estiverem.

Isto ficou claramente demonstrado na comparação das consequências negativas de interrupções intencionais e não intencionais dos procedimentos de voo da tripulação do AF447. No caso de desvios de atenção intencionais, supõe-se que a atenção, provavelmente, foi direcionada para outros fatores que os pilotos erroneamente consideraram mais importantes, porque seu nível de consciência situacional não era o ideal. Isso leva a um ponto relevante. Para saber quais informações priorizar e quais ignorar temporariamente, os pilotos devem ter, em algum nível, o entendimento do cenário.

De acordo com Terra (2005) a gestão do conhecimento é reconhecida e se destaca nos processos de criação, compartilhamento e uso de conhecimentos individuais e coletivos, e suas manifestações agregam valor nas ações e decisões nos processos em que estão inseridos. Uma série de implicações nas estratégias organizacionais foram identificadas por meio das capacidades ou distúrbios que se sucederam na operação do voo. As limitações ou capacidades de uma forma ou de outra foram sustentadas pelos processos organizacionais induzidos pelo gerenciamento e mecanismos de previsão e controle dos riscos, pelo processamento das informações e pelo nível de conhecimento dos atores envolvidos.

A capacidade organizacional da *Air France* foi provada em seus limites originados nas percepções de seus membros em relação às suas políticas e tecnologias adotadas em seus ambientes. Alguns desses fatores limitantes, conjuntamente, restringiram ou aumentaram suas capacidades de mitigação dos riscos e ameaças mediante correto uso do CRM. Os limites cognitivos foram significativos quando restringiram as habilidades dos atores em reconhecer, interpretar e responder adequadamente aos eventos. Conceitualmente, dentro dos fatores humanos, os limites cognitivos encontram-se fixados nas restrições da capacidade dos seres humanos em prestar atenção a múltiplos elementos simultaneamente durante o processamento e compartilhamento de informações, sendo definitivos nas tomadas de decisão. Tais limites restringiram o comportamento e a capacidade cognitiva dos pilotos em diagnosticar as mudanças na automação da aeronave e responder às contingências, pois como operadores de linha de frente, foi delegada a eles a responsabilidade de seguir os protocolos que não seguiram, o que se caracteriza como um descuido organizacional.

Mesmo as organizações altamente confiáveis, aquelas para as quais segurança e confiabilidade são cruciais, não estão imunes a desastres e a períodos prolongados de operação segura. Como um paradoxo dos sistemas seguros em condições normais, alguns sistemas se tornam vulneráveis sob condições incomuns. Aplicando o conceito do HFACS no que diz respeito às

influências e limites organizacionais, observa-se que uma violação de limite inicial, relativamente menor, desencadeou uma série de violações de limites tecnológicos que culminaram na perda de controle da aeronave. Priorizando a automação do *cockpit* que deveria proporcionar um sistema seguro e previsível, restrições de cognição inibiram a capacidade dos tripulantes no enfrentamento da emergência. Nesse contexto, Dumitru e Boscoianu (2015) abordam o modelo SHELL, inserindo o indivíduo como parte central do sistema, sendo este o componente mais flexível e imprevisível, portanto o mais crítico, sujeito a variações de seu desempenho tendo em vista suas limitações físicas, cognitivas e emocionais, oriundas dos fatores humanos.

O objetivo do CRM é desenvolver capacidades eficazes de verificação cruzada e suporte entre os membros da tripulação. As tripulações são avaliadas por meio de quatro indicadores comportamentais: capacidade de cooperação, gestão e liderança, consciência situacional e tomada de decisão. Faltou à tripulação do AF447 a capacidade de cooperar e trabalhar em equipe. As competências e conhecimentos da equipe são definidos por princípios e conceitos que fundamentam o desempenho da tarefa. De modo geral, as competências denotam que, para funcionar de forma eficaz, os membros da equipe devem saber quais habilidades e comportamento são necessários. Além disso, seus membros devem conhecer a missão, os objetivos, seus papéis e responsabilidades. Esse conhecimento permite a estruturação de estratégias apropriadas para interação e coordenação entre si, permitindo um desempenho bem-sucedido.

Os pilotos do AF447 não compreenderam o problema e cometeram uma série de erros que levaram à queda da aeronave. Isso supõe indisponibilidade cognitiva e ausência de compreensão do contexto, principalmente do conhecimento sobre os modos de proteção do avião e sobre a física do voo. O conhecimento tem um papel fundamental no reconhecimento e controle de situações de risco ou de forte carga de trabalho. A construção de uma resposta a partir de conhecimentos prévios supõe, no momento real em que o evento ocorre, uma incorporação da anomalia à representação mental da situação, que pode

passar por uma construção ou reconstrução das representações anteriormente atribuídas.

De acordo com Jouanneaux (1999) a percepção correta da situação por uma equipe, que pode melhorar a confiabilidade e a rapidez do diagnóstico e da decisão, é ligada não somente à maneira na qual esta situação é apresentada a esta equipe, mas também ao uso e reuso de seus conhecimentos. Um sistema de gestão baseado no uso e reuso do conhecimento em situações passadas, que geraram acidentes ou incidentes, torna-se eficaz por oferecer condições de antecipar as situações de risco. Segundo Reason (1990) a segurança cotidiana, em ação, é um componente fundamental da segurança sistêmica e, para desenvolvê-la, é necessário conhecer as representações dos trabalhadores não somente sobre as situações de riscos passadas, como também sobre as situações cotidianas de trabalho.

Para Helmreiche e Foushee (2019), o estudo do comportamento constitui a base conceitual para o modelo de fatores humanos determinantes nas interações e desempenho das tripulações de voo. O modelo define três componentes principais do comportamento do grupo: fatores de entrada, que incluem características de indivíduos, grupos, organizações e ambiente operacional; fatores do processo grupal, que incluem a natureza e a qualidade das interações entre os membros do grupo; e fatores de resultado, que incluem resultados primários, como segurança e eficiência das operações, e resultados secundários, como satisfação dos membros, motivação e atitudes. A suposição subjacente do modelo concerne que os fatores de entrada fornecem a estrutura que determina a natureza dos processos de grupo que levam, por sua vez, aos vários resultados.

As investigações do acidente do AF447 indicaram que o erro humano foi um fator contribuinte, revelado no evento pelas características comuns do trabalho das tripulações compostas, tais como: tomada de decisão em grupo ruins, comunicação ineficaz, liderança inadequada e gerenciamento deficiente de tarefas, assim como a falta de compartilhamento do conhecimento. Foram também encontrados erros baseados nas habilidades dos tripulantes e nas suas ações de execução por falhas de atenção ou distração, sobrecarga de tarefas,

priorização incorreta nos procedimentos, pilotagem deficiente e uso inadequado dos controles de voo, que para Wiegmann e Shappell (2003), ocorrem pela ausência de pensamento deliberado.

De acordo com a estrutura HFACS desenvolvida por Wiegmann e Shappell (2001), os erros e violações ocorridos nesse acidente, simbolizam as ações mentais e físicas não intencionais dos tripulantes que falharam em alcançar o resultado pretendido. Eles não tinham o conhecimento adequado do sistema e dos procedimentos para a solução do problema. Segundo Wiegmann e Shappell (2003) os erros de atenção acontecem quando a tripulação experimenta uma entrada sensorial degradada ou incomum. Em geral, quando as percepções diferem da realidade, ocorrerão erros. Os exemplos incluem: julgamento incorreto de distância/parâmetros, desorientação espacial e ilusão visual. A aeronave penetrava em uma camada de nuvens de tempestade com gelo e turbulência em condição de voo noturno, além da falta de treinamento adequado para os pilotos para esse tipo de emergência em grandes altitudes.

5 CONCLUSÃO E CONTRIBUIÇÃO

As tripulações devem ter conhecimento para interpretar os eventos observáveis e diagnosticar problemas. A identificação das questões sobre o nível de conhecimento e as limitações das tripulações como tópico central da causa dos acidentes e incidentes é uma conquista significativa no processo de compreensão da segurança nas operações de voo. Os pilotos precisam entender o próprio nível de conhecimento que lhes é necessário, em comparação com os padrões ou requisitos da tarefa. A aplicação de regras pressupõe não só o conhecimento, mas também o reconhecimento das condições de aplicabilidade e, portanto, a interpretação correta do problema. Dependendo da frequência de exposição da tripulação a um evento durante o treinamento ou nas operações, sua resposta pode ser automática, aplicando regras, ou desenvolvida com base no conhecimento profundo. Os fluxos de conhecimento podem ser denominados

como episódios de gestão do conhecimento, os quais incluem tomar uma decisão para resolver um problema realizando uma análise de cenário.

A aviação é um ambiente multicultural, portanto, uma cultura de compartilhamento do conhecimento pode promover o encontro dos indivíduos para o compartilhamento de suas emoções, sentimentos, experiências e modelos mentais, eliminando as barreiras culturais onde as habilidades são analisadas e convertidas em termos de conceitos comuns, como por exemplo, o processo de externalização do conhecimento, que pode ser considerado uma boa ferramenta de captação de conhecimento, sendo incentivado, para que as pessoas saibam que tipo de partilha se espera delas, com quem e como devem compartilhar. Isso torna o fluxo de conhecimento mais sistemático, além de auxiliar a transformação do imenso volume de conhecimento tácito em explícito tornando possível sua captura e armazenamento para uso posterior.

Além de definir os processos, a cultura de compartilhamento do conhecimento também pode ser melhorada, tornando o conceito de gestão do conhecimento mais visível, enfatizando sua importância. As organizações devem destacar a importância da contribuição pessoal de cada um e mostrar mais interesse pelas reservas de conhecimento que seus colaboradores possuem. O compartilhamento do conhecimento deve ser incentivado e reconhecido, e os gestores devem assumir um papel mais ativo, tanto pelo bom exemplo, quanto pelo *feedback* positivo e reconhecimento em relação ao compartilhamento ativo do conhecimento.

Essa pesquisa contribui na geração de métodos de planejamento e gestão com os estudos de conhecimentos dos fatores humanos aplicados no CRM, na medida em que pode vir a orientar as tripulações em situações que envolvem riscos de acidentes aéreos. Ao mesmo tempo inova ao trazer ferramentas metodológicas para desvendar fatos muitas vezes não tratados em manuais de segurança aérea. O estudo contribui ainda teoricamente na aquisição de conhecimentos que podem ser utilizados no entendimento de novas concepções na mitigação de riscos da aviação.

REFERÊNCIAS

ADENIRAN, A; OLORUNFEMI, Oluwaseyi. The essence of knowledge management in the air transportation sector. **International Journal of Human Computer Interaction** n. 5. p. 175-186, fev. 2020.

AL SAIFI, Said Abdullah; DILLON, Stuart; MCQUEEN, Robert. The relationship between face-to-face social networks and knowledge sharing: an exploratory study of manufacturing firms. **Journal of knowledge management**, v. 20, n. 2, p. 308-326, 2016.

ALVARENGA NETO, Rivadávia Correa Drummond. **Gestão do conhecimento em organizações: proposta de mapeamento conceitual integrativo**. 2005.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70. (2011).

BECKMAN, T. **The current state of knowledge management**. In J. Liebowitz. **Knowledge management handbook**. New York: CRC Press, 1999, p. 1-1.

BRASIL. **Manual de Fatores Humanos no Gerenciamento da Segurança Operacional no SISCEAB**: MCA 63-15, Rio de Janeiro, RJ, 2012.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Manual de Treinamento em Gerenciamento de Recursos de Equipes** (Corporate Resource Management – CRM). IAC 060 1002A, Rio de Janeiro, 2005.

COHEN, W. M. *et al.* Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. **Administrative Science Quarterly**, v. 35, n. 1, p. 128-152, 1990.

DHAVALA, L. **Report on Air France Flight 447 Accident**. 2013.

DE WIT, P A.; CRUZ, R. M. Learning from AF447: Human-machine interaction. **Safety Science**, v. 112, p. 48-56, 2019.

DUMITRU, I. M.; BOȘCOIANU, M. Human factors contribution to aviation safety. In: **International Scientific Committee**. Brasov, 28-30 May 2015. p. 49, 2015.

EBERMANN, H; JORDAN, P. Accident Prevention. In: **Human Factors on the Flight Deck.**, Berlin, Heidelberg: Springer. 2013. p. 1-36.

ENDSLEY, M. R. *et al.* **Situation awareness in aviation systems**. Handbook of aviation human factors, v. 257, p. 276, 1999.

ET D'ANALYSES, Bureau d'Enquêtes et al. **Final report on the accident on 1st June 2009 to the Airbus A330-203 registered F-GZCP operated by Air France flight AF 447 Rio de Janeiro–Paris**. Paris: ET D'ANALYSES, 2012.

GHEORGHIOIU, N. **Knowledge risk management in aviation**. Proceedings of the International Conference on Business Excellence, 14 ed. Sciendo, 2020 p. 657-663.

HAWKINS, F.H. **Human Factors in Flight**. 2 ed. London: Routledge, 1987.

HELMREICH, R. L. et al. Culture, error, and crew resource management. Improving teamwork in organizations: **Applications of resource management training**, v. 305331, 2001.

HELMREICH, R. L.; FOUSHEE, H. Clayton. Why CRM? Empirical and Theoretical Bases of Human Factors Training. In: **Crew Resource Management**. Academic Press, 2019. p. 3-52.

HOLSAPPLE, C. W. Knowledge management in decision making and decision support. **Knowledge and Policy**, v. 8, n. 1, p. 5-22, 1995.

ICAO - International Civil Aviation Organization: **DOC. 9806-Human Factors Guidelines for Safety Audits Manual**. 2002.

ICAO - International Civil Aviation Organization: **Paper A38-WP/85 on Consolidated Aviation Safety Knowledge Management: An Enabler of Improved Operational Safety for the 38th ICAO Assembly in September/October 2013**, Montréal, Quebec, Canada. 2013.

JOUANNEAUX, Michel. **Le pilote est toujours de vant: reconnaissance de l'activite du pilote de ligne**. Octarès Editions, 1999.

JUNIOR, E. B. L. *et al.* Análise documental como percurso metodológico na pesquisa qualitativa. **Cadernos da FUCAMP**, v. 20, n. 44, 2021. p. 36-51.

KANKI, B.; HELMREICH, R.; ANCA, J. **Crew Resource Management**. 2 ed. London: Elsevier. 2010.

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

KRIPKA, R. M. L.; SCHELLER, M.; BONOTTO, D.L. Pesquisa documental na pesquisa qualitativa: conceitos e caracterização. **Revista de investigaciones UNAD**, v. 14, n. 2, p. 55-73, 2015.

MAJANDER, M. **Developing Knowledge Management and Knowledge Support at an Airline Operations Control Centre.** 2021.

MOHRMANN, F.; STOOP, J. **Airmanship 2.0: Innovating aviation human factors forensics to necessarily proactive role.** In: International Society of Aviation Safety Investigators (ISASI). Annual Seminar. 2019.

NONAKA, I. The Knowledge-Creating Company. **Harvard business review**, 1991.

OLUSEGUN, O. J; KASSIM, A. M. **Turkish Journal of Computer and Mathematics Education;** Trabzon Vol. 12, Ed. 3. (2021).

PAPRIKA, Z. Z. **Knowledge management support in decision making.** Budapest University of Economic Sciences and Public Administration, 2001.

REASON, J. **Human Error.** 1 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

TERRA, J. C. C. **Gestão do conhecimento: o grande desafio empresarial.** 2005.

TSANG, P. S.; VIDULICH, M. A.; FLACH, J. M. **Advances in Aviation Psychology.** Ashgate Publishing Group, 2014.

WEIJS-PERRÉE, Minou; APPEL-MEULENBROEK, Rianne; ARENTZE, Theo. Analysing knowledge sharing behaviour in business centres: a mixed multinomial logit model. **Knowledge Management Research & Practice**, v. 18, n. 3, p. 323-335, 2020.

WIEGMANN A.; SHAPPELL S. A. **A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis.** The Human Factors and Classification System. 1. ed. London: Ashgate, 2003.

WIEGMANN, D. A.; SHAPPELL, S. A. **Applying the human factors analysis and classification system (HFACS) to the analysis of commercial aviation accident data.** Presented at the 11 th International Symposium on Aviation Psychology. Columbus OH: The Ohio State Universit. 2001.