



**UNIVERSIDADE
FUMEC**

DE MINAS GERAIS PARA O MUNDO

UNIVERSIDADE FUMEC
PROGRAMA DE DOUTORADO E MESTRADO EM SISTEMAS DE
INFORMAÇÃO E GESTÃO DO CONHECIMENTO

JOSÉ ROBERTO DA SILVA

A GESTÃO DO CONHECIMENTO NA MITIGAÇÃO DE RISCOS NA
AVIAÇÃO: PERSPECTIVAS PARA O GERENCIAMENTO DE RECURSOS DA
TRIPULAÇÃO (CRM)

Belo Horizonte
2023

JOSÉ ROBERTO DA SILVA

A GESTÃO DO CONHECIMENTO NA MITIGAÇÃO DE RISCOS NA
AVIAÇÃO: PERSPECTIVAS PARA O GERENCIAMENTO DE RECURSOS DA
TRIPULAÇÃO (CRM)

Dissertação apresentada ao Programa de Doutorado e Mestrado em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento da Universidade FUMEC, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Sistemas da Informação e Gestão do Conhecimento.

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Informação e do Conhecimento

Linha de Pesquisa: Gestão da Informação e do Conhecimento

Orientador: Prof. Dr. Daniel Jardim Pardini

Belo Horizonte
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586g Silva, José Roberto da, 1965-

A gestão do conhecimento na mitigação de riscos na aviação: perspectivas para o gerenciamento de recursos da tripulação (CRM) / José Roberto da Silva. - Belo Horizonte, 2023.

161 f. : il.

Orientador: Daniel Jardim Pardini

Dissertação (Mestrado em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento), Universidade FUMEC, Faculdade de Ciências Empresariais, Belo Horizonte, 2023.

1. Gestão do conhecimento. 2. Aeronáutica comercial. 3. Acidentes aéreos - Fatores humanos. I. Título. II. Pardini, Daniel Jardim. III. Universidade FUMEC, Faculdade de Ciências Empresariais.

CDU: 65.01:001



**UNIVERSIDADE
FUMEC**

Dissertação intitulada **“A GESTÃO DO CONHECIMENTO NA MITIGAÇÃO DE RISCOS NA AVIAÇÃO: PERSPECTIVAS PARA O GERENCIAMENTO DE RECURSOS DA TRIPULAÇÃO (CRM)”** de autoria de José Roberto da Silva, aprovado pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Dr. Daniel Jardim Pardini – Universidade FUMEC
(Orientador)

Josiane da Costa
Vieira Rezende

Assinado de forma digital por
Josiane da Costa Vieira Rezende
Dados: 2023.06.19 21:35:35
-03'00'

Prof^a. Dr^a. Josiane da Costa Vieira Rezende – Universidade FUMEC
(Examinador Interno)

Documento assinado digitalmente



CARLOS ALBERTO GONCALVES
Data: 04/07/2023 19:53:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Carlos Alberto Gonsalves – Fundação João Pinheiro
(Examinador Externo)

Prof. Dr. Cid Gonçalves Filho
Coordenador do Programa de Doutorado e Mestrado em Administração da Universidade
FUMEC

Belo Horizonte, 26 de maio de 2023

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo deste percurso.

Ao meu filho Pedro, leitor crítico deste trabalho.

A minha companheira de todas as horas, Ana Paula, que muito me escutou e aconselhou nos momentos de dúvidas e ansiedade.

Ao Professor Daniel Jardim Pardini, incentivador deste trabalho.

Ao Professor Fernando Parreiras (*in memoriam*).

Aos docentes do programa e colegas de curso, pela troca de experiências e a todos os que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

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, desde a preparação de uma aeronave para um voo, até sua chegada ao destino. 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. 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. Além da cultura e processos organizacionais. Por meio da análise de conteúdo dentro de uma abordagem qualitativa das teorias e modelos de gerenciamento, conclui-se que a gestão do conhecimento identifica comportamentos de compartilhamento dos conhecimentos necessários neste ambiente multicultural. Este estudo contribui na geração de métodos de planejamento e gestão, pela aquisição de conhecimentos sobre os fatores humanos, na medida em que pode vir a orientar as tripulações no entendimento de novas concepções para mitigação dos riscos. Ao mesmo tempo, inova ao trazer ferramentas metodológicas, como a técnica do incidente crítico, para desvendar fatos muitas vezes não tratados em manuais de segurança aérea.

Palavras-chave: Aviação. Fatores Humanos. Gestão do Conhecimento. Gerenciamento dos recursos da tripulação.

ABSTRACT

The air transport sector in more developed countries has developed strategies based on knowledge management. Its importance demands attention, since the provision of these services coexists with risk, from the preparation of an aircraft for a flight, until its arrival at the destination. With the development of aviation, flight operations became more predictable, and the pilot's role became regulated and rigid in relation to sets of tasks. 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 human factors who influence decision-making. In addition to organizational culture and processes. Through content analysis within a qualitative approach of management theories and models, it concludes that knowledge management identifies behaviors of knowledge sharing in this multicultural environment. This study contributes to the generation of planning and management methods, through the acquisition of knowledge about human factors, as far as it can guide crews in understanding new concepts for risk mitigation. At the same time, it innovates by bringing methodological tools, such as the critical incident technique, to uncover facts often not addressed in aviation safety manuals.

Keywords: Aviation. Crew resource management. Human Factors. Knowledge management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	O Modelo Shell.....	34
Figura 2:	O Modelo Queijo Suíço.....	35
Figura 3:	A estrutura HFACS.....	37
Figura 4:	Definições HAFCS.....	38
Figura 5:	O modelo de gerenciamento de ameaças e erros da tripulação.....	41
Figura 6:	Influências positivas e negativas na cultura profissional dos tripulantes na segurança de voo.....	42
Figura 7:	Evolução do Crew Resource Management (CRM).....	47
Figura 8:	Dimensões de codificação do conhecimento.....	53
Figura 9:	A espiral do conhecimento.....	54
Figura 10:	Descrição, criticidade e etapas de conscientização do sistema PPA.....	65
Figura 11:	Análise da dimensão do conhecimento do sistema PPA.....	67
Figura 12:	Processos de tomada de decisão.....	75
Figura 13:	Percurso metodológico da pesquisa.....	82
Figura 14:	Esquematização da pesquisa: objetivos, coleta e análise de dados.....	84
Figura 15:	Categorias, subcategorias e principais autores.....	85
Figura 16:	Entrevistados.....	86
Figura 17:	Adaptação do Modelo Queijo Suíço de Reason.....	92
Figura 18:	Nível 4: influências organizacionais.....	99
Figura 19:	Nível 3: supervisão insegura.....	100
Figura 20:	Nível 2: condições para atos inseguros.....	101
Figura 21:	Nível 1: atos inseguros.....	102
Figura 22:	Trajectoria do voo US1549.....	104
Figura 23:	Linha do tempo do acidente.....	105

Figura 24:	Momento de evacuação do avião no Rio Hudson.....	106
Figura 25:	As influências organizacionais no caso do voo US1549.....	109
Figura 26:	A cultura organizacional praticada no evento.....	110
Figura 27:	Gerenciamento estratégico de ameaças e erros.....	141

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF447	Número do voo Air France Rio de Janeiro - Paris
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
AQP	Programa Avançado de Qualificação
CRM	Gerenciamento de Recursos da Tripulação
EUA	Estados Unidos da América
FAR	Regulamento Federal da Aviação
FMAQ	Flight Management Attitudes Questionnaire
FUMEC	Fundação Mineira de Educação e Cultura
GC	Gestão do Conhecimento
HFACS	Sistema de Análise e Classificação de Fatores Humanos
IATA	International Air Transport Association
ICAO	International Civil Aviation Organization
LOFT	Treinamento de Voo Orientado a Linha
MCA	Manual do Comando da Aeronáutica
NTSB	National Transportation Safety Board
PF	Pilot Flying (Piloto que está no controle do avião)
PNF	Pilot not Flying (Piloto que não está no controle do avião)
QRH	Quick Reference Handbook (Manual dos Procedimentos de Emergência)
RBAC	Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil
RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
SECI	Socialização, Externalização, Combinação, Internalização
SHELL	Software, Hardware, Environment, Liveware
US1549	Número do voo da US Airways New Yorque - Charlotte

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	Lacuna a ser Explorada.....	17
1.2	Problema de Pesquisa.....	18
1.3	Objetivos.....	19
1.3.1	Geral.....	19
1.3.2	Específicos.....	19
1.4	Justificativa.....	20
1.5	Contribuição da Pesquisa.....	21
1.6	Aderência ao Programa de Mestrado.....	21
1.7	Estrutura da Dissertação.....	22
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
2.1	A Gestão do Risco na Aviação.....	24
2.2	O Erro Humano.....	27
2.2.1	Riscos Associados a Fatores Humanos.....	29
2.3	O Modelo SHELL.....	33
2.4	O Modelo Queijo Suíço.....	35
2.5	O Sistema de Análise e Classificação de Fatores Humanos (HFACS).....	36
2.6	Crew Resource Management (CRM).....	40
2.6.1	Evolução Histórica.....	42
2.6.2	Treinamento em Crew Resource Management (CRM).....	48
2.7	A Técnica do Incidente Crítico.....	50
2.8	A Gestão do Conhecimento.....	50
2.8.1	A Espiral do Conhecimento.....	51
2.8.2	Ba: Contexto Compartilhado em Movimento para a Criação de	

	Conhecimento.....	56
2.8.3	Ativos do Conhecimento.....	56
2.8.4	Mapeamento de Ativos do Conhecimento.....	57
2.8.5	Bases do Conhecimento, Lições Aprendidas e Melhores Práticas.....	58
2.8.6	Cultura Organizacional: Compartilhamento e Barreiras.....	59
2.9	Práticas de Gestão do Conhecimento na Aviação.....	60
2.9.1	O Desempenho Profissional dos Pilotos e a Dimensão do Conhecimento.....	62
2.9.2	Tripulação e Adequação do Conhecimento.....	68
2.9.3	Frequência de Uso do Conhecimento.....	69
2.9.4	Existência de Interação Pessoal no Processo de Aprendizagem.....	70
2.9.5	Treinamento e Compatibilidade com a Política Organizacional.....	71
2.9.6	Existência de Capacidade de Aprendizagem Individual.....	72
2.10	Fatores Humanos Identificados na Gestão do Conhecimento no Contexto do Compartilhamento do Conhecimento no Suporte a Tomada de Decisão..	73
3	METODOLOGIA.....	81
3.1	Caracterização da Pesquisa.....	81
3.1.1	Percurso Metodológico.....	81
3.2	Sobre os Relatórios dos Acidentes.....	82
3.3	Coleta de Dados.....	83
3.4	Entrevistas.....	86
3.5	Tratamento dos Dados.....	87
3.6	Fases da Análise de Conteúdo.....	88
4	ANÁLISE DE DADOS.....	89
4.1	Caso 1: A Queda do Voo AF447 da Air France.....	89
4.1.2	Os Fatores Humanos no Contexto do Acidente.....	93

4.1.3	O Erro Humano no Contexto do Acidente.....	93
4.1.4	Nível 3: Supervisão Insegura.....	99
4.1.5	Nível 2: Precondições para Atos Inseguros.....	100
4.1.6	Nível 1: Atos Inseguros.....	101
4.2	Caso 2: O Pouso no Rio Hudson.....	103
4.2.1	Linha do Tempo do Acidente.....	104
4.2.2	A Decisão pelo Procedimento Correto.....	105
4.2.3	As influências Organizacionais do Modelo HFCAS no Contexto do Acidente.....	109
4.2.4	A Cultura Organizacional Praticada no Evento.....	110
4.2.5	Os Elementos Relacionados aos Fatores Humanos.....	111
5	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	113
5.1	Capacitadores e Práticas da Gestão do Conhecimento.....	117
5.1.2	Cultura Organizacional: Limites e Capacidades.....	117
5.1.3	Liderança.....	118
5.1.4	Uso e Reuso do Conhecimento.....	119
5.2	CRM e Principais Aspectos Relacionados aos Fatores Humanos.....	120
5.2.1	Comunicação.....	121
5.2.2	Erro Humano.....	122
5.2.3	Tomada de Decisão.....	123
5.2.4	Treinamento.....	125
5.3	Apresentação e Análise das Entrevistas.....	128
5.3.1	Entrevistado E1.....	128
5.3.2	Entrevistado E2.....	130
5.3.3	Entrevistado E3.....	132

5.3.4	Entrevistado E4.....	134
5.3.5	Entrevistado E5.....	136
5.3.6	Entrevistado E6.....	138
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	141
6.1	Limitações da Pesquisa.....	147
6.2	Sugestões para Estudos Futuros.....	148
	REFERÊNCIAS.....	149
	APÊNDICE A – Roteiro das Entrevistas.....	160

1 INTRODUÇÃO

Os fabricantes de aeronaves estão prevendo que, até 2030, haverá um acidente de aviação comercial a cada trimestre (International Civil Aviation Organization [ICAO], 2013). Para lidar com esse risco social é necessário consolidar uma abordagem de gestão da segurança, que forneça a compreensão da melhor forma de aperfeiçoar a segurança operacional (ICAO, 2013).

Entre as inúmeras máquinas utilizadas pelo homem, a aeronave está entre aquelas que mais tiveram desenvolvimento tecnológico e crescimento no seu emprego, neste século. Os fatores contribuintes para a ocorrência de acidentes e incidentes aeronáuticos dividem-se basicamente em três grupos distintos, porém interligados entre si: o operacional, o humano e o material (Santi, 2009).

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).

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. Por exemplo, 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 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).

Desta maneira, o conhecimento é utilizado pelas organizações em seus processos, produtos, regras e cultura. Uma definição epistemológica apresentada por Alavi e Leidner (2001), afirma que o conhecimento é a informação interpretada na mente dos indivíduos. Nonaka, Toyama e Konno (2000) corroboram essa afirmação propondo o conhecimento como processo humano dinâmico de crenças pessoais justificadas acerca da realidade.

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 (Gheorghioiu, 2020).

A gestão de risco sugere a necessidade de considerar a interação dos indivíduos, como parte de um coletivo organizacional (Massingham, 2010). Em vez de enquadrar a gestão de risco como um processo cognitivo individual, limitado pelo conhecimento do indivíduo, a gestão de risco argumenta que o risco deve ser discutido por especialistas no assunto, ampliando os limites do que já é conhecido (Massingham, 2010). A gestão de risco sustentada pelas teorias da gestão do conhecimento é um campo emergente que oferece uma solução para os problemas associados aos métodos convencionais de gestão de risco (Massingham, 2010).

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 (Edwards, 1985, como citado em Hawkins, 1987).

Normalmente, afirma-se que acidentes tendem a acontecer com maior frequência com pilotos mais experientes. Esse fenômeno é atribuído a processos de habituação aos riscos, negligência e/ou descaso com os procedimentos de rotina pelo excesso de confiança (Amalberti, 2001). No entanto, isso não é devido a ignorância, tampouco à habituação do erro pelo piloto, mas sim porque aumentar o desempenho, assumindo certos riscos, é um impulso arraigado a própria natureza humana e a do trabalho, pois não há aprendizagem ou desenvolvimento profissional isentos de riscos ou de erros (Amalberti *et al.*, 2018).

Embora o risco na aviação seja gerenciado por meio de tecnologias e de procedimentos de segurança, a principal causa de acidentes aéreos envolve fatores humanos (Gheorghioiu, 2020).

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). 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).

1.1 Lacuna a ser explorada

A gestão de risco fortalecida pelas teorias da gestão do conhecimento constitui uma lacuna no domínio da aviação no que diz respeito aos processos ligados à performance

operacional nas companhias aéreas. Dessa forma, uma investigação seria oportuna (Tubigi & Alshawi, 2015).

Dentro da estrutura do sistema de gerenciamento de segurança da aviação, a gestão do conhecimento no aspecto da segurança depende de processos de identificação de perigos; avaliação e mitigação de riscos, que são ainda oriundos de um conhecimento fragmentado, muitas vezes, restrito ao próprio provedor de serviços de aviação; e complementado por uma gestão de conhecimento global de segurança da aviação um tanto *ad hoc* (ICAO, 2013).

De acordo com Tubigi e Alshawi (2015) a literatura sobre gerenciamento de informações e de dados obtidos no fluxo de processos dentro dos sistemas de uma companhia aérea é escassa. Uma das causas dos acidentes aéreos está relacionada à deficiência das análises de dados obtidos a partir do desempenho do operador, que busque garantir a aeronavegabilidade ao mesmo tempo em que precisa aderir às várias normas regulatórias e políticas. Nesse quesito, uma das vantagens de se utilizar um sistema de gestão do conhecimento consiste em compartilhar informações e conhecimento nas diferentes hierarquias operacionais envolvendo várias partes interessadas. Neste sentido abordamos o problema de pesquisa.

1.2 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 (Majander, 2021).

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 no treinamento e nas operações das tripulações, relacionadas ao Crew Resource Management (CRM), este trabalho busca responder a seguinte questão de pesquisa: quais destes fatores, à luz da gestão do conhecimento contribuem para a mitigação do risco?

1.3 Objetivos

Os objetivos deste estudo são:

1.3.1 Geral

Identificar processos ligados à performance operacional , por meio da gestão do conhecimento, necessários para um piloto e sua tripulação conduzirem com segurança e eficiência uma aeronave, usando um gerenciamento de recursos da tripulação (CRM), e seus impactos na tomada de decisões.

1.3.2 Específicos

- a) Compreender quais processos da gestão do conhecimento podem ser usados no domínio da aviação como instrumento de mitigação de riscos relacionados aos fatores humanos nos processos de tomada de decisão no gerenciamento de recursos da tripulação (CRM).
- b) Apontar aspectos da gestão do conhecimento que viabilizem os processos de tomada de decisão no gerenciamento de recursos da tripulação (CRM).
- c) Sugerir iniciativas da gestão do conhecimento de apoio às tripulações para um compartilhamento da informação e do conhecimento mais efetivo que provoque um desempenho eficiente, consistente e de alta qualidade.

1.4 Justificativa

Este estudo se justifica por abordar uma temática social, acadêmica e organizacional contemporânea, relevante para a prática da aviação, que é a segurança aeronáutica, correlacionando-a a gestão do conhecimento, na perspectiva de aprendizado, permitindo a identificação de modelos mentais e sensibilizando a percepção de risco dos operadores. A ampliação desta percepção desenvolve ainda a criação de modelos de gerenciamento mais uniformes direcionados à redução do risco (Nohara, Acevedo & Vila, 2005).

Estudos elaborados por pesquisadores como o inglês James Reason, sobre a confiabilidade humana; o dinamarquês Jens Rasmussen, na área de segurança de sistemas e fatores humanos em risco; e o americano Robert L. Helmreich, na área da psicologia, por exemplo, indicam a necessidade de sistemas que apoiem a compreensão de um piloto acerca dos conceitos de risco, incluindo tolerância e percepção de risco, tomada de decisão, definição de metas e seleção de estratégias que aprimorem a segurança. (Wiegmann & Shappell, 2003).

O Crew Resource Management (CRM) é um dos elementos críticos de uma estratégia para minimizar risco e gerenciar o erro humano. Mais especificamente, o treinamento em CRM propicia melhor desempenho das habilidades da tripulação e contramedidas de prevenção, detecção e gerenciamento de erros, riscos e ameaças. Por exemplo, quando um risco esperado ou um risco inesperado é reconhecido, a tripulação pode empregar comportamentos de CRM para evitar erros, avaliando as implicações da ameaça e usando habilidades de tomada de decisão para determinar um curso de ação (Helmreich, 2001).

O autor desta pesquisa atuou na aviação por 30 anos, passando pelas categorias piloto privado (amador), piloto comercial (profissional) e, por fim, piloto de linha aérea. Instrutor de voo e professor nas disciplinas Tráfego Aéreo e Segurança de Voo formou dezenas de pilotos que, atualmente, trabalham em companhias aéreas no Brasil e em outros países. Neste

contexto, o propósito do autor com este trabalho é continuar contribuindo com a segurança na aviação.

1.5 Contribuição da Pesquisa

O documento A38-WP/85¹ da ICAO (2013) relata que os prestadores de serviços de aviação muito se beneficiariam com a disseminação mais ampla de informações de boa qualidade, ajudando-os a implementar atividades de melhoria de segurança eficientes e econômicas. Ressalta, ainda, que é necessária a implementação de uma abordagem sólida e global da gestão do conhecimento a fim de contribuir para o entendimento dessas necessidades de informação de dados de segurança, amplamente divulgados e de boa qualidade, como força vital para futuras melhorias de segurança operacional (ICAO, 2013). Para Amorim (2021) a atividade aérea é uma ciência, portanto, não há como dispensar o capital intelectual trazido pelos conhecimentos capturados, organizados, disseminados e avaliados.

Esta pesquisa tem como intuito primário contribuir com a identificação das competências esperadas daqueles profissionais (aeronautas²) envolvidos no treinamento e gerenciamento dos recursos operacionais das tripulações no aspecto da segurança e mitigação dos riscos inerentes ao voo. Há também possibilidades para o desenvolvimento da inovação que permita criar soluções válidas voltadas para a gestão de processos e de pessoas.

1.6 Aderência ao Programa de Mestrado

De acordo com Wagener e Ison (2014) o processo de gestão do conhecimento consiste em quatro conjuntos, quais sejam: criações ou geração, armazenamento ou recuperação, transferência ou compartilhamento e uso.

¹ Documento que preconiza o conceito de gerenciamento de conhecimento de segurança consolidado em toda a aviação como um facilitador chave para a melhoria futura da segurança da aviação. Descreve as limitações nos usos atuais dos dados de segurança da aviação como facilitadores e estabelece os benefícios potenciais de uma abordagem de gerenciamento de conhecimento de segurança em toda a aviação, juntamente com os princípios e elementos subjacentes que apoiariam tal abordagem.

² Aqueles que exercem função a bordo.

Os estudos e publicações inseridos na linha de pesquisa e projetos da Universidade FUMEC têm natureza interdisciplinar e avaliam o desempenho dos processos de gestão do conhecimento e aprendizagem nos processos de organização da informação. A trilha trabalha estilos de gestão para os processos decisórios e comunicacionais na construção de habilidades e competências. Do ponto de vista metodológico, o projeto adota tanto métodos quantitativos, mistos e qualitativos, como no caso deste estudo.

1.7 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está estruturada da seguinte forma: o primeiro capítulo consiste na introdução, o segundo descreve a fundamentação teórica, que aborda a gestão do conhecimento com os modelos de defesa no contexto e na perspectiva do erro humano na aviação, caracterizando a interação entre o homem, a máquina e o sistema; enquanto, o terceiro capítulo, aborda o processo metodológico da pesquisa. No quarto capítulo encontra-se a análise dos dados coletados, no quinto apresentam-se os resultados e, por último, no sexto capítulo, a conclusão do estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A profissão de piloto era considerada uma atividade ousada e esses profissionais eram vistos como pessoas corajosas, pois voar sempre foi um desafio consideravelmente perigoso que exige uma personalidade capaz de enfrentar incertezas (Mohrmann & Stoop, 2019). Com o desenvolvimento da aviação, as operações de voo tornaram-se mais previsíveis e o papel do piloto fundamental nessas operações. Tal previsibilidade se enraizou profundamente nas filosofias de design do *cockpit* e no comportamento do piloto, que passou a ser regulado e rígido em relação aos conjuntos de tarefas (Mohrmann & Stoop, 2019).

As novas aeronaves trouxeram modernas 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 risco às operações aéreas. Acontece que nem sempre é possível predeterminar um curso de ação correto em todas e quaisquer situações, tornando-se preciso uma estratégia como elemento de aprendizado dentro do sistema, a qual seja capaz de se desvincular de ações codificadas e ajustar o comportamento da tripulação para lidar com essas situações. Esse elemento de aprendizagem deve ser capaz de resolver um conjunto de variáveis situacionais favorecendo uma nova compreensão do aprendizado na aviação (Mohrmann & Stoop, 2019).

Neste capítulo, são discutidos conceitos, bem como apresentados alguns dos principais modelos desenvolvidos como arcabouço desta abordagem teórica a fim de colaborar para o entendimento de todos esses processos, evidenciando a gestão do conhecimento como esse elemento de aprendizagem e apoio.

2.1 A Gestão do Risco na Aviação

A busca por zerar as taxas de acidentes é utópica, pois os riscos são inerentes a toda atividade humana, e sua total eliminação, apesar de todos os esforços, é improvável. Ainda assim, na tentativa de mitigá-los, a gestão de riscos preconiza em seu conceito mais atual de segurança operacional no gerenciamento de processos das organizações, a manutenção dos riscos e suas consequências sob controle. A gestão de riscos na aviação contém em seu núcleo o conceito de Segurança Operacional, considerado indispensável aos ambientes complexos e dinâmicos das Operações Aéreas e do Controle de Tráfego Aéreo (Brasil, 2012).

A percepção de risco desempenha um papel influente na tomada de decisões e nos julgamentos dos pilotos, portanto, é frequentemente vista como uma variável desejável de ser mensurada em pesquisas. O risco também pode estar relacionado a atitudes perigosas de pilotos, dispostos a assumir mais riscos durante o voo. Dessa forma, esses conceitos justificam a necessidade de um instrumento válido para medir a percepção dos riscos (Winter, Truong & Keebler, 2019). No estudo de tais instrumentos, o modelo desenvolvido pelo cientista Robert L. Helmreich, nos anos 1980, oriundo de pesquisas do laboratório de Fatores Humanos da Universidade do Texas, que investiga as atitudes relacionadas à segurança dos pilotos de aviação comercial, aborda quatro níveis de segurança de voo (Winter, Truong & Keebler, 2019):

- i. A cultura em segurança: a percepção dos indivíduos em relação ao compromisso genuíno e proativo da gestão da segurança em sua organização.
- ii. Atitudes no trabalho: referem-se ao aspecto moral e ao nível de satisfação do indivíduo com sua experiência de trabalho.
- iii. O trabalho em equipe: o nível de satisfação com a qualidade do trabalho em equipe pela mútua cooperação entre os membros da tripulação, funcionários de

rampa, despacho, manutenção e escala de tripulantes.

- iv. Fatores de estresse: a percepção dos indivíduos no reconhecimento de fatores estressores como fadiga, problemas pessoais e emergências (Sexton, 2001).

O setor aéreo com sua característica operacional e financeira de alto risco exige uma cultura orientada por práticas aprimoradas em gestão de risco em função de margens operacionais reduzidas, e também por lidar com vidas de passageiros e de seus próprios colaboradores. Em função disso, foram necessárias mudanças e adequações em sua estrutura organizacional com a implantação de controles internos de segurança (Domingues, 2016).

Nas organizações a cultura de segurança operacional está relacionada a suas crenças, práticas e normas para a promoção de atitudes e as consequências de suas ações e dos possíveis efeitos sobre as pessoas. Geralmente algumas características das organizações pautadas por uma cultura de segurança adequada, trazem da alta administração grande ênfase no controle de riscos. Aqueles responsáveis pelas decisões gerenciais fomentam ações de seus efetivos operacionais dentro de uma visão clara e realista dos riscos (Brasil, 2012, p. 26).

Agências reguladoras, como a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), no Brasil, garantem padrões de qualidade ligados diretamente aos procedimentos operacionais das empresas, estabelecendo instruções normativas e fiscalizações no exercício do controle dessas atividades (Domingues, 2016). A Resolução nº 146 da ANAC, de março de 2010, aprova, nos termos do seu anexo, o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 121, intitulado “Requisitos Operacionais: Operações Domésticas, de Bandeira e Suplementares³”, em substituição ao Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) 121. Essa resolução prevê a garantia mínima de segurança operacional estipulada pela *International Air*

³ Operações de transporte aéreo público com aviões com mais de 19 assentos ou PMD (peso máximo de decolagem) superior a 8618 kg.

Transportation Association (IATA), para a implantação do Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional nas empresas de transporte aéreo, criando um conjunto de métodos gerenciais e serviços relativos às atividades de gerenciamento de riscos na aviação civil (Domingues, 2016).

Conforme o Comando da Aeronáutica, em sua MCA 63-15, BRASIL (2012), os princípios de uma gestão de segurança preveem que todo acidente aeronáutico:

- i. deve ser evitado;
- ii. resulta de vários eventos e nunca de uma causa única;
- iii. tem sempre um precedente;
- iv. sua prevenção requer mobilização geral;
- v. que a prevenção não tem o propósito de restringir as atividades aéreas, ao contrário, deve estimular seu desenvolvimento com segurança;
- vi. que a alta direção é a principal responsável pela prevenção de acidentes aeronáuticos;
- vii. que na prevenção de acidentes não há segredos e nem bandeiras;
- viii. que as acusações de erros humanos e punições agem contra os interesses da prevenção (Brasil, 2012).

A gestão de risco na aviação ainda tem dois construtos a serem considerados: as características individuais e as características do conhecimento (Gheorghioiu, 2020). Os riscos relacionados às características individuais estão atrelados ao recrutamento e ao treinamento ineficazes. Elucidando, o recrutamento eficaz consiste na capacidade da organização de selecionar pessoal qualificado, pois nem todos os candidatos são adequados para o tipo de missão ou trabalho. No que lhe concerne, o treinamento ineficaz é representado pelo tempo em que os candidatos selecionados são treinados para desempenhar suas funções (Gheorghioiu, 2020).

Nesse sentido, para que as atividades produtivas ocorram nas organizações, certas pré-condições, como equipes bem treinadas na força de trabalho, precisam existir. Por exemplo, geralmente os pilotos trabalham em uma organização altamente estruturada que exige uma gestão eficaz e supervisão cuidadosa, prioritariamente nos setores de operações, manutenção e treinamento (Wiegmann & Shappell, 2003).

Nas companhias aéreas é imperativo que as operações sejam seguras, pontuais e econômicas. Em sua maioria, o sistema funciona bem (Wiegmann & Shappell, 2003). Todavia, em raras ocasiões, acidentes acontecem e, o que antes parecia seguro e eficiente, pode ser colocado em dúvida e gerar desconfiança por parte da força de trabalho e daqueles a quem ela serve. Segundo Reason (1990), os acidentes ocorrem quando avarias nas interações entre os componentes envolvidos no processo de produção se ampliam. Essas degradam a integridade do sistema, tornando-o mais vulnerável a riscos operacionais e, portanto, mais suscetíveis a falhas catastróficas - como buracos dentro das diferentes camadas do sistema (Wiegmann & Shappell, 2003).

2.2 O Erro Humano

O modelo do erro humano, desenvolvido por James Reason (1990), elabora métodos de previsão e redução de erros que, segundo o autor, emergem de uma melhor compreensão dos processos mentais. Torna-se cada vez mais aparente que tal modelo, se for para fornecer uma imagem adequada de processos de controle cognitivo, deve explicar tanto o desempenho correto, quanto as variedades previsíveis de falibilidade humana (Reason, 1990).

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 (Rasmussen & Pedersen, 1984, como citado em Reason, 1990).

Comumente, os erros ativos estão associados ao desempenho dos operadores de "linha de frente" de um sistema complexo: pilotos, controladores de tráfego, oficiais de navios, tripulações de salas de controle e semelhantes. Já os erros latentes, por outro lado, são prováveis de serem gerados por aqueles cujas atividades são removidas no tempo e no espaço, fora de um controle direto, por exemplo: designers e projetistas (Reason, 1990).

Como exemplo, cabe mencionar a análise do acidente com o ônibus espacial Challenger, ocorrido em 28 de janeiro de 1986, durante o lançamento, evidenciou-se que havia insegurança em relação ao funcionamento do sistema de juntas que conectavam o *Solid Rocket*⁴, às carcaças dos motores. Os engenheiros tiveram tempo suficiente para corrigir tal erro, porém o risco foi aceito por decisão hierárquica gerencial de nível mais alto (House Report, 1986).

Embora seja sensato trabalhar com as lições aprendidas de acidentes anteriores, sabe-se que tais eventos são geralmente causados por uma conjunção particular de vários fatores necessários, que isoladamente seriam insuficientes. Ainda que com a mesma congruência de causas, é improvável que a repetição dos mesmos esforços para prevenir erros ativos específicos, que teriam apenas um impacto limitado na segurança do sistema na totalidade, resultem em um sucesso (Reason, 1990). Torna-se cada vez mais evidente que os erros latentes representam a maior ameaça à segurança de um sistema complexo, uma vez que muitas de suas causas estão radicadas no sistema bem antes deles serem cometidos (Reason, 1990).

No passado, as análises de confiabilidade e investigações de acidentes concentravam-se nos erros do operador ativo e nas falhas de equipamento. Enquanto os operadores podem, e

⁴ *Space Shuttle Solid Rocket Booster* ou simplesmente *Solid Rocket Booster*, é a designação dos foguetes auxiliares usados para compor o veículo de lançamento dos ônibus espaciais. Nesses veículos era usado um par desses foguetes de combustível sólido para dar um empuxo extra durante os dois primeiros minutos de voo.

frequentemente o fazem, cometer erros, é possível que, na realidade, estes provenham de um estado do sistema fora de tolerância (Reason, 1990).

Em vez de serem os principais responsáveis por um acidente, os operadores tendem a ser os herdeiros dos defeitos de sistemas criados por um design pobre, incorreto e com decisões de gerenciamento ruins. Na prática, eles adicionam somente uma guarnição final a uma receita letal onde os ingredientes estavam há muito tempo na cozinha (Reason, 1990, p. 223, tradução própria).

2.2.1 Riscos Associados a Fatores Humanos

A ciência de fatores humanos é, essencialmente, uma área multidisciplinar. As disciplinas incluem, mas não estão limitadas a: engenharia, psicologia, fisiologia, medicina, sociologia e antropometria. Na verdade, o envolvimento de suas disciplinas constituintes, torna a compreensão da definição difícil (Brasil, 2012).

Há meio século, as principais preocupações referentes aos fatores humanos concentravam-se em questões relacionadas a ruídos, vibrações, calor, frio e forças de aceleração, sendo sua crença voltada para área da fisiologia (ICAO, 2002). Isso certamente gerou grande equívoco acerca dos fatores humanos. Com a evolução do conhecimento voltou-se a atenção para os processos cognitivos envolvendo todos os aspectos do desempenho humano e seu comportamento para tomada de decisão. Aliando-se a isso as tarefas do voo neste ambiente complexo de trabalho, impostas pelos avanços tecnológicos das modernas aeronaves com seus *layouts* de cabines, *designs* de *displays*, *software* de mapas e gráficos (ICAO, 2002).

Cada um desses aspectos exige um desempenho humano efetivo e hábil. Dentro dos fatores humanos, apesar da ênfase na contemporaneidade sobre as ciências sociais, deveria ser lembrado que a medicina e a fisiologia estão entre outras importantes fontes. Assim, por exemplo, a antropometria e a biomecânica envolvem medidas e movimentos do corpo

relevantes para o projeto do local de trabalho e do equipamento. De forma similar, a biologia e suas subdisciplinas, como a cronobiologia, são necessárias para a compreensão daqueles ritmos biológicos que influenciam o desempenho humano (Brasil, 2012).

Até o momento, grande parte do trabalho dos especialistas em fatores humanos foi direcionada a melhorar as interfaces dos sistemas, ou seja, a sala de controle ou cabines de comando. Não se pode negar ser este um fato importante, todavia, aborda apenas uma parte relativamente pequena do problema de segurança, tendo como objetivo principal reduzir a ponta da falha ativa do iceberg causal (ICAO, 2002).

O termo “fatores humanos” abrange uma gama muito mais ampla de indivíduos e atividades do que aqueles associados à operação de linha de frente de um sistema. Outras tentativas de minimizar os erros foram de natureza puramente reativa, no esforço de eliminar a recorrência de falhas ativas específicas, identificadas *post hoc* por investigadores de acidentes (ICAO, 2002).

Na aviação, os fatores humanos envolvem além das considerações de aspectos pessoais, também fatores médicos e biológicos, que podem causar impacto na operação de voo e de controle do tráfego aéreo (ICAO, 2002).

A busca por um desempenho humano ideal tem impacto significativo na melhoria da segurança de voo. O comportamento humano, no que diz respeito a desempenho, é considerado importante fator causal na maioria dos acidentes aéreos e assim precisa ser compreendido e amplamente aplicado (Tsang, Vidulich & Flach, 2014).

A natureza dinâmica do sistema aéreo exige a integração e qualificação de todos os profissionais que o compõem para garantir a qualidade efetiva das operações. A alta gerência, os pilotos, comissários de bordo, operadores aeroportuários, supervisores e inspetores, equipes de manutenção aeronáutica, controladores de tráfego aéreo, entre outros, são exemplos dos fatores humanos responsáveis por parte das atividades que

constitui a cadeia de suprimentos de serviços deste setor. (Henriques et al., 2019, p. 3).

Dentre os fatores contribuintes, com base na análise de acidentes e incidentes ocorridos na aviação, os especialistas do setor acreditam que os fatores humanos estão mais ligados ao comprometimento do desempenho dos tripulantes nas tomadas de decisão, tais como: deficiência de julgamento, complacência, desobediência às regras, falta de experiência e qualificação, inconsciência situacional, treinamento deficiente, estresse, fadiga, desatenção, imprudência, imperícia e negligência. Na interação homem-máquina não há possibilidade da ausência de erros (Brasil, 2012).

As tripulações de aeronaves, apesar de bem reconhecidas em sua dinâmica de trabalho, ainda são reféns de algumas falhas no aspecto da comunicação e das tomadas de decisão (McCreary et al., 1998). Protocolos de trabalho nesse tipo de grupo funcionam bem para tarefas rotineiras e previsíveis. No entanto, em emergências tendem a falhar. Isto é evidente no setor aéreo, já que em torno de 70% dos acidentes são atribuídos a falhas humanas (McCreary et al., 1998).

Por exemplo, o trágico acidente ocorrido em 1977, quando duas aeronaves Boeing 747 colidiram na pista do aeroporto de Tenerife - Espanha, causando a perda de 583 vidas, resultou quase inteiramente de uma série de deficiências, a principal deste episódio, atribuída a ausência de uma fraseologia⁵ padrão (McCreary et al., 1998).

Há mais de 20 anos, indústria, associações de segurança de voo em transportes aéreos, como a Fundação de Segurança de Voo de 1974, e o Transporte Aéreo Internacional de 1975, “identificam o erro humano como a última fronteira de segurança da aviação” (McCreary et al., 1998, p.30). Autoridades dos EUA, como a *Ames Aerospace Human* da Administração

⁵ A fraseologia é um procedimento estabelecido visando assegurar a uniformidade das comunicações radiotelefônicas, visando reduzir ao mínimo o tempo de transmissão das mensagens e proporcionar autorizações claras e concisas.

Nacional de Aeronáutica e a Divisão de Pesquisa de Fatores Humanos, relatam que até 80% dos acidentes com aeronaves estão relacionados a deficiente coordenação e utilização dos recursos de cabine. O estudo das lições aprendidas, bem como a aplicação deste conhecimento podem reduzir essa estatística (McCreary et al., 1998).

Os erros de decisão representam um comportamento consciente e direcionado a um objetivo, porém inadequado para a situação. Geralmente se manifestam como procedimentos mal executados ou como má interpretação e/ou uso indevido de informações relevantes (Shappell et al., 2007).

Já os erros baseados em habilidades ocorrem com pouco ou nenhum pensamento consciente, frequentemente aparecendo como rompimento de padrões. Entrementes, os erros de percepção surgem quando a entrada sensorial é degradada, como acontece frequentemente em voos noturnos, com mau tempo ou em ambientes visualmente comprometidos, levando a tripulação a correr o risco de julgamentos incorretos, com base em informações imperfeitas ou incompletas. Por exemplo, a tripulação arrisca julgar distâncias, altitude e taxas de descida, bem como responder incorretamente a uma variedade de ilusões visuais e vestibulares (Shappell et al., 2007).

O conceito fatores humanos na aviação precisam ser claramente definido, evitando ser aplicado a qualquer fator genericamente relacionado ao homem. Como elemento fundamental, o ser humano é a parte mais valiosa do sistema de aviação, porém é também flexível e adaptável, além de vulnerável a influências que podem afetar negativamente o seu desempenho (ICAO, 1989). Estatisticamente, a cada quatro acidentes, três estão relacionados a um desempenho humano inferior ao ideal, rotulado como "erro do piloto" (ICAO, 1989). Todavia, esse rótulo não previne acidentes, mas sim apresenta efeito contrário, limitando o esclarecimento da causa real. Ou seja, o termo "erro do piloto", muitas vezes, oculta os fatores subjacentes que devem ser revisitados para que acidentes sejam evitados. Com a

evolução dos estudos, o devido entendimento das capacidades e limitações humanas tem sido progressivamente desenvolvido e institucionalizado pela indústria aeronáutica, gerando conhecimento e segurança em relação aos sistemas complexos das aeronaves e seus níveis operacionais (ICAO, 1989).

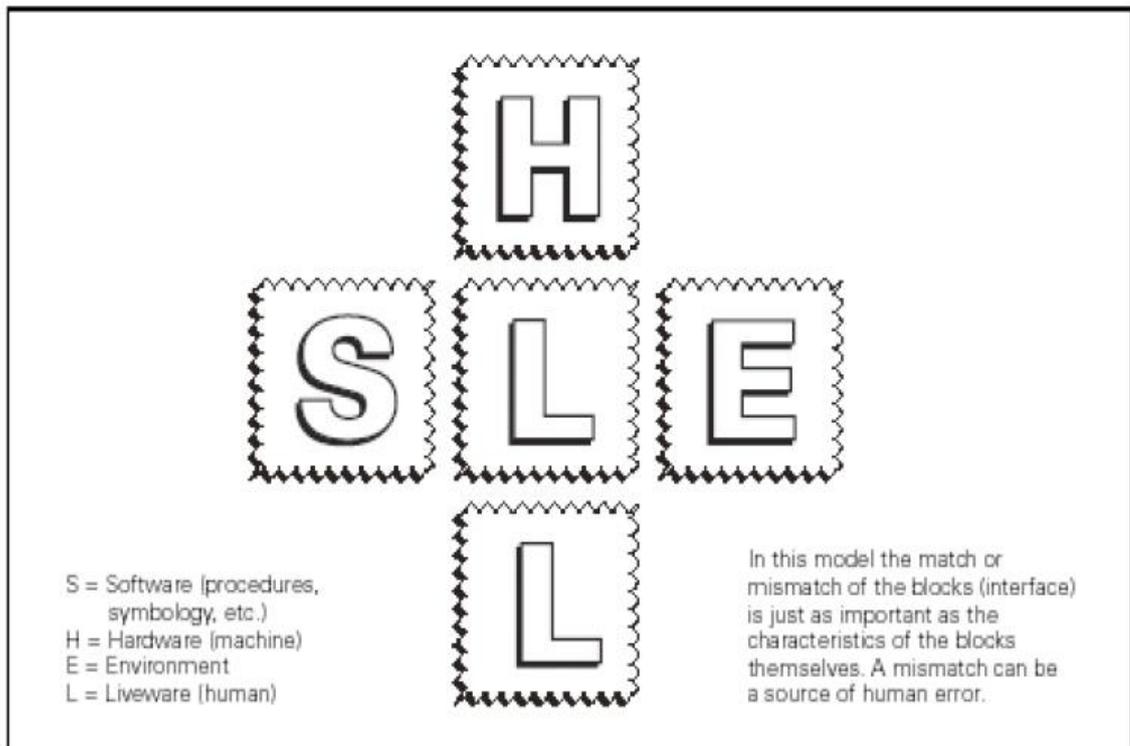
Dessa forma, dois importantes modelos foram desenvolvidos para lidar com o comportamento humano em seu conjunto de ações físicas, cognitivas e emocionais, associadas aos indivíduos em seu ambiente laboral: o Modelo SHELL e o Modelo Queijo Suíço.

2.3 O Modelo SHELL

O Modelo SHELL (Figura 1) 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 (Kiss, 2005). Foi desenvolvido pela primeira vez por Edwards, em 1972, e posteriormente modificado em uma estrutura de blocos de construção, por Hawkins (1984, como citado em Kiss, 2005).

O Modelo SHELL utiliza blocos para representar os diferentes componentes dos fatores humanos e auxilia na compreensão do tema através de uma abordagem gradual. Seu nome deriva das letras iniciais dos seus componentes: *Software* (procedimentos, simbologia etc.), *Hardware* (equipamento), *Environment* (ambiente de trabalho/organizacional), *Liveware* (elemento humano).

Na parte central do modelo está o elemento humano, o componente mais flexível e imprevisível do sistema, portanto o mais crítico (Ebermann & Jordan, 2013). O indivíduo é sempre sujeito a variações em seu desempenho, possuindo limitações físicas, cognitivas e emocionais. Pode-se observar no modelo, suas bordas irregulares, representando a necessidade de um cuidadoso encaixe (Dumitru & Boşcoianu, 2015).

Figura 1*O Modelo SHELL*

Nota. Extraído de Kiss (2005, p. 2).

De acordo com Kiss (2005), como elemento central, o elemento humano (*liveware*) realiza quatro principais tipos de interação:

- i. *liveware*-software: o elemento humano e o suporte lógico, incluindo normas, manuais, procedimentos, cartas aeronáuticas, etc;
- ii. *liveware*-hardware: o elemento humano e as máquinas, incluindo todos os equipamentos e seus aspectos ergonômicos;
- iii. *liveware*-environment: o elemento humano e o meio ambiente, incluindo fatores internos e externos ao local de trabalho; e
- iv. *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. Nas rotinas diárias, aspectos relacionados aos fatores

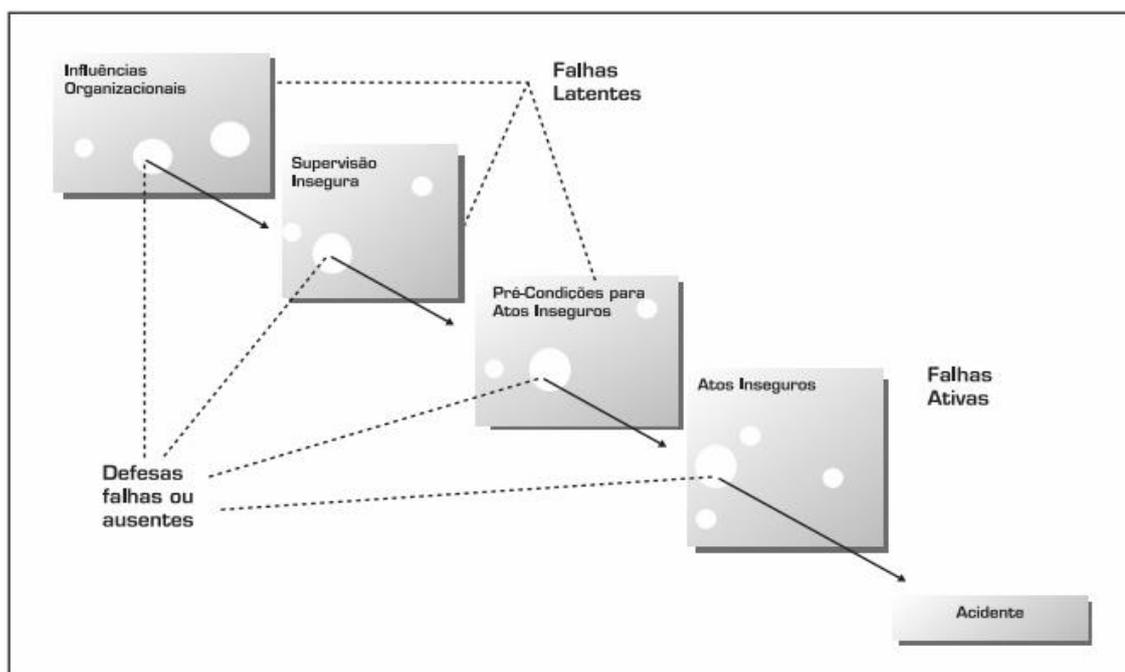
humanos devem ser abordados em conjunto com uma visão ampla (Ebermann & Jordan, 2013). Por exemplo, especificações do espaço de trabalho têm implicações diretas nas concepções das tarefas, no desempenho do operador e nas funções relacionadas à dinâmica da equipe.

2.4 O Modelo Queijo Suíço

Um acidente aeronáutico não ocorre por um fator isolado, mas sim por uma série de fatores contribuintes, que formam uma corrente em uma série de eventos que levarão ao acidente, oriundos de ações inseguras da tripulação ou de todo o sistema. Reason (2008) desenvolve um dos primeiros modelos para tratar erros humanos, proposto por ele próprio em 1990, baseado no Modelo Queijo Suíço (*Swiss Cheese*), dividido em quatro níveis de falhas humanas que são os atos inseguros, as pré-condições para os atos inseguros, a supervisão insegura e as influências organizacionais, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2

O Modelo Queijo Suíço



Nota. Extraído de Correa Junior (2007, p. 192).

O Modelo Queijo Suíço aborda, de forma sistêmica, a investigação dos acidentes. Nessa abordagem, o erro humano é visto como um sintoma de um problema maior nas organizações, e não propriamente a causa do acidente (Reason, 1997). Nas organizações, barreiras são criadas para prevenir o risco e, para que elas sejam mais eficazes, vários níveis devem ser estabelecidos. Reason (2008) argumenta que as organizações, em sua maioria, estabelecem quatro níveis distintos de barreiras, conforme a Figura 3. Esses níveis são de natureza sequencial, significando que os níveis superiores afetam os níveis inferiores. Em cada nível, as falhas podem causar buracos, abrindo caminho para atingir a próxima barreira de segurança.

No estudo de tais falhas, essas podem ser ativas, quando ocorrem imediatamente antes de um acidente, ou latentes, quando removidas temporariamente do evento e não exibindo um impacto direto (Reason, 1997). Para esclarecer o que são exatamente esses buracos nas barreiras de segurança e como podem ser sistematicamente identificados, surge o Sistema de Análise e Classificação de Fatores Humanos (HFACS).

2.5 O Sistema de Análise e Classificação de Fatores Humanos (HFACS)

The Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) é entendido como uma estrutura geral de erro humano. Foi desenvolvido pelos militares norte-americanos e corresponde a uma ferramenta de investigação e análise das causas humanas nos acidentes de aviação (Wiegmann & Shappel, 2001). Baseado no modelo de Reason (1990), aborda falhas latentes e ativas em todos os níveis do sistema, incluindo condição da tripulação e fatores organizacionais. O HFACS, quando aplicado aos registros de acidentes de aviação comercial entre os anos de 1990 e 1996, pelo National Transportation Safety Board (NTSB), mostrou ser uma ferramenta viável para uso na aviação civil (Wiegmann & Shappel, 2001).

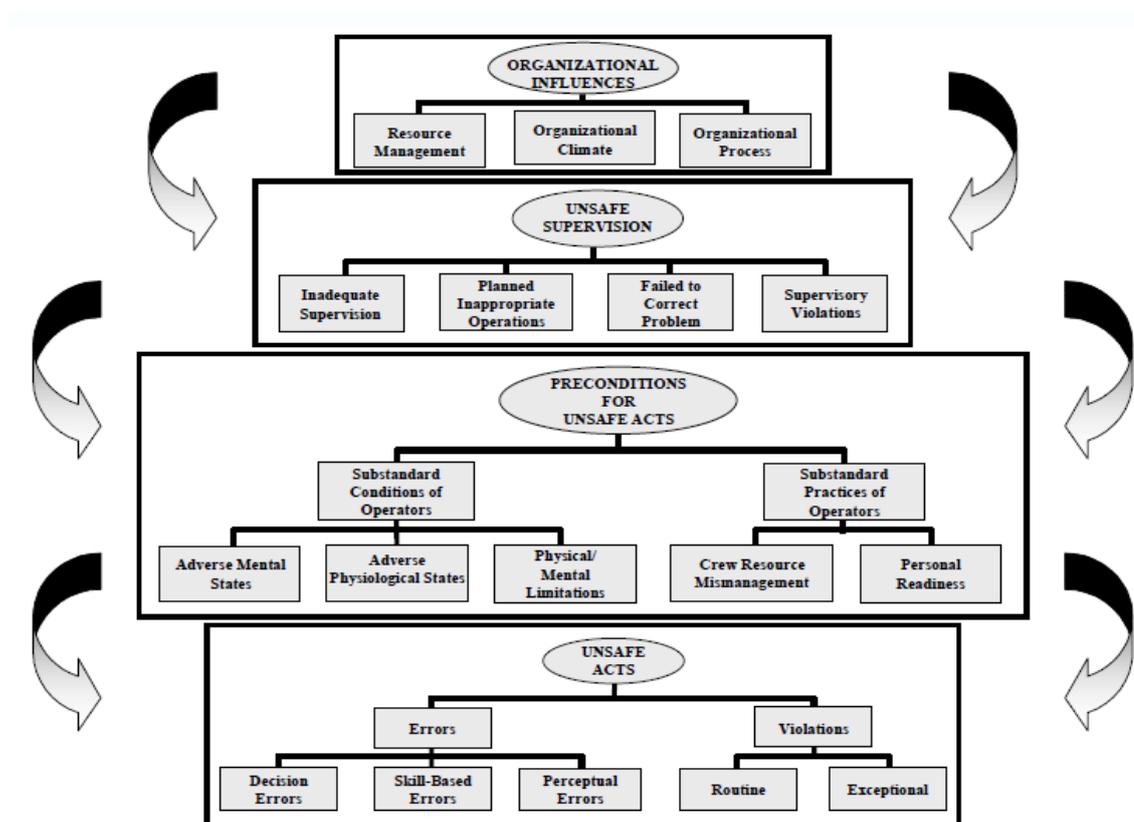
Dekker (2001) sugere que, em vez de procurar o responsável, os esforços sejam mais bem empregados na tentativa de entender quais atos ou comportamentos caracterizam-se

como fatores contribuintes para o acidente. O HFACS descreve o erro humano em cada um dos quatro níveis: influências organizacionais; supervisão insegura (ou seja, gerenciamento intermediário); pré-condições para atos inseguros; e atos inseguros de operadores (por exemplo, tripulação aérea e controladores de tráfego aéreo).

Dentro de cada nível da estrutura HFACS, conforme mostra a Figura 3, 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. Os investigadores de acidentes usam essa estrutura como guia das investigações, sistematizando as falhas ativas e latentes dentro das organizações a fim de descobrir suas causas (Wiegmann & Shappell, 2017).

Figura 3

A estrutura HFACS



Nota. Extraído de Wiegmann e Shappell (2001, p.4).

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 & Shappell, 2003). A Figura 4 descreve cada categoria da estrutura HFACS.

Figura 4

Definições HAFCS

Definições HFCAS	
Influências Organizacionais	
Clima Organizacional	Atmosfera / visão prevalecente dentro da organização, incluindo coisas como políticas, estrutura de comando e cultura.
Processo Operacional	Processo formal pelo qual a visão de uma organização é realizada, incluindo operações, procedimentos e supervisão, entre outros.
Gerenciamento de recursos	Esta categoria descreve como os recursos humanos, monetários e de equipamentos necessários para realizar a visão são gerenciados.
Supervisão Insegura	
Supervisão inadequada	Supervisão e gestão de pessoal e recursos, incluindo treinamento, orientação profissional e liderança operacional, entre outros aspectos.
Operações Inadequadas Planejadas	Gerenciamento e atribuição de trabalho, incluindo aspectos de gerenciamento de risco, emparelhamento de tripulação, ritmo operacional.
Falha ao corrigir problemas conhecidos	Instâncias em que deficiências entre indivíduos, equipamentos, treinamento ou outras áreas de segurança relacionadas são conhecidas pelo supervisor, mas podem continuar sem correção.
Violações de supervisão	O desrespeito intencional pelas regras, regulamentos, instruções ou procedimentos operacionais padrões existentes por parte da administração durante o curso de suas funções.
Condições prévias para atos inseguros - Fatores Ambientais	
Ambiente Tecnológico	Esta categoria abrange uma variedade de questões, incluindo o projeto de equipamentos e controles, características de exibição / interface, layouts de lista de verificação, fatores de tarefas e automação.
Ambiente Físico	A categoria inclui tanto a configuração operacional (por exemplo, clima, altitude, terreno) e o ambiente, como calor, vibração, iluminação, toxinas etc.
Condição do Operador	
Estados Mentais Adversos	Condições psicológicas e / ou mentais agudas que afetam negativamente o desempenho, como fadiga mental, atitudes perniciosas e motivação inadequada.
Estados Fisiológicos Adversos	Condições médicas e / ou fisiológicas agudas que impedem operações seguras, como doença, intoxicação ou anormalidades farmacológicas e médicas conhecidas por afetar o desempenho.

Limitações físicas / mentais	Deficiências físicas / mentais permanentes que podem afetar negativamente o desempenho, como visão deficiente, falta de força física, aptidão mental, conhecimento geral e uma variedade de outras doenças mentais crônicas.
Comunicação, coordenação e planejamento	Inclui uma variedade de questões de comunicação, coordenação e trabalho em equipe que afetam o desempenho.
Aptidão para o serviço	Atividades fora do serviço necessárias para um desempenho ideal no trabalho, como cumprir os requisitos de descanso da tripulação, restrições ao álcool e outras obrigações fora do serviço.

Atos Inseguros

Erros de decisão	Esses erros de “pensamento” representam um comportamento consciente, visando alcançar o objetivo, que procede conforme planejado, embora o plano se mostre inadequado ou inapropriado para a situação. Esses erros normalmente se manifestam como procedimentos mal executados, escolhas impróprias ou simplesmente a má interpretação e / ou uso indevido de informações relevantes.
Erros baseados em habilidades	Comportamento altamente praticado que ocorre com pouco ou nenhum pensamento consciente. Esses erros de execução que frequentemente aparecem como quebra de padrões de varredura visual, intenções esquecidas e itens omitidos em listas de verificação. Até a maneira ou técnica com a qual alguém executa uma tarefa está incluída.
Erros de percepção	Esses erros surgem quando a entrada sensorial é degradada, como costuma acontecer ao voar à noite, com mau tempo ou em ambientes visualmente pobres. Diante de agir com base em informações imperfeitas ou incompletas.
Violações	
Violações de rotina	Frequentemente referido como burlar as regras, este tipo de violação tende a ser habitual por natureza e é muitas vezes habilitado por um sistema de supervisão e gestão que tolera tais desvios das regras.
Violações Excepcionais	Afastamentos isolados da autoridade, nem típicos do indivíduo, nem tolerados na gerência.

Nota. Elaborado pelo Autor (2022).

Dentro do nível de “Condições prévias para atos inseguros - Fatores Ambientais” há um percentual significativo de acidentes. Foi constatada pelo menos uma falha em 29,4% nos acidentes, sendo 40,9% destas relacionados às operações regidas pela Federal Aviation Regulation (FAR) 121 e 22,7% nas operações regidas pela Federal Aviation Regulation (FAR) 135, os quais são respectivamente regimentos para os serviços de transporte aéreo regular e táxi aéreo nos EUA, em um período de 7 anos (Wiegmann & Shappell, 2001). No nível das condições do operador, que inclui uma variedade de questões de comunicação, coordenação e trabalho em equipe que afetam o desempenho, fatores ambientais são uma importante categoria causal considerada dentro do conceito de Crew Resource Management (CRM).

2.6 Crew Resource Management (CRM)

A tarefa primordial dos tripulantes é operar a aeronave de forma segura com gerenciamento bem-sucedido de risco ou ameaça (Helmreich et al., 2001). O *Crew Resource Management* (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). Para melhor entendimento de como as habilidades do Crew Resource Management (CRM) se inserem nas tarefas das tripulações, deve-se abordar um modelo conceitual de gerenciamento de ameaças e erros da tripulação mais amplo, conforme mostra a Figura 6 (Helmreich et al., 2001).

No modelo produzido, Helmreich (2001) define quatro níveis de análise: ameaças externas, ameaças internas (definidas como erros baseados na tripulação), ações da tripulação e resultados (Figura 5). No primeiro nível, três tipos de ameaças externas podem confrontar as tripulações, são elas: os riscos esperados, como terreno alto ao redor de um aeroporto; os riscos inesperados, relativos ao mau funcionamento do sistema ou mudanças climáticas severas; e erros de terceiros, como, por exemplo, erros nas instruções de controladores de tráfego aéreo (Helmreich et al., 2001).

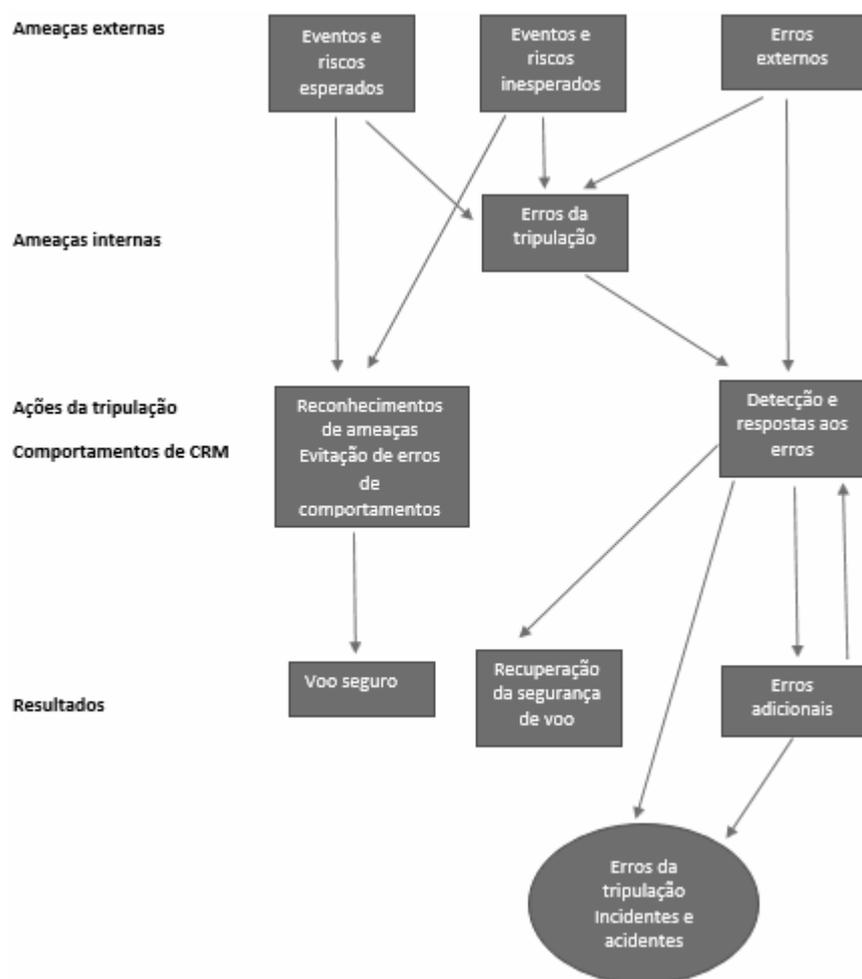
Quando um risco, seja ele esperado ou inesperado, é reconhecido, as tripulações podem empregar comportamentos de *Crew Resource Management* (CRM) avaliando as implicações da ameaça e usando habilidades de tomada de decisão que determinem um correto curso de ação. Tal reconhecimento está diretamente associado à consciência da situação para uma resposta proativa, observada pelas avaliações e fatores contextuais de planejamento (Helmreich et al., 2001).

Um exemplo bem simples é o reconhecimento de um risco associado ao mau tempo no destino (consciência da situação). A prática da prevenção se dá pelo aumento da carga de

combustível e na revisão da escolha de um aeroporto alternativo para um pouso mais seguro. Nesse sentido, o erro potencial estaria em negligenciar o mau tempo no destino (Helmreich et al., 2001).

Figura 5

O modelo de gerenciamento de ameaças e erros da tripulação



Nota. Adaptado de Helmreich et al. (2001, p. 2).

Sendo o erro humano inevitável, ele irá ocorrer, seja cometido por um agente externo ou mesmo pela tripulação. Desse modo, é tarefa da tripulação detectar e responder ao erro de forma eficaz, na verificação de suas ações e na avaliação da qualidade das decisões tomadas (Helmreich *et al.*, 2001).

Na aviação, a cultura profissional e organizacional ilustrada na Figura 6, tem efeito positivo e impacto negativo na probabilidade de um voo seguro, que se traduz no

reconhecimento oportuno do risco, bem como no gerenciamento eficaz dos erros. As empresas têm a responsabilidade de mitigar os componentes negativos relacionados aos tipos de cultura e enfatizar os componentes positivos. Tanto o treinamento técnico quanto as práticas adequadas do Crew Resource Management (CRM) fazem parte de uma filosofia no programa de gerenciamento de erros (Helmreich et al., 2001).

O resultado positivo em cultura de segurança nas organizações é alcançado com o estabelecimento de linhas abertas de comunicação entre as áreas de gestão e as áreas operacionais, além de um forte compromisso em tomar medidas proativas que reduzam a probabilidade de erros e a gravidade daqueles que ocorrem (Helmreich et al., 2001).

Figura 6

Influências positivas e negativas na cultura profissional dos tripulantes na segurança de voo



Nota. Adaptado de Helmreich et al. (2001, p. 4).

2.6.1 Evolução Histórica

No início da década de 1950, com o surgimento dos motores a jato, a aviação comercial começou a alcançar longas distâncias em função da maior eficiência trazida pelas novas aeronaves a jato (Wagener & Ison, 2014). Na mesma medida, mais complexidades surgiram atreladas aos sistemas e procedimentos de voo, porém ainda não eram óbvios para engenheiros, projetistas e pilotos os riscos adicionais oriundos dessa evolução. Dessa forma,

o número de acidentes cresceu e começou a ser amplamente divulgado. Normalmente, as causas incluíam questões técnicas e mecânicas, porém em sua maioria atribuídas a erros dos pilotos (Wagener & Ison, 2014).

A indústria aeronáutica precisava se sustentar como um meio seguro de transporte e para isso era necessário resolver esses problemas, mitigando o risco operacional (Wagener & Ison, 2014). Por exemplo, melhorias nos projetos das aeronaves e nos equipamentos de bordo com sistemas de alerta reduziram as taxas de acidentes. De acordo com Kanki, Helmreich e Anca (2010), tais soluções tecnológicas, em conjunto com o uso dos simuladores de voo, contribuíram para a redução dessas taxas e, além disso, ajudaram as tripulações a reduzir o grau de erro.

Em 1978, um Boeing 727-235, de matrícula N4744, operado pela National Airlines, voava de Mobile no Alabama, para Pensacola, na Flórida, quando caiu na aproximação do Aeroporto Regional de Pensacola. A tripulação de voo não administrou corretamente o mau funcionamento do avião, e devido à perda de consciência situacional⁶, ele ficou sem combustível. A incapacidade dos tripulantes de trabalhar juntos e lidar com a carga de trabalho adicional foi importante fator contribuinte. Esse episódio alertou para a necessidade de uma mudança filosófica na indústria aeronáutica para se concentrar na melhoria dos treinamentos, com ênfase em liderança e tomada de decisão (NTSB, 1978). Destaca-se que o Crew Resource Management (CRM) nasceu desse acidente.

O primeiro programa de Crew Resource Management (CRM) foi iniciado pela United Airlines, em 1981, nos EUA, sendo considerado a primeira geração, foi desenvolvido pelos psicólogos Robert Blake e Jane Mouton. Denominado "*Management Grade*", era realizado em um ambiente de seminário que incluía um diagnóstico pessoal de estilo gerencial dos

⁶ Percepção correta da realidade, revestida de capacidade crítica de determinada situação, envolvendo todos os seus elementos para possibilitar que decisões apropriadas sejam tomadas, dentro do tempo disponível, para o cumprimento bem-sucedido da operação (BRASIL, 2012).

participantes. Tal modelo de treinamento foi a tônica de vários programas realizados por outras companhias aéreas (Helmreich et al., 2017).

A ênfase do programa estava pautada na mudança de estilos e correção das deficiências do comportamento individual, tais como assertividade e autoritarismo. Eram defendidas estratégias de relacionamentos interpessoais, porém sem fornecer claras definições de um comportamento apropriado de cabine. Foi também estabelecido que o treinamento deveria ser recorrente, criando-se então um programa de treinamento em salas de aula que incluíam também treinamento em simuladores de voo denominados Treinamento de Voo Orientado à Linha (LOFT), no qual as tripulações podiam treinar as emergências e praticar suas habilidades sem correr perigo (Helmreich et al., 2017).

Na segunda geração, companhias aéreas nos Estados Unidos e em outras partes do mundo aderiram ao treinamento de Crew Resource Management (CRM). Ao mesmo tempo, uma nova geração de cursos seguindo as suas bases começou a surgir. Nova ênfase do treinamento, com foco na dinâmica de grupo, gera a mudança do conceito de *cockpit*, o qual dava ênfase aos pilotos, para nova ênfase na tripulação, nomeado de *crew* para melhor gestão de recursos. Segundo Byrnes e Black (1993, como citado em Helmreich et al., 2017) novos programas de treinamento, desenvolvidos pela Delta Airlines, trouxeram conceitos de aviação mais específicos e relacionados com as operações de voo. Foram incluídos métodos de formação de equipe, estratégias de *briefing*, consciência situacional e gestão, bem como módulos específicos que abordavam estratégias de tomada de decisão e mitigação de erros (Helmreich et al., 2017).

No início da década de 1990, em sua terceira geração, o Crew Resource Management (CRM) amplia seu escopo e o treinamento começa a refletir características do sistema de aviação em que as tripulações deveriam atuar, incluindo múltiplos fatores de entrada, como os que determinam segurança (Helmreich et al., 2017). Concomitantemente, começam os

esforços para integrá-lo aos treinamentos técnicos a fim de focalizar habilidades e comportamentos específicos que os tripulantes pudessem aplicar de forma mais eficaz (Helmreich et al., 2017).

Nesse viés, os programas passaram a reconhecer e avaliar questões oriundas de fatores humanos. Com especificidade mais acentuada na formação das tripulações de voo, o Crew Resource Management (CRM) começa a ser estendido a outros grupos dentro das companhias aéreas, como comissários de bordo, despachantes e ao pessoal de manutenção (Helmreich et al., 2017). Embora os cursos de terceira geração tenham preenchido uma necessidade reconhecida de estender o conceito da tripulação de voo, eles também podem ter ocasionado, não intencionalmente, o desvio do foco original do programa, que era a redução do erro humano (Helmreich et al., 2017).

Na quarta geração, surge, então, a necessidade de programas de treinamento que abordassem mais detalhadamente as questões de fatores humanos como parte integrante do Crew Resource Management (CRM), devido às mudanças introduzidas pela Federal Aviation Administration (FAA), em função de seu Programa Avançado de Qualificação (AQP). Várias companhias aéreas começam a incluir seus conceitos, visando garantir que as decisões e ações fossem consideradas ponto de partida e que os fundamentos do Crew Resource Management (CRM) fossem observados, principalmente nas situações atípicas. Em um primeiro momento, essa quarta geração parece resolver os problemas de erro humano, tornando o CRM uma parte integrante de todo o treinamento de voo. No entanto, a situação é mais complexa e a solução não é tão simples (Helmreich et al., 2017).

Saber se o treinamento de Crew Resource Management (CRM) cumpre ou não seus propósitos de aumentar a segurança e a eficiência do voo apresenta-se como uma questão fundamental, mas de simples resposta. Na tentativa de encontrar tal resposta, padrões de comportamento na cabine de comando podem ser verificados para medir a aceitação ou

rejeição dos conceitos de Crew Resource Management (CRM) durante as avaliações formais de Treinamento de Voo Orientado à Linha (LOFT). Essa é uma opção, porém é possível que, enquanto as tripulações demonstrem uma coordenação desejada ao serem avaliadas nas condições de risco, elas não os pratiquem nas operações rotineiras (Helmreich et al., 2017).

Influenciadas pelo trabalho do Professor James Reason (1990, 1997) sobre o erro humano, ainda que preconizado desde a primeira geração de Crew Resource Management (CRM), avaliações de comportamentos específicos não estavam explícitas, pois era necessário defender uma abordagem mais justificada, definida e acompanhada por suporte organizacional proativo no gerenciamento de erros (Helmreich et al., 2017).

Na quinta geração do Crew Resource Management (CRM), no que tange o gerenciamento de erros, há a premissa negativa de que o erro humano, além de onipresente, é inevitável e, como valiosa fonte de informação, a premissa positiva do erro. Sendo o erro inevitável, o Crew Resource Management (CRM) proporciona contramedidas de defesa em três aspectos: o primeiro, naturalmente, é evitar o erro; o segundo é capturá-lo ainda incipiente antes que se torne comprometedor; e o terceiro é mitigar suas consequências (Helmreich et al., 2017).

Uma importante abordagem no gerenciamento de erros nas organizações consiste no entendimento formal que eles ocorrerão e na comunicação de uma política não punitiva; o que não implica violação de regras e procedimentos (Helmreich et al., 2017).

A quinta geração procura o desenvolvimento de estratégias para mitigar o erro com base nas limitações do desempenho humano. Observações empíricas demonstram os efeitos deletérios de estressores como fadiga, sobrecarga de trabalho e emergências. Isso indica que o Crew Resource Management (CRM) precisa ter um lugar assegurado na formação inicial e recorrente das tripulações (Helmreich et al., 2017).

No início da década de 2010, a chamada sexta geração de Crew Resource Management (CRM) se concentra não apenas nas ameaças e erros a serem gerenciados pelas tripulações, mas ultrapassa a interface homem-máquina, a aquisição de informações oportunas e apropriadas relativas às atividades interpessoais, que incluem formação de liderança e manutenção de equipes bem treinadas na resolução de problemas, tomada de decisão e manutenção da consciência situacional (Salas & Maurino, 2010). A Figura 7 mostra a evolução do Crew Resource Management (CRM).

Figura 7

Evolução do Crew Resource Management (CRM)



Nota. Elaborado pelo Autor (2022).

O treinamento em *Crew Resource Management* (CRM), segundo Kanki, Helmreich e Anca (2010) suscita, além de um bom nível de comunicação, o conhecimento dos conceitos de fatores humanos relacionados à aviação a fim de fornecer os elementos necessários para aplicá-los nas operações aéreas.

2.6.2 Treinamento em Crew Resource Management (CRM)

O treinamento em Crew Resource Management (CRM) é essencial para que todos os envolvidos nas operações aéreas tenham um alto grau de proficiência técnica, apesar do reconhecimento de que o domínio de seus conceitos não supre a falta de proficiência operacional. Em contrapartida, é sabido que elevada proficiência sem uma efetiva coordenação da tripulação não promove uma operação segura (Brasil, 2020). A experiência mostra que os conceitos de Crew Resource Management (CRM) não são absorvidos em um curto espaço de tempo, por melhor que seja a qualidade do treinamento, faz-se necessário um reforço contínuo. Os profissionais envolvidos com a atividade aérea passam por três fases: treinamento dos conceitos iniciais para conscientização, prática de Crew Resource Management (CRM) e reciclagem. Alguns fundamentos de caráter universal são recomendados (Brasil, 2012):

- i. o Treinamento deve enfatizar o trabalho de equipe, e não a competência técnica individual, para haver eficiência e eficácia no desempenho operacional;
- ii. o Crew Resource Management (CRM) deve criar oportunidades para que o grupo pratique e desenvolva os conceitos de liderança em trabalho de equipe, conforme a função real do indivíduo;
- iii. deve incluir as situações que envolvam operações de rotina.

O treinamento e sua prática contínua, além de seu efeito positivo, promove a redução do estresse em momentos de alta carga de trabalho e alto desempenho nas situações reais de emergência, quando a pressão do tempo exige uma resposta rápida, para todos os envolvidos (Brasil, 2012).

Como elemento central das operadoras aéreas está o setor de operações de voo⁷(Kanki, Helmreich & Anca, 2010). O treinamento em Crew Resource Management (CRM) é ferramenta fundamental neste setor para a prevenção de erro do piloto e de seu time face às emergências. Desse modo, são fundamentais as orientações sobre comunicação eficaz, o compartilhamento de tarefas e o desenvolvimento do trabalho em equipe para a construção de estratégias de reconhecimento, prevenção e gerenciamento de ameaças (Kanki, Helmreich & Anca, 2010).

Conforme a Instrução Suplementar – IS nº 00-010 da ANAC, a filosofia de Crew Resource Management (CRM)⁸, pressupõe a falibilidade dos membros de uma equipe e as ameaças geradas pelos seus erros, que devem ser gerenciadas mediante o uso de uma comunicação ativa dentro de procedimentos padrão estabelecidos para cooperação e monitoramento contínuos. Pressupõe também que aqueles que ocupam cargos hierarquicamente superiores sejam disseminadores da cultura de segurança, a fim de mitigar os erros de decisão que constituem falhas latentes nas organizações (Brasil, 2020).

Do ponto de vista de gestão, Salas e Maurino (2010) apontam para a vantagem competitiva das empresas no aspecto da mitigação do risco. As melhorias nos processos geram mais eficiência na segurança além da redução de custos em todo o sistema. Destaca-se que melhores práticas serão aplicadas por equipes de gestão mais bem preparadas. Outra questão importante sobre o investimento em treinamento e práticas do Crew Resource Management (CRM) para as tripulações está no custo insignificante quando comparado às

⁷ Tem como atribuição gerenciar treinamento de pessoal, manutenção das aeronaves, despacho e acompanhamento dos voos e escala de tripulações.

⁸ A filosofia de *Crew Resource Management* (CRM) tem como pressuposto a falibilidade dos membros de uma equipe. Que erros e ameaças precisam ser gerenciados pelo uso de comunicação efetiva, listas de verificações, procedimentos padronizados, cooperação, e monitoramento contínuos. A filosofia de *Crew Resource Management* (CRM) pressupõe também que a alta gestão é responsável em difundir uma cultura de segurança baseada no (CRM), evitando assim erros de decisão reconhecidamente como falhas latentes na organização.

perdas de vidas ou monetárias de uma aeronave no caso de acidentes, sem considerar o resultado de publicidade negativa subsequente, como defendido por Salas e Maurino (2010).

Um dos casos mais relevantes relacionados ao *Crew Resource Management* (CRM), no aspecto da tomada de decisão, foi o do voo 1549 de La Guardia, Nova York, com destino a Charlotte, Carolina do Norte, com 150 passageiros a bordo. O capitão da aeronave era Chesley “Sully” Sullenberger, piloto de 57 anos, com aproximadamente 20 mil horas de voo.

2.7 A Técnica do Incidente Crítico

A técnica do incidente crítico teve sua origem em 1941, com John C. Flanagan, sendo desenvolvida nos estudos comportamentais realizados no Programa de Psicologia da Aviação da Força Aérea dos Estados Unidos da América. Caracteriza-se como uma metodologia de pesquisa qualitativa. Essencialmente é um procedimento que reúne fatos importantes relativos à observação do comportamento humano em situações definidas. Vários estudos foram realizados entre os anos de 1941 e 1945, no intuito de identificar exigências críticas determinantes para o sucesso ou fracasso de voos nas missões de combate. Mais tarde, foi usada na aviação comercial para análise de razões específicas do fracasso na aprendizagem de voo, fornecendo subsídios para melhorias dos programas de seleção de pilotos, treinamento das tripulações, coleta e análise de incidentes comportamentais positivos e negativos relacionados à liderança, identificação de situações e causas de desorientação no voo, apresentando sugestões de melhoria para os programas de treinamento (Flanagan, 1973).

2.8 A Gestão do Conhecimento

O conceito de Gestão do Conhecimento contribui para a geração, compartilhamento e aplicação do conhecimento de forma organizada. A gestão do conhecimento é o conjunto de tecnologias e processos, cujo objetivo é apoiar a criação, a transferência e a aplicação do conhecimento nas organizações (Adeniram & Olorunfemi, 2020). Pode também ser descrito

como otimização na gestão de recursos de natureza intelectual que gera valor, aumenta a produtividade, alcança e mantém vantagem competitiva para uma organização (Webb, 1998).

2.8.1 A Espiral do Conhecimento

Em sua definição tradicional, conhecimento é uma “crença verdadeira justificada” (Klitzke, 2019). No entanto, Nonaka, Toyama e Konno (2000) discorrem sobre o aspecto “justificada” e destacam que a epistemologia ocidental tradicional atribui essencialmente a ‘veracidade’ como principal arcabouço da teoria do conhecimento. Porém, essa visão absoluta, estática e não humana do conhecimento não aborda as suas dimensões relativas, dinâmicas e humanísticas (Nonaka, Toyama & Konno, 2000). Ainda, quando enraizado nos sistemas de valores individuais, tem sua função ativa e subjetiva em termos de “compromisso” e “crença” (Nonaka, Toyama & Konno, 2000).

Criado nas interações sociais entre os indivíduos e organizações, o conhecimento é dinâmico, específico ao contexto, e dependente de determinado momento e espaço. Caso contrário, seria apenas informação (Nonaka, Toyama & Konno, 2000).

Conforme Davenport e Prusak (1998), conhecimento não é dado, como tampouco é informação, embora esteja relacionado a ambos. Há confusão sobre dados, informação, conhecimento e como se diferem, mas por mais básico que possa parecer, ainda é importante diferenciá-los, esclarecendo que não são conceitos intercambiáveis.

Existem dois tipos de conhecimento: o explícito e o tácito. O conhecimento explícito é aquele que pode ser expresso em linguagem formal, que pode ser compartilhado e sistematizado em forma de dados, que pode ser expresso em fórmulas científicas e que pode ser armazenado, processado e transmitido com facilidade (Nonaka, Toyama & Konno, 2000). Por outro lado, o conhecimento tácito acontece de forma individual e por isso é mais difícil de ser formalizado. Ele se encontra principalmente nos valores, emoções, intuições e nas ações daqueles que os detêm (Nonaka, Toyama & Konno, 2000). Apesar dessa riqueza de

conceitos, o conhecimento é visto tradicionalmente pela epistemologia ocidental como explícito apenas, porém se faz necessário o reconhecimento de que ambos, explícito e tácito, são complementares e suas interações dão a natureza de sua criação (Nonaka, Toyama & Konno, 2000).

Para Choo (1998), o conhecimento reside na mente dos indivíduos, e esse conhecimento pessoal precisa ser convertido em um conhecimento que possa ser compartilhado e transformado. Segundo Takeuchi e Nonaka (2008), a abordagem adotada pelos teóricos organizacionais mudou o foco nas tratativas do conhecimento em uma divisão cartesiana entre sujeito e objeto, dentro de um novo mecanismo nos processos das informações. Neste novo foco a informação é recebida do ambiente externo, sendo então processada e adaptada a novas circunstâncias. Porém, para Takeuchi e Nonaka (2008) esta abordagem não gera inovação, pois acreditam que a criação de conhecimento organizacional é feita de dentro para fora, no que tange à redefinição de seus processos. Sendo a base epistemológica a distinção entre o conhecimento tácito e o conhecimento explícito (Takeuchi; Nonaka, 2008).

Choo (2006) parte da classificação de Boisot (1995) e propõe outra distinção do conhecimento, além de tácito e explícito, o cultural. Simbolizado nas estruturas cognitivas e emocionais normalmente utilizadas pelos membros de uma organização. Nelas estão incluídas percepções e crenças que descrevem, avaliam e explicam realidades. Tais crenças ditam regras e valores que se compartilham e se estruturam.

De forma simples, Davenport e Prusak (2003) definem o conhecimento tácito como aquele que não pode ser representado efetivamente fora da mente humana. Em outras palavras, difícil de ser colocado em um relatório. Nas organizações, o processo de transmissão ocorre no incentivo à interação entre os indivíduos, também de forma implícita e independente daqueles que o desenvolveram. O conhecimento tácito pode estar inserido no processo ou dentro de um produto que o contenha. Todo processo de produção se constrói

intermediado por um conjunto de procedimentos, oriundo de um conhecimento prévio daqueles que o desenvolveram, portanto, podem ser conservados nos ambientes organizacionais (Davenport & Prusak, 2003).

As organizações são beneficiadas pelo conhecimento explícito utilizável nos processos de produção transferido pelos sistemas formalizados. A produção de patentes, por exemplo, é uma forma de conhecimento codificado por processos desenvolvidos de conhecimento especializado por seus criadores. Um sistema especializado representa uma tentativa explícita de captar o conhecimento humano através de sua transferência para um sistema formalizado. Baseado em regras, algumas formas do conhecimento são codificadas e explícitas (Davenport & Prusak, 2003).

Davenport e Prusak (2003) categorizam o conhecimento como complexo e acumulado dentro do indivíduo, sendo ele total ou parcialmente indefinível, até aqueles mais evidentes, inequívocos e ordenados. A Figura 8 ilustra essas dimensões do conhecimento.

Figura 8

Dimensões de codificação do conhecimento

Tácito	_____	Articulável
Não passível de ensino	_____	Passível de ensino
Não articulado	_____	Articulado
Não observável em uso	_____	Observável em uso
Substancial	_____	Esquemático
Complexo	_____	Simple
Não documentado	_____	Documentado

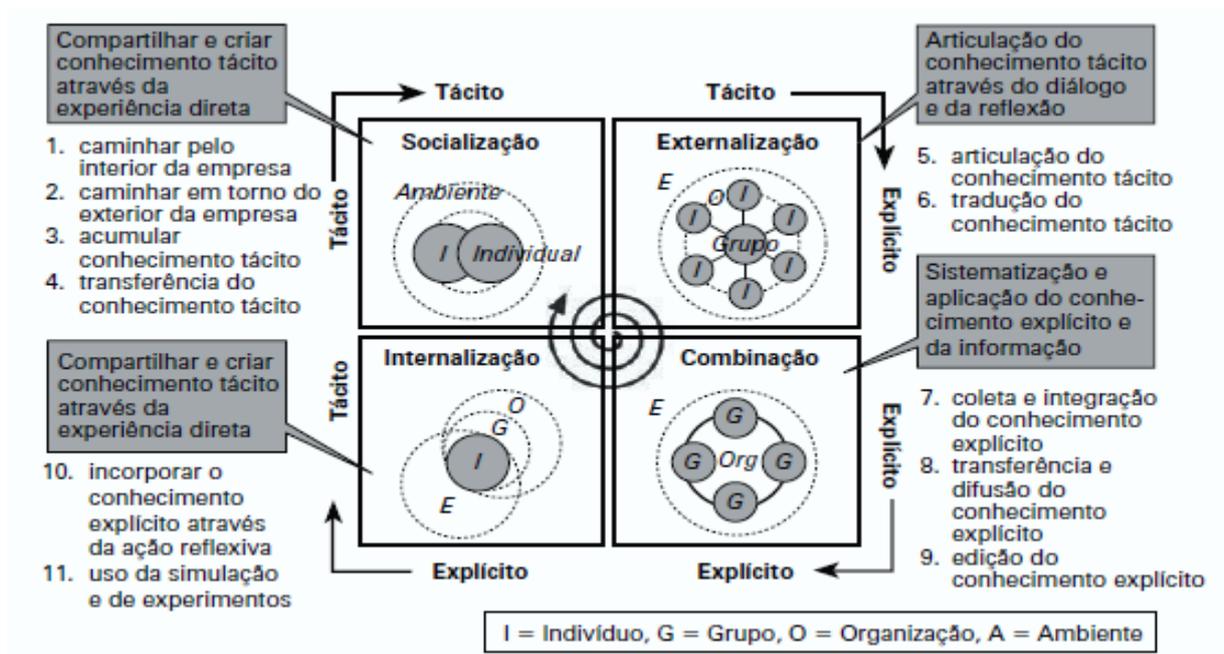
Nota. Extraído de Davenport e Prusak (2003, p. 36).

No que tange a transferência do conhecimento, segundo Takeuchi e Nonaka (2008), as organizações criam conhecimento pelo processo de conversão, conhecido na literatura como processo SECI. Foram estabelecidos quatro modos de conversão do conhecimento, conforme a Figura 9, assim definidos: a socialização (conhecimento tácito para conhecimento tácito); a externalização (conhecimento tácito para conhecimento explícito); a combinação

(conhecimento explícito para conhecimento explícito); e a internalização (conhecimento explícito para conhecimento tácito).

Figura 9

A espiral do conhecimento



Nota. Extraído de Takeuchi e Nonaka (2008, p. 98).

A socialização é o processo de conversão por meio de experiências compartilhadas. Aquela em que o conhecimento é adquirido pela experiência prática, em vez de manuais ou livros, mas pode ocorrer também em situações informais externas aos locais de trabalho. Normalmente, as organizações adquirem conhecimento nas interações com seus clientes e fornecedores (Nonaka, Toyama & Konno, 2000).

Por sua vez, a externalização é o processo em que o conhecimento tácito é articulado para se tornar explícito. Dessa forma ele pode ser compartilhado, como base para novos conceitos e desenvolvimento de novos produtos e melhorias em novos processos. Segundo Nonaka, Toyama e Konno (2000), o resultado positivo do processo da Externalização dependerá do uso de metáforas, analogias e modelos (Nonaka, Toyama & Konno, 2000).

Já a combinação é o processo que converte um conjunto em subconjuntos de conhecimento explícito de forma sistematizada. Pode ser adquirido e/ou disseminado dentro ou fora da organização e, posteriormente, combinados, desdobrados em seus conceitos, descritos e processados para formar novos conhecimentos. Redes de comunicação e banco de dados facilitam esse processo de conversão de conhecimento (Nonaka, Toyama & Konno, 2000).

Por fim, a internalização é o processo que incorpora o conhecimento explícito em conhecimento tácito. Isto permite o compartilhamento em toda a organização no aspecto de “aprender fazendo”, por meio da ação e da prática. Programas de treinamento ajudam a compreensão da organização e a de si mesmos (Nonaka, Toyama & Konno, 2000).

Esses processos sobre as reflexões que os indivíduos fazem ao ler documentos e manuais sobre seus trabalhos podem ser exemplificados, pelo momento em que são internalizados, pois tornam-se parte do conhecimento tácito deles próprios na formação dos modelos mentais e *know-how* técnico, a serem compartilhados. Então, esse valioso ativo acumulado individualmente desencadeará uma nova espiral de criação do conhecimento quando for compartilhado através da socialização (Nonaka, Toyama & Konno, 2000).

De acordo com Davenport e Prusak (1998), o conhecimento é considerado valioso por estar mais próximo da ação em relação a dados e a informação, sendo avaliado pelas decisões ou ações de quem as conduz. Um melhor conhecimento leva à eficiência, seja na produção ou desenvolvimento de produtos, ou seja, nas estratégias para tomada de decisões e na prestação de serviços.

A formação de pessoal exerce papel fundamental na gestão. Equipes de cooperação, colaboração e pensamento criativo são um dos principais fatores no desenvolvimento e sucesso da gestão do conhecimento nas organizações. À vista disso, pode-se considerar a eficiência no uso da gestão do conhecimento em todo setor aéreo, pela implementação do

conhecimento nos programas de gestão e, assim, melhorar as capacidades no domínio dos recursos de informação (Golafzani & Salari, 2017).

A fim de abordar como as organizações gerenciam seus processos de criação de conhecimento, que se caracterizam por interações dinâmicas entre seus membros, dois elementos, o Ba e os ativos de conhecimento, devem interagir com o processo SECI de forma orgânica e dinâmica (Nonaka, Toyama & Konno, 2000).

2.8.2 Ba: Contexto Compartilhado em Movimento para a Criação de Conhecimento

De forma contrária à visão cartesiana do conhecimento, que enfatiza a natureza absoluta e livre de contexto, o conhecimento precisará de um contexto, social ou histórico, que forneça base para interpretar informações e criar significados. Seu processo de criação é necessariamente específico em termos de quem participa e como participa e, portanto, os participantes do Ba não podem ser meros espectadores. Em vez disso, eles estão comprometidos com o Ba por meio de ação e interação (Nonaka, Toyama & Konno, 2000).

Ba é definido em um contexto no qual o conhecimento é compartilhado, criado e utilizado. É um lugar, não necessariamente físico, onde a informação é interpretada para se tornar conhecimento. Nesse viés, Ba propicia o compartilhamento de tempo e espaço aos seus participantes, porém, simultaneamente, transcende o tempo e o espaço. Na criação do conhecimento, particularmente na socialização e na externalização, é importante que os participantes compartilhem tempo e espaço (Nonaka, Toyama & Konno, 2000).

2.8.3 Ativos de Conhecimento

Os ativos de conhecimento estão inseridos nas bases dos processos de criação de conhecimento, definidos como recursos específicos das empresas, indispensáveis na criação de seus valores. Os ativos de conhecimento são as entradas e saídas, bem como fatores moderadores do processo de criação de conhecimento. A confiança entre os membros da organização é um exemplo de como se origina uma saída do processo de criação de

conhecimento que, simultaneamente, modera o funcionamento do Ba como plataforma no processo de criação de conhecimento (Nonaka, Toyama & Konno, 2000).

O conhecimento é considerado um dos mais importantes ativos na criação de vantagem competitiva das empresas, porém, em função de sua natureza tácita, faltam ainda um sistema e ferramentas eficazes para avaliar e gerenciar esses ativos, que são dinâmicos e estão em constante evolução (Nonaka, Toyama & Konno, 2000).

A fim de entender como os ativos de conhecimento são criados, adquiridos e explorados, estes foram categorizados em quatro tipos: experiencial, conceitual, sistêmico e de rotina:

- i. **Ativos de Conhecimento Experiencial:** consistem no conhecimento tácito construído na experiência prática compartilhada entre os membros da organização, e entre seus parceiros externos, adquirindo habilidades e know-how.
- ii. **Ativos de Conhecimento Conceituais:** consistem em conhecimento articulado por meio de imagens, símbolos e linguagem. São percebidos como conceitos mantidos pelos clientes e membros da organização. São mais fáceis de compreender do que os ativos de conhecimento experiencial, por terem formas tangíveis.
- iii. **Ativos de Conhecimento Sistêmico:** consistem em conhecimento explícito como tecnologias, especificações de produtos, manuais e informações documentadas de clientes e fornecedores, propriedades intelectuais, licenças e patentes.
- iv. **Ativos de Conhecimento de Rotina:** consistem no conhecimento tácito incorporado às ações e práticas das organizações. Tais como Know-how, cultura organizacional e rotinas organizacionais (Nonaka, Toyama & Konno, 2000).

2.8.4 Mapeamento de Ativos do Conhecimento

São esses quatro tipos de ativos de conhecimento que formam a base do processo de criação do conhecimento. As organizações precisam mapear e gerenciar a criação e a

exploração do conhecimento de forma efetiva, todavia, devido a seu dinamismo, a catalogação do conhecimento existente não é suficiente (Nonaka, Toyama & Konno, 2000).

Estando assim apresentado o modelo de criação do conhecimento organizacional por intermédio do SECI e Ba, o conhecimento criado torna-se, então, parte dos ativos de conhecimento da organização para que se converta na base para uma nova espiral de criação de conhecimento (Nonaka, Toyama & Konno, 2000).

Uma característica importante nesse processo está na intermediação dos criadores de conhecimento, interagindo ativamente na interseção dos fluxos de informação, por uma liderança distribuída, vista como nova gestão *middle-up-down*, em detrimento da liderança tradicional, *top-down*. Nesse sentido, diferentes níveis de gerência assumem papéis de liderança, trabalhando nos três elementos do processo de criação, promovendo o compartilhamento de ativos de conhecimento e a contínua espiral de criação de conhecimento (Nonaka, Toyama & Konno, 2000).

2.8.5 Bases do Conhecimento, Lições Aprendidas e Melhores Práticas

Segundo Patton (2001) a geração do conhecimento tem sido disseminada na forma de boas práticas em todos os setores da sociedade, pela construção das bases do conhecimento estruturadas pelas ontologias intimamente relacionadas à gestão do conhecimento, em seus processos adquirem e compartilham as informações de uma organização, gerando conhecimento coletivo para alcançar resultados em produtividade e inovação. Por exemplo, a base de conhecimento da Price Waterhouse, contém informações sobre processo, indústria e medidas de desempenho. Essas mesmas informações fornecem visões diferentes das melhores práticas, tais como, controle dos custos de salário e remunerações, geração de habilidades para aprimorar os resultados de compras e vendas, bem como a evolução de processos de reconhecimento de reais despesas (O'leary, 1998).

Utilizando os resultados da pesquisa de melhores práticas (Best Practices, LLC, 2001) foram identificadas dimensões-chave de desempenho, como fatores fundamentais para a integração em sistemas de gestão. As principais dimensões de desempenho incluem:

- i. vincular melhores práticas para o cumprimento da estratégia;
- ii. criar sistemas de Identificação de Melhores Práticas;
- iii. criar sistemas de Reconhecimento de Melhores Práticas;
- iv. melhorar práticas de comunicação;
- v. criar sistemas de Compartilhamento de Conhecimento de Melhores Práticas;
- vi. Nutrição Contínua das Melhores Práticas (Patton, 2001).

As bases de conhecimento abarcam o conteúdo do sistema de gestão do conhecimento e, nas organizações, dependem do negócio e domínio em que estão envolvidas. Essas bases incluem propostas, compromissos, melhores práticas e ampla gama de outros tópicos como parte de seu sistema de gestão do conhecimento (O'leary, 1998).

As bases de conhecimento podem utilizar fontes internas ou externas de informações. A qualidade e a quantidade das informações externas são, geralmente, menos previsíveis e menos controláveis. O conhecimento, oriundo de várias fontes, deriva de decisões baseadas em aquisição e integração. Alguns bancos de dados guardam as informações documentais e outros guardam as informações relativas às melhores práticas (O'leary, 1998).

2.8.6 Cultura Organizacional: Compartilhamento e Barreiras

De acordo com Alvarenga Neto (2005) o objetivo principal para a mudança de uma cultura centrada no indivíduo para outra direcionada ao coletivo, está no rompimento de todos os tipos de barreiras existentes nas organizações, sejam elas culturais, hierárquicas ou pessoais. Uma cultura colaborativa efetuada pelo compartilhamento contribui para o melhor desenvolvimento e manutenção de conhecimentos tácitos na organização, evitando que esses conhecimentos permaneçam em poder de um único indivíduo.

Para Alvarenga Neto (2005) a gestão do conhecimento ultrapassa a gestão da informação, pois inclui a incorporação de temas e abordagens nas questões do uso e do compartilhamento de informações e conhecimentos na criação de um contexto capacitante.

A identificação dos principais desafios enfrentados pelas organizações comprometidas com a gestão do conhecimento, segundo Alvarenga Neto (2005), relaciona-se à gestão de mudanças culturais e comportamentais a partir do compartilhamento de informações e conhecimentos.

A existência de um contexto capacitante inserido no modelo de uso estratégico da informação proposto por Choo (1998) amplia o conhecimento criado pelos indivíduos, quando satisfeitas as condições contextuais que devem ser propiciadas pela organização, conforme Von Krogh, Ichijo e Nonaka (2001, como citado em Felipe & Mota, 2005). Nessa perspectiva, a informação e o conhecimento são utilizados na mitigação das incertezas e ambiguidades por meio de práticas de criação, codificação, transferência e compartilhamento de conhecimento. Tais atividades, se voltadas às práticas de trabalho, modificarão aspectos comunicacionais e capacitarão os indivíduos para o compartilhamento das informações, rompendo as barreiras existentes (Alvarenga Neto, 2005).

2.9 Práticas de Gestão do Conhecimento na Aviação

Para os gestores de transporte aéreo, em função de seu desenvolvimento e da competitividade de mercado, as práticas de gestão do conhecimento são indispensáveis para a composição dos estágios organizacionais, desde o planejamento estratégico até a experiência dos clientes (Adeniram & Olorunfemi, 2020).

A gestão do conhecimento é requisito para a melhoria do desempenho no setor aéreo, impulsionado por novas tecnologias e mudanças em um mercado de natureza complexa. Nesse setor, a capacidade de gerenciamento da informação mediante coleta, análise, registro

e transferência ou compartilhamento, significa a expansão da organização (Adeniram & Olorunfemi, 2020).

Aplicar a gestão do conhecimento no processo organizacional, que gera valor de ativos, obriga as organizações a se atentarem para a importância do conhecimento, a fim de alcançar uma vantagem competitiva e sustentável (Golafzani & Salari, 2017). O conhecimento, como o bem mais precioso da empresa, incorpora uma série de melhores práticas, lições aprendidas, rotinas, decisões e processos de criação, que normalmente não podem ser imitados por outros concorrentes (Renzl, 2008).

Como um depositário de tecnologia, a aviação, possui uma abundância de conhecimento e padrões técnicos que são fundamentais para o registro do conhecimento gerado na concepção, produção e fabricação na indústria aeronáutica (Ai et al., 2019). Devido à estrutura complexa, ao grande número de componentes e ao processamento de diferentes materiais, o conhecimento utilizado e produzido pela indústria da aviação envolve diversas áreas do conhecimento e modelos de gestão. Esses modelos, por sua vez, propiciam uma base teórica e metodológica para a construção da tecnologia aeronáutica (Ai et al., 2019).

As normas técnicas associadas à documentação padrão da aviação elevam ainda mais o nível do fator conhecimento, que forma um sistema de conhecimento em rede e desenvolve um potencial lógico dos padrões técnicos da aviação (Ai et al., 2019). A utilização desse sistema favorece a rápida obtenção do conhecimento técnico em normas técnicas (Ai et al., 2019).

Nesse sentido, as habilidades cognitivas são descritas como pensamentos aplicados para obter e manter a consciência e encontrar soluções para problemas e tomada de decisões. As habilidades interpessoais envolvem a capacidade de interagir com os pares, por meio de uma série de comportamentos necessários para a consolidação de equipes (Hosseini et al., 2014).

Associações explícitas e implícitas do conhecimento técnico, na indústria aeroespacial, são viáveis, abertas e dinâmicas. Nessas associações, uma abundância de conhecimento potencialmente oculto pode ser obtida, um conjunto de conhecimento com características diferentes serão relacionados para formar uma nova estrutura de conhecimento valiosa. Devido ao desenvolvimento dinâmico da tecnologia, o processo é também caracterizado como dinâmico em espiral (Ai et al., 2019).

De acordo com Hosseini *et al.* (2014) a Gestão do Conhecimento (GC) forma -se também nas interações entre pessoas, tecnologias e processos. Recorrendo aos processos as pessoas geram, compartilham, aplicam, organizam e transferem o conhecimento. A tecnologia envolve os mecanismos de armazenamento e acesso a bases de dados do conhecimento gerado, sendo interação vital para uma GC bem-sucedida (HOSSEINI *et al.*, 2014).

2.9.1 O Desempenho Profissional dos Pilotos e a Dimensão do Conhecimento

No que tange ao aspecto da segurança operacional da aviação e análise das deficiências de conhecimento e desempenho dos pilotos, utiliza-se o Professional Performance Analysis (PPA), como instrumento de verificação do desempenho profissional. Ao sinalizar tal análise que poucos erros dos pilotos resultaram de deficiências de habilidade, mas em sua maioria, da gestão de recursos da tripulação, demonstra para a indústria aeronáutica a necessidade de concentrar-se na dimensão do conhecimento (Besco, 1992).

De acordo com Besco (1992), alguns questionamentos podem ser feitos na abordagem de adequação do conhecimento de uma tripulação, no que se refere a um acontecimento.

São observados ainda os impactos do conhecimento na compreensão da situação que está ocorrendo, na seleção de estratégias, na escolha de alternativas e suas consequências quanto às resposta do sistema a tudo isso. Besco (1992) estabelece para essas relações, quatro níveis de aprendizagem que podem ser aplicados como fatores de conhecimento, a saber:

- i. Inconscientemente incompetente: a tripulação não sabe que não sabe. Significa que a tripulação não sabe que não sabe algo ou que não pode fazer algo. Situação particularmente perigosa se a tripulação optar por ações inadequadas.
- ii. Conscientemente incompetente: a tripulação sabe que não sabe. Significa estar ciente da gravidade do problema, porém incapaz de selecionar respostas adequadas.
- iii. Conscientemente competente: a tripulação tem conhecimento e habilidade para lidar com a situação, mas deve aplicar muito esforço. O perigo está na carga de trabalho. O desempenho pode estar ameaçado em função da capacidade da execução de tarefas em níveis individuais e coletivos.
- iv. Inconscientemente competente: caracteriza uma super aprendizagem. O conhecimento e habilidades são aplicados de forma automática e sem pensamento consciente, deixando a capacidade cognitiva disponível para tarefas adicionais. Nível de desempenho, conhecimento e habilidades necessárias na cabine.

O Professional Performance Analysis (PPA) disponibiliza uma ferramenta de análise aprofundada no que se refere à mitigação do erro e à otimização do desempenho dos pilotos nas operações de voo (Besco, 1992). Essa ferramenta tem sido usada com sucesso nas investigações de acidentes, mudando o foco dos erros de desempenho do piloto quanto às deficiências de habilidade para as deficiências de conhecimento e problemas de atitudes, reconhecidos agora como as principais fontes de erros dos pilotos (Cooper, White & Lauber, 1980; Helmreich, et al., 1990).

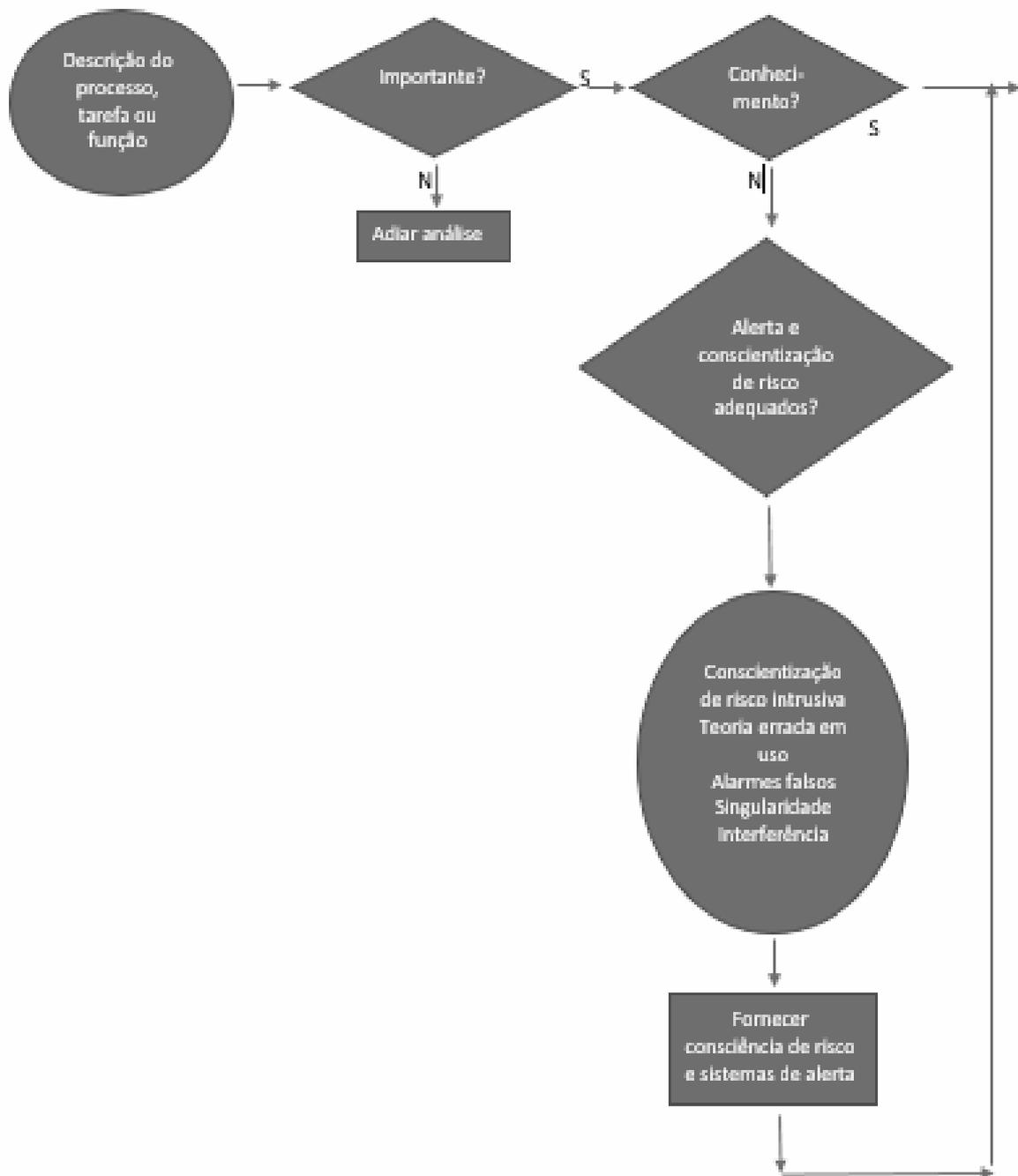
O erro do piloto é um processo racional sujeito a análises cientificamente rigorosas, porém, nas organizações, quando as circunstâncias do fato não são evidentes como resultado do mau desempenho da tripulação, ficam limitadas a questões específicas dos problemas de ajustamento pessoal de um piloto, com foco no comportamento individual em detrimento do

coletivo (Helmreich, 1984, como citado em Besco, 1992) que devem ser relacionados aos problemas de gerenciamento de recursos da tripulação (CRM), pois a suposição de uma única causa de falha pelo desempenho do piloto foi substituída por um modelo que identifica uma cadeia complexa de eventos que ocasionam um acidente (Besco, 1992).

O sistema PPA oferece um roteiro ao processo de investigação independente de novas teorias ou metodologias. O processo é baseado em um fluxo lógico dos processos e na sequência operacional. De acordo com Besco (1992), no primeiro passo, conforme mostrado na Figura 10 apresenta-se a descrição completa e imparcial do erro, tarefa ou função, como um relato objetivo a ser observado de forma isenta, sem sugestão de causas ou conclusões. O próximo passo consiste em avaliar o impacto do erro de forma específica ao caso, determinando se a sua remoção teria evitado o acidente, pois em alguns casos são irrelevantes, a não ser no que se refere a sua importância de longo prazo nas políticas de segurança. Caso sua eliminação seja fator de impedimento, prossegue-se para o próximo passo, caso contrário, mantém-se para uma análise posterior na prevenção de eventos futuros.

Figura 10

Descrição, criticidade e etapas de conscientização do sistema PPA



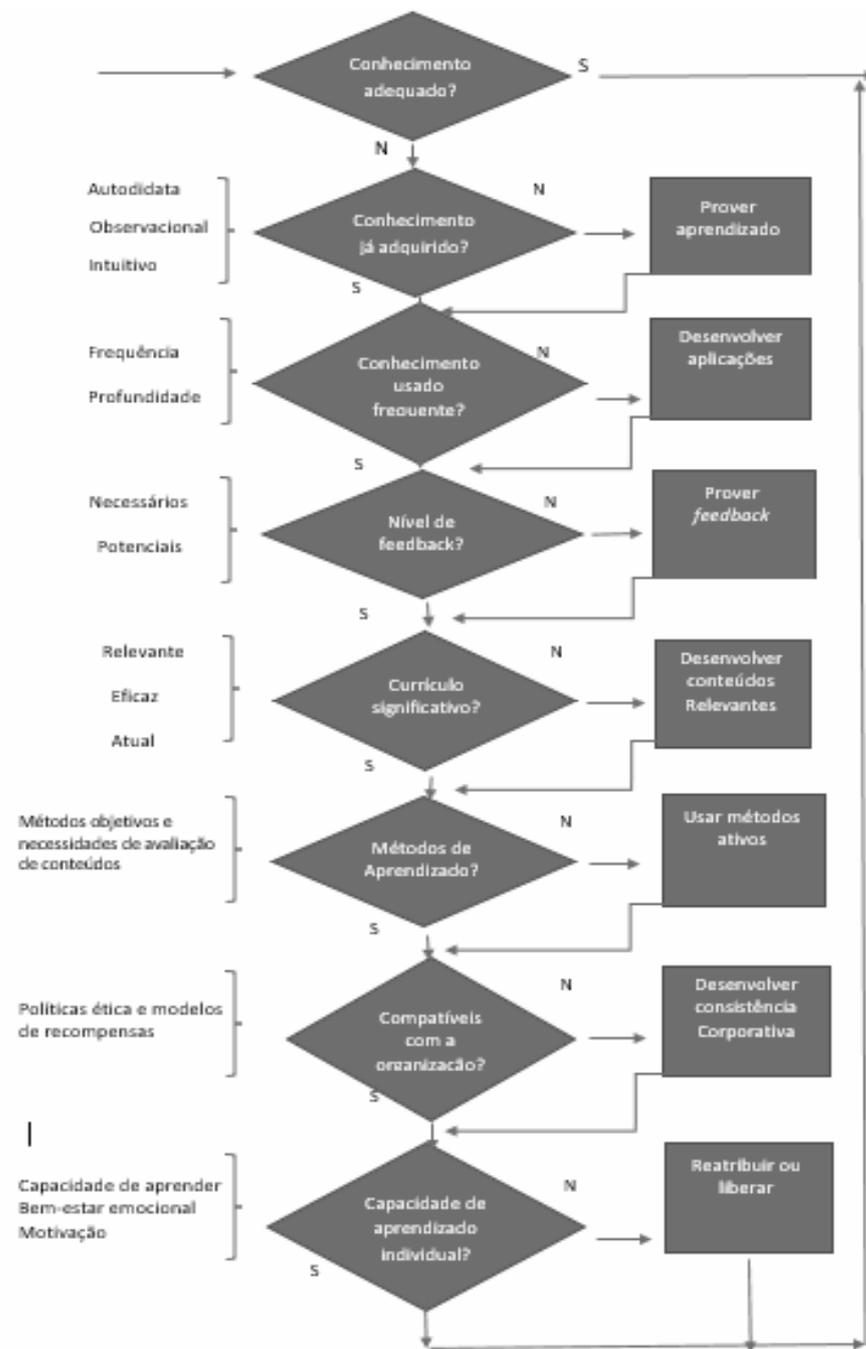
Nota. Adaptado de Besco (1992, p. 57).

Na próxima etapa, é importante avaliar a visibilidade do erro na percepção dos membros da tripulação, verificar se esses membros tinham ciência de que um erro havia sido cometido e de que uma ameaça existia (Besco, 1992). Se a tripulação desconhecia a ameaça ou erro é necessário identificar o motivo, para que em seguida seja analisada a adequação do monitoramento, detecção e alerta conforme Wiener (1988, como citado em Besco, 1992) para o desenvolvimento das mudanças necessárias, a fim de que uma tripulação tenha razoáveis chances na detecção do problema e, portanto, na adoção de medidas corretivas. Já o próximo passo consiste em analisar as inadequações do conhecimento no primeiro ramo do sistema (Besco, 1992).

Na Figura 11 dispõe-se o fluxograma detalhado para analisar se a tripulação dispunha de conhecimento suficiente para lidar com o problema em curso. Em caso afirmativo, essa etapa é ignorada e prossegue-se para próximo fator importante relacionado ao sistema. No entanto, de acordo com Besco (1988, 1992) se houver a menor dúvida de adequação do conhecimento, essa análise deve ser conduzida para eliminar qualquer hipótese de excluir fatores de causa no processo (Besco, 1992).

Figura 11

Análise da dimensão do conhecimento do sistema PPA



Nota. Adaptado de Besco (1992 p. 59).

Para Helmreich e Foushee (2019) a identificação das questões sobre o nível de conhecimento da tripulação como tópico central na causa dos acidentes e incidentes é uma conquista significativa no processo de compreensão da segurança nas operações de voo. Dependendo da frequência de exposição da tripulação às anomalias durante o treinamento ou

em operações, sua resposta pode ser automática, aplicando regras ou desenvolvida com base no conhecimento profundo. As respostas automáticas assumem o reconhecimento de estímulos específicos, nos quais a reação está associada sem verdadeira interpretação. A aplicação de regras pressupõe não só conhecimento, mas também o reconhecimento das condições de aplicabilidade e, portanto, a interpretação correta das anomalias.

A construção de uma resposta aplicada à experiência pressupõe incorporação da anomalia na representação mental da situação, o que pode passar pela sua destruição/reconstrução, muito dispendiosa em recursos e tempo. Dessa forma, a correta percepção da circunstância pela tripulação, possibilita confiabilidade e rapidez do diagnóstico e decisão a serem melhorados, relaciona-se não só a forma como a situação é apresentada a essa tripulação (interfaces, parâmetros), mas também à sua formação e experiência.

2.9.2 Tripulação e Adequação do Conhecimento

Saber se a tripulação possui o conhecimento para lidar com esses eventos é uma questão importante. Sem dúvida, se a tripulação tivesse o conhecimento adequado em algum tempo anterior, a análise poderia prosseguir para a próxima etapa relacionada à frequência de uso do conhecimento. No entanto, o seguinte conjunto de questões sobre os níveis de conhecimento anteriores deve ser abordado, se houver a menor chance do nível de conhecimento não ter sido o adequado.

Para Besco (1992) e Kanki, Helmreich e Anca (2010) melhorias devem ser recomendadas caso a análise revele qualquer deficiência no treinamento, sendo este o elo vital no provimento de excelência ao desempenho profissional, devendo também assegurar-se de que o desenho de programas de treinamento seja tão completo quanto o desenho dos sistemas da aeronave.

2.9.3 Frequência de Uso do Conhecimento

Segundo Besco (1992) se a tripulação já adquiriu o conhecimento sem a aplicação necessária, talvez não o tenha retido. A questão é: Com que frequência o conhecimento tem sido usado no trabalho? É provável que a tripulação exerça esse conhecimento durante os programas de treinamento. É recomendável uma definição quanto aos intervalos em função de um treinamento recorrente. Não se pode esperar que os pilotos "saibam o que não sabem". O sistema deve ser estruturado para oferecer a instrução necessária às tripulações de voo, em intervalos adequados. De acordo com Brasil (2012) o treinamento e sua prática contínua, além de seu efeito positivo, promove a redução do estresse em momentos de alta carga de trabalho e alto desempenho nas situações reais de emergência, quando a pressão do tempo exige uma resposta rápida, para todos os envolvidos (Brasil, 2012).

Para Besco (1992) o uso pouco frequente do conhecimento ocorre quando a informação é aplicada em diferentes áreas e modos de operação.

Avaliar o próprio nível de conhecimento é um aspecto desafiador na aviação. Esta limitação é, provavelmente, um dos principais fatores contribuintes para a complacência. Poucos aviadores estão cientes de sua própria falta de formação. Eles "não sabem o que não sabem". Os pilotos precisam saber sobre o próprio nível de conhecimento necessário, em comparação com os padrões ou requisitos da tarefa. Também quanto ao feedback de seu desempenho na comparação com o de outros pilotos. É necessário saber qual é a tendência do próprio desempenho, se está melhorando ou piorando, se atingiu sua capacidade máxima, ou se há espaço para melhorar (Besco, 2012)

Caso a tripulação não esteja recebendo o feedback adequado em pelo menos uma dessas áreas, faz-se necessária a implantação de programas de avaliação, que segundo Besco (1992), são muitas vezes subestimados. O fornecimento do feedback do conhecimento informa aos membros da tripulação que o desempenho é valorizado pela organização.

O conhecimento adquirido deve facilitar o que é percebido como desempenho crítico no *cockpit*. Se o conhecimento ensinado é percebido como irrelevante para o desempenho em voo, logo será degradado. Tanto a informação quanto o conhecimento adquirido no treinamento devem contribuir para a eficiência à medida que se torna mais fácil a execução da tarefa. Sua eficácia pode ainda ser melhorada por meio do conteúdo do programa de treinamento que, uma vez bem adquirido, deve resultar na aplicabilidade de recursos disponíveis (Besco, 1992).

De acordo com Besco (1992) as margens de segurança pelo aumento da capacidade da carga de trabalho da tripulação devem ser aprimoradas no treinamento operacional. O conhecimento transmitido também deve estar atualizado com as configurações do sistema e suas práticas operacionais. Caso os equipamentos usados no treinamento estejam obsoletos, este se tornará desprezado. Se o conteúdo do curso tornar-se rígido por inércia burocrática ou inflexibilidade de certificação, também ficará desprezado.

Nesse contexto, ainda é importante verificar se o conhecimento fornecido tem sido transmitido e utilizado com frequência pela tripulação, no que diz respeito ao envolvimento pessoal e sua interação com a aprendizagem (Besco, 1992).

2.9.4 Existência de Interação Pessoal no Processo de Aprendizagem

Segundo Besco (1992) o processo de aprendizagem é, provavelmente, o aspecto do comportamento humano a ser mais compreendido. Existem muitas teorias e princípios de aprendizagem, contudo, o aspecto em que a maioria dos estudiosos concorda destaca que a aprendizagem aprimorada, é menos dispendiosa se houver envolvimento pessoal e interação com o processo. Um programa de treinamento apresentado em livros didáticos ou palestras será provavelmente ineficaz a longo prazo, pois se o aluno for um observador passivo do material que está sendo apresentado, muitas oportunidades de eficácia serão perdidas. Para Helmreich e Foushee (2019) há no modelo de treinamento em CRM três componentes: o

comportamento do grupo mediante características dos indivíduos, das organizações e do ambiente operacional; os fatores de processo de grupo, que incluem a natureza e a qualidade das interações entre os membros do grupo; e os fatores de resultado, os quais incluem resultados primários, como segurança e eficiência das operações e resultados secundários, como satisfação dos membros, motivação e atitudes.

O programa de treinamento deve ser construído com a participação ativa dos pilotos e instrutores, a fim de acrescentar elementos significativos à qualidade do treinamento. A seleção de instrutores que tenham uma atitude positiva em relação a si mesmos e ao seu profissionalismo, sem se colocarem em uma posição superior diante dos alunos, conduz a uma formação de qualidade (Besco, 1989, 1992). Além disso, de acordo com Baron (1997) o treinamento de CRM tem se mostrado eficaz para pilotos, comissários e pessoal de solo, mas quando visto separadamente, é menos eficiente para as operações que em virtude de fatores cognitivos e físicos, criam grupos díspares nas tarefas de emergência dentro de um ambiente crítico.

2.9.5 Treinamento e Compatibilidade com a Política Organizacional

Existe uma “velha máxima” muitas vezes ouvida por um recém-formado quando designado para uma unidade operacional: "Esqueça todas aquelas bobagens que eles te ensinaram no treinamento, vamos te mostrar como funciona na vida real". Esse tipo de afirmação, objeto de conflito entre os setores operacionais e de treinamento já custou muito caro financeiramente, além de provocar a perda de centenas de vidas. Para Costley e Moore (1986, como citado em Besco, 1992) as práticas incompatíveis com a cultura corporativa degradam a estrutura da organização, que em sua maioria possuem declarações de ética pessoal e profissional. Essa ética deve ser mantida nas operações diárias, especialmente no treinamento. Segundo Besco (1989, 1992) padrões relaxados por conveniência de curto prazo terão seus efeitos em longo prazo, os quais eventualmente se acumularão e causarão

problemas. Da mesma forma, o baixo desempenho do projeto ou do programa operacional de treinamento reflete-se no indivíduo, e a falta de ética organizacional contamina a organização. Não pode ser aceito o relaxamento dos padrões uma vez que trarão consequências negativas óbvias, segundo Besco (1990, 1991) os indivíduos e a organização devem ter a integridade de resistir a uma ética flexível.

Torna-se fator de sobrevivência nas organizações aeronáuticas que as possíveis incompatibilidades entre treinamento e política corporativa sejam eliminadas. Seus líderes e supervisores, em todos os níveis, devem estar constantemente alertas para tais inconsistências (Besco, 1992).

2.9.6 Existência de Capacidade de Aprendizagem Individual

É possível que inexista capacidade de aprendizagem individual, razão pela qual o conhecimento aplicado não é absorvido, sendo necessário proceder a uma revisão do desempenho cognitivo, a partir de indícios de problemas na capacidade de aprendizagem, o que segundo Gordon e Kleirunan (1976) é denominado “*right stuff*”, ou seja, a qualidade necessária para a execução de uma determinada tarefa. Há excelentes profissionais em diversas áreas, porém muitos desses não têm o perfil para serem pilotos, dos quais são exigidas habilidades cognitivas complexas dentro de um ambiente estressante. Por outro lado, outros simplesmente consideram o trabalho pouco recompensador e outros tantos não são motivados devido à rígida rotina da profissão.

Quando se observam evidências de que uma tripulação não pode lidar com uma situação de risco ou ameaça, por deficiências de conhecimento na aviação, faz-se necessário explorar as razões dessa falta de conhecimento. Um acidente em si ou as causas, devido a insuficiência do conhecimento terão múltiplas interações de vários fatores. Questionar de forma sistemática é um processo aberto. Espera-se que esse processo contribua para minimizar as deficiências de conhecimento nas organizações a que se aplica. A aviação é um

ambiente dinâmico, novas oportunidades e novos riscos surgem todos os dias. As inter-relações entre conhecimentos, habilidades, atitudes, os obstáculos ao desempenho e o ambiente dos sistemas são complexos. Para que o processo de prevenção de acidentes seja totalmente explorado, todas essas interações devem ser consideradas. A tarefa de entender as causas e minimizar a recorrência de inadequações de conhecimento é imperativa (Besco, 1992).

2.10 Fatores Humanos Identificados na Gestão do Conhecimento no Contexto do Compartilhamento do Conhecimento no Suporte à Tomada de Decisão

Para Weijs-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.

Olusegun e Kassim (2021) propõem que as organizações concentrem-se na identificação e no desenvolvimento de regras para o compartilhamento de conhecimento, definindo requisitos mínimos com a finalidade de desenvolver e manter o conhecimento por meio do compartilhamento, tais como: quando e como o conhecimento deve ser compartilhado, quem está apto a receber e compartilhar o conhecimento e quais os tipos de conhecimento devem ser compartilhados. Isso permitirá o gerenciamento com eficácia de gestão em direção ao planejamento estratégico que desencorajará a retenção de conhecimento

e implementará treinamento e conscientização adequados quanto a transmissão de cultura e comportamento no compartilhamento de conhecimento para evitar ou mitigar os riscos (Olusegun & Kassim, 2021).

Para Weijs-Perrée et al. (2020) o aprimoramento da cultura e o comportamento no compartilhamento do conhecimento são inevitáveis a todas as organizações, pois desenvolver cultura e comportamento que correspondam ao compartilhamento de conhecimento com foco nos fatores humanos é fundamental para as organizações. Isso permitirá às organizações monitorar a mudança de comportamento e aprimorar a cultura e o comportamento que encoraje, naturalmente, o compartilhamento responsável do conhecimento que é fundamental. O treinamento também deve ser promovido para aumentar a ênfase na responsabilidade de oportunizar a cultura e o comportamento de compartilhamento de conhecimento (Olusegun & Kassim, 2021).

Segundo Holsapple (1995) a Gestão do Conhecimento no aspecto de compartilhamento do conhecimento é uma nova experiência para superar problemas. O conhecimento tácito só existe quando pode ser compartilhado. 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 decisões. (Paprika, 2001). A Figura 12 ilustra os processos desafiadores que envolvem a tomada de decisão com o suporte da Gestão do Conhecimento.

Figura 12*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			

Nota. Adaptado de Holsapple (1995).

A percepção dos contextos culturais relacionados a questões de um determinado problema são produto de construções sociais. Ocorre por meio do que se conhece ou se acredita como realidade, selecionados por nossas construções sociais tais como metas, valores, percepções, crenças e moral, 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, crenças e moral descrevem as concepções das pessoas sobre sua situação atual e contexto cultural e como elas concebem o funcionamento do mundo. 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.

Nas estruturas institucionais são requeridos padrões de comportamento reforçados nas leis e políticas formais e informais que ajudam a moldar o contexto da decisão com expectativas de incorporação na base de conhecimento para uma operação bem-sucedida.

Tanto no planejamento como na avaliação dessas construções, os modos de decisão podem ser implementados com base nos resultados do processo que compreende quatro subcomponentes: previsão, monitoramento, avaliação e diagnóstico (Paprika, 2001):

- i. A previsão envolve avaliar as possíveis oportunidades e ameaças características dos cenários e suas tendências quando as questões podem se tornar ainda mais problemáticas ou perder a importância. Pode também revelar novos problemas e eventos potenciais que precisam ser considerados. Um sistema baseado em conhecimento deve ser capaz de suportar esse tipo de previsão.
- ii. O monitoramento tem como objetivo coletar dados e informações para acompanhar as situações existentes e alertar a respeito de situações novas e emergentes. Por meio dessas atividades pode-se construir diferentes bases de dados, como por exemplo, os comportamentos dos atores que estão inseridos no contexto.
- iii. A avaliação ajuda os tomadores de decisão a aprender com as experiências por meio da eficácia das decisões passadas relacionadas aos objetivos. Espera-se que o conhecimento adquirido com a avaliação das experiências seja passado dos níveis superiores para os inferiores, e que todos possam construir com a sabedoria, às vezes, dolorosamente adquirida. O compartilhamento de experiências é um tópico ativo da gestão do conhecimento.
- iv. O objetivo do diagnóstico é usar informações para identificar estados de comportamento que requerem ação no tratamento de soluções ou tomada de decisão. Diferentes áreas do conhecimento, tais como a Medicina e o Direito, se organizam em torno do conceito básico de diagnóstico e ação. Esse tipo de representação do conhecimento é fundamental para a inteligência humana (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 ao longo do tempo, tais como:

- i. ações de emergência;
- ii. conflito de gestão;
- iii. 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. Existe um alto risco de que, mesmo no caso de instruções claras, os tomadores de decisão podem não ser capazes de lidar com a situação (Turner, 1996, como citado em Paprika, 2001). No acidente do voo AF447, embora os pilotos tenham descoberto a perda de indicação de velocidade confiável, eles não deduziram que esse era o principal problema, nem tentaram buscar o procedimento de emergência no QRH, ou mesmo executar os itens de memória (De Wit & Cruz, 2019). No voo US1549 quando o comandante pediu o QRH, cerca de 17 segundos após o impacto com os pássaros, o copiloto já tinha o checklist em mãos (NTSB, 2010).

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. Tais apresentações são seguidas de discussão e negociação. Isso leva a mais informações que estão sendo buscadas na disputa por alternativas e métodos de resolução como mediação, negociação e arbitragem, usados para dirimir conflitos. O processo de resolução de conflitos precisa ser implementado quando o conhecimento do problema é substancial. De acordo com o relatório

final ET D'ANALYSES (2012), os tripulantes do AF447 tiveram o reconhecimento do problema, ou a falta dele, de acordo com a preferência de cada um, o que gerou uma total degradação de uma atitude proativa e a inexistência de consciência situacional. Já a tripulação do US1549, de acordo com o relatório final NTSB (2010) o conhecimento dos tripulantes de voo e sua excelente gestão dos recursos da tripulação (CRM) durante a sequência do acidente contribuíram para sua capacidade de manter o controle do avião (NTSB, 2010).

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 ajuda a reestruturar o conhecimento sobre um assunto. À medida que as informações são obtidas, as pessoas envolvidas no processo são encorajadas a revisar seus objetivos originais, suas crenças e a natureza da questão. O objetivo do processo é forçar os atores a verificar o problema e a mudar de opinião para acomodar novas realidades. Os relatórios finais Et D'analyses (2012) e NTSB (2010) apontam a total inexistência do CRM na tripulação do AF447, quando evidenciou-se a falta de um processo interativo, ao contrário da tripulação do US1549, em que os tripulantes de voo (os pilotos) trabalharam de forma precisa enquanto a tripulação de cabine (as comissárias) instruíam os passageiros para o pouso na água e logo após iniciaram os procedimentos de evacuação da aeronave.

Basicamente, três fases identificam uma abordagem do conhecimento compartilhado: a identificação, o desenvolvimento e a seleção. Estas confirmam que a tomada de decisão é um processo que utiliza o tempo para adquirir conhecimento e comprometimento por meio do processo de exploração e aprendizagem. Uma típica tomada de decisão é mediada por ações direcionadas pela familiarização do problema; definição de critérios e construção e avaliação das opções para que se atinja o objetivo (Holsapple, 1995).

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 (Holsapple, 1995).

A fase de construção envolve a identificação das opções de decisão, que podem já estar construídas por outros e serem emprestadas, como por exemplo, o *benchmarking*⁹. Sendo a questão única e complexa pode-se obter conhecimento usando, por exemplo, o *brainstorming*¹⁰ para gerar opções. Para grandes incertezas deve-se construir um conjunto de opções usando uma estratégia incremental com monitoramento e reavaliação das etapas (Holsapple, 1995).

A avaliação envolve o uso de métodos analíticos para avaliar quão bem cada opção satisfaz os critérios de avaliação. 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).

A Gestão do Conhecimento pode e deve apoiar um processo de tomada de decisão, porém, para se alcançar o modo ideal de operação é preciso realizar as seguintes atividades:

- i. eleger de um líder – que estabeleça uma agenda e crie uma estrutura;
- ii. criar equipes de conhecimento – que reúnam pessoas de diferentes disciplinas;
- iii. desenvolver bases de conhecimento – que colem as melhores práticas e tenham especialistas com inteligência de mercado;

⁹ Benchmarking é um processo de estudo ou uma análise profunda das melhores práticas.

¹⁰ É uma técnica de dinâmica de grupo desenvolvida para explorar a potencialidade criativa de um indivíduo ou de um grupo.

- iv. gerenciar processos ativos - de geração, coleta e armazenamento de conhecimento;
- v. estabelecer centros de conhecimento - facilitando o fluxo de conhecimento;
- vi. criar equipes de capital intelectual - para identificar e auditar os ativos intangíveis do conhecimento;
- vii. criar redes de conhecimento - redes de especialistas que colaboram entre os setores.

A Gestão do Conhecimento pode fornecer contribuições valiosas em diferentes fases do processo de tomada de decisão, porém o conhecimento necessário dependerá do contexto da natureza do problema e do seu processo de resolução (Holsapple, 1995).

3 METODOLOGIA

Neste capítulo apresentam-se a abordagem da investigação, bem como as técnicas de coleta e de tratamento de dados empregadas na pesquisa.

3.1 Caracterização da Pesquisa

Desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, são as principais finalidades das pesquisas, as quais são desenvolvidas a partir da formulação de problemas que, habitualmente, estão envolvidos por investigações bibliográficas e documentais (GIL, 2008).

Este estudo caracteriza-se como bibliográfico-documental, de abordagem qualitativa. Segundo Gil (2008) as pesquisas bibliográfica e documental recebem contribuições de diferentes autores em relação a um mesmo tema, valendo-se, também, de produções ainda sem cunho analítico, desde que contribuam na investigação de determinado fenômeno, que possa ser bem elaborado de acordo com seus objetivos.

A pesquisa qualitativa, como percurso metodológico, é entendida como um instrumento de compreensão detalhada e de abordagem profunda dos fatos investigados. Conforme Minayo (2009, p. 21, como citado em Junior et al., 2021, p.37) “[...] trabalha com o universo dos significados, dos motivos, das aspirações, das crenças, dos valores e das atitudes”, tal definição mostra-se congruente aos objetivos deste estudo, uma vez que busca compreender mais detalhadamente aspectos da segurança aeronáutica, na percepção dos profissionais do setor.

3.1.1 Percurso Metodológico

Segundo Kripka, Scheller e Bonotto (2015) as pesquisas de cunho qualitativo caracterizam-se mediante a compreensão de fenômenos que ocorrem nos ambientes naturais dos quais fazem parte. De acordo com os objetivos a serem atingidos, as informações e os dados coletados podem ser obtidos de formas variadas. Nesta pesquisa os dados foram obtidos de forma bibliográfica, documental e por meio de entrevistas. Conforme a Figura 13.

Figura 13

Percurso metodológico da pesquisa



Nota. Elaborado pelo Autor (2023).

3.2 Sobre os Relatórios dos Acidentes

Dois acidentes ocorridos na aviação serviram de exemplo em virtude da diferença entre os resultados. O primeiro negativo refere-se ao voo AF447 da Air France, cuja aeronave caiu no Oceano Atlântico; e o segundo positivo, corresponde ao voo US1549 da US Airways, no qual o avião fez um pouso de emergência no rio Hudson, em Nova Iorque. Estes foram apresentados como estudo de casos no contexto de uma abordagem sistêmica do risco, aliado às teorias levantadas no referencial teórico desta pesquisa e as implicações dessas observações para o treinamento de pilotos em seus aspectos relacionados ao Crew Resource Management (CRM), que de acordo com Kanki, Helmreich e Anca (2010) relaciona-se à aplicação dos fatores humanos na aviação. Segundo Helmreich e Foushee (2019) incluem a otimização não apenas da interface homem-máquina, mas também a aquisição de informações oportunas e apropriadas, oriundas de uma gestão do conhecimento adequado e

de atividades interpessoais, incluindo liderança, formação e manutenção de equipe, resolução de problemas, tomada de decisão e manutenção da consciência situacional.

Os Relatórios de acidentes elaborados por órgãos como o National Transportation Safety Board (NTSB), nos Estados Unidos e o Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile (ET D'ANALYSES), francês, trouxeram mais especificamente as informações das investigações pós-acidentes, tais como: histórico da operação, tipo de aeronave, comunicação, condições meteorológicas, pessoas envolvidas, navegação, aspectos operacionais, gravadores de voo e fatores humanos (fisiológico e psicológico) , assim como o que foi investigado (análises, conclusões e recomendações de segurança de voo).

3.3 Coleta de Dados

De acordo com Creswell (2021), nos procedimentos para a coleta de dados estão incluídos: o estabelecimento de limites para o estudo por meio de amostragem, a coleta de informações a partir de observações e entrevistas, sejam elas não estruturadas ou semiestruturadas; documentos e materiais visuais e o estabelecimento de protocolos para o registro das informações. Quanto aos meios de coleta de dados foram utilizados levantamentos documental e bibliográfico, bem como entrevistas semiestruturadas.

Segundo Vergara (2005), os objetivos da pesquisa devem ser alcançados pelo esforço conjunto que envolve, além da coleta e do tratamento, a análise e a interpretação dos dados. Para tanto, faz-se necessário estabelecer a correlação entre objetivos e estratégias metodológicas. A Figura 14 apresenta uma esquematização entre objetivos, coleta e análise dos dados. A Figura 15 apresenta as categorias, subcategorias e seus principais autores.

Figura 14

Esquematização da pesquisa: objetivos, coleta e análise de dados

Objetivos	Coleta de Dados	Análise de Dados
<p>O objetivo geral é identificar as um comportamento de compartilhamento dos conhecimentos necessários para um piloto e sua tripulação conduzirem com segurança e eficiência uma aeronave usando um gerenciamento de recursos da tripulação (CRM), seus efeitos e resultados na tomada de decisões.</p>	<p>Pesquisa Documental</p>	
<p>a) Compreender quais processos de gestão do conhecimento podem ser usados no domínio da aviação como instrumento de mitigação de riscos relacionados aos fatores humanos nos processos de tomada de decisão no gerenciamento de recursos de tripulação (CRM).</p>	<p>Pesquisa Bibliográfica</p>	<p>Análise de Conteúdo</p>
<p>b) Apontar aspectos da gestão do conhecimento que viabilizem os processos de tomada de decisão no gerenciamento de recursos da tripulação (CRM).</p>	<p>Entrevista Semiestruturada</p>	
<p>c) Sugerir iniciativas da gestão do conhecimento de apoio às tripulações para um compartilhamento da informação e do conhecimento mais efetivo que provoque um desempenho eficiente, consistente e de alta qualidade.</p>		

Nota. Elaborado pelo Autor (2023).

Figura 15*Categorias, subcategorias e principais autores*

Categorias	Subcategorias	Autores
Gestão do Conhecimento (Capacitadores e práticas)	Compartilhamento do conhecimento	Al Saififi et al. (2016) Alvarenga Neto (2005) Choo (2003) Holsapple (1995) Nonaka & Takeuchi (1995) Olusegun & Kassim (2021) Shappell et al. (2007) Weijs-Perrée et al. (2020)
	Cultura organizacional	Cohen (1990) Holsapple (1995) Nonaka, Toyama & Konno (2000) Salas & Maurino (2010)
	Liderança	Alvarenga Neto (2005) Flanagan (1973) Nonaka, Toyama & Konno (2000) NTSB (1978) Wiegmann & Shappell (2003)
	Uso e reuso do conhecimento	Besco (1992)
CRM (Fatores humanos na mitigação de ameaças e erros)	Comunicação	Brasil (2012) Dhavala (2013) Helmreich et al., (2001) Helmreich & Foushee (2019) Kanki, Helmreich & Anca (2010) Mccreary et al., (1998) Vieira e Santos (2010)
	Erro humano	Helmreich et al., (2001) Helmreich et al., (2017) Reason (2008) Wiegmann & Shappell (2017)
	Tomada de decisão	Beckman (1999) Cohen (1990) Dhavala (2013) Kiliç (2019) Helmreich et al., (2001) Helmreich et al., (2017) Holsapple (1995) Orasanu et al. (1998) Salas & Maurino (2010) Small (2020) Weijs-Perrée et al. (2020) Wiegmann & Shappell, 2003)
	Treinamento	Besco (1992) Oliver, Calvard & Potočnik (2017) Reason (1990) Wiegmann e Shappell (2017)

Nota. Elaborado pelo Autor (2023).

3.4 Entrevistas

Para Lakatos e Marconi (2003) a entrevista se traduz em uma forma de investigação sobre determinado assunto ou problema. Por meio dela, o entrevistado fornece subsídios e informações ao entrevistador para posterior tratamento dos dados, quando podem ser averiguados fatos, condutas, opiniões, sentimentos e motivações.

As entrevistas foram realizadas no mês de março de 2023, por videoconferência e gravadas, com duração média de 30 minutos, ocasião em que foram relatadas as situações enfrentadas pelos entrevistados (pilotos) elencados na Figura 16.

Figura 16

Entrevistados

Identificação	Cargo
E1	Comandante
E2	Comandante
E3	Comandante
E4	Comandante
E5	Comandante
E6	Comandante

Nota. Elaborado pelo Autor (2023).

Os entrevistados foram convidados a relatar suas experiências em situações nas quais suas decisões, baseadas no gerenciamento dos recursos das tripulações (CRM), foram decisivas para o enfrentamento do risco. Os temas foram distribuídos por conveniência, classificados conforme a situação enfrentada, fossem estas oriundas de problemas técnicos, meteorológicos, de comunicação, de navegação e as respostas a esses enfrentamentos por meio da Técnica do Incidente Crítico (CIT).

A preparação dos dados teve início com a transcrição integral das entrevistas seguida da geração de arquivos de textos organizados em pastas. Posteriormente, foi realizada a leitura do material, pela qual se buscou identificar, selecionar e preparar os dados que de fato seriam utilizados no processo de análise de conteúdo.

Os aspectos fundamentais dos planos e especificações do estudo são: a delimitação das situações a serem observadas que devem incluir, além do fato ocorrido, informações sobre o local, as pessoas, as condições e as atividades. Em situações complexas são essenciais, além das especificações acerca da situação, também os exemplos práticos que devem ser fornecidos para auxiliar o observador a decidir de forma objetiva se um comportamento específico é ou não relevante para o objetivo geral da atividade. Sendo os planos e especificações adequados, a fase de coleta de dados torna-se bastante simplificada. Uma condição necessária para essa fase é que os comportamentos ou resultados observados sejam avaliados, classificados e registrados (Flanagan, 1954).

3.5 Tratamento dos Dados

O tratamento dos dados foi realizado por meio da análise de conteúdo que segundo Bardin (2011) consiste em um conjunto de técnicas de análise que 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. Para Moraes (1999) a análise de conteúdo relaciona-se à captura das informações por meio da interpretação dos dados, baseada na percepção do pesquisador.

As categorias de análise foram definidas com o objetivo de embasar a coleta e o tratamento dos dados, bem como para favorecer 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.

Quanto às entrevistas, alguns pontos importantes foram preservados, na íntegra, a fala do entrevistado, que de acordo com Bardin (2011) devem possuir certas características como: exclusão mútua, homogeneidade, pertinência, objetividade e fidelidade.

3.6 Fases da Análise de Conteúdo

O processo de análise de conteúdo foi dividido em três fases. Na fase inicial ocorreu a leitura e definição de categorias, recorte dos temas mais frequentes e análise temática e registro de dados; na fase seguinte realizou-se a classificação e codificação das respostas; e na última, a interpretação dos dados.

Segundo Moraes (1999) a preparação das informações consiste na identificação e organização do material a ser analisado, inicia-se com uma leitura flutuante do material e verificação do que pode ser aproveitado de acordo com os objetivos da pesquisa. Para isso é necessária uma codificação a fim de identificar o material, de forma a facilitar a sua localização e a análise de conteúdo.

Foi utilizado o software MAXQDA Plus (v.22.5.0, 2022) como ferramenta para otimizar a análise dos dados coletados. 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 ANÁLISE DE DADOS

4.1 Caso 1: A Queda do Voo AF447 da Air France

Na noite de 31 de maio de 2009, aproximadamente às 20h00, o Airbus 330 de matrícula F-GZCP que fazia o voo AF447 da Air France decolou do aeroporto do Galeão no Rio de Janeiro, Brasil, com destino ao aeroporto Charles de Gaulle em Paris, França. A bordo estavam doze tripulantes (3 tripulantes de voo, 9 tripulantes de cabine) e 216 passageiros (Et D'analyses, 2012). Quase às 11h00, o controle de tráfego aéreo perdeu contato de rádio com o avião, enquanto a aeronave atravessava um sistema de tempestades tropicais acima do Atlântico, na costa nordeste do Brasil. A perda momentânea de contato poderia ser normal, no entanto, horas depois, quando as estações de controle de tráfego aéreo em ambos os lados do Atlântico não haviam restabelecido o contato e o avião desapareceu dos radares, tornava-se evidente que o avião havia caído no oceano, enquanto voava pelo sistema de tempestades tropicais (De Wit & Cruz, 2019).

A recuperação dos dados e das gravações de voz indicaram que a queda do voo AF447 da Air France 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 da tripulação (De Wit & Cruz, 2019).

A causa raiz de todo o evento incidiu pela falta de conhecimento sobre o comportamento das partículas de gelo em grandes altitudes, em função do design inadequado dos dispositivos que mediam a velocidade do ar, conhecidos como tubos de pitot¹¹, bloqueados pelo acúmulo de gelo, ocasionando a perda de dados do ar externo e, portanto, da proteção controlada pelos computadores de bordo (Et D'analyses, 2012).

¹¹ É um tubo instalado paralelamente ao vento relativo, contendo um orifício voltado para o fluxo de ar resultante da velocidade aerodinâmica da aeronave.

Segundo o relatório do órgão investigador francês (Et D'analyses, 2012), três foram as principais causas do acidente em função da combinação da ação humana, do erro e do *design* do sistema:

- i. Após a desativação do piloto automático, o piloto, inadvertidamente, desestabilizou o avião;
- ii. O sistema de voo computadorizado degradou-se, impossibilitando reconhecer o que estava acontecendo;
- iii. O Gerenciamento de Recursos da Tripulação (CRM), ou seja, a capacidade da tripulação do voo trabalhar eficientemente em equipe, que já estava abaixo do padrão durante o estágio anterior, havia se degradado a um estado de inexistência durante os últimos minutos do voo (Et D'analyses, 2012).

As respostas inadequadas dos pilotos devido à situação de estresse, as suas interações com a automação de voo e a atuação da equipe, resultantes desse acidente, precisam ser examinadas e as lições aprendidas. E a principal lição deve advir do seguinte questionamento: por que o piloto perdeu o controle do avião? (Et D'analyses, 2012; Faccini, 2013).

As transcrições do Cockpit Voice Record (CVR) e do Flight Data Record (FDR) que integram o relatório final do Et D'analyses (2012), alinhadas ao referencial teórico desta pesquisa sobre como “um incidente inicial se transformou rapidamente em um desastre” (De Wit & Cruz, 2019 p. 49) possibilitam realizar uma análise detalhada do referido acidente.

Pode-se começar pela abordagem sistêmica do Modelo Shell, Hawkins (1987), que auxilia a compreender a relação entre o homem e os outros elementos do sistema, vinculando a cognição humana ao *design* ergonômico moderno das aeronaves informatizadas e ilustrando o fato do ser humano estar no centro dessa relação e o importante papel que desempenha, podendo contribuir ou inibir o acidente. De acordo com Oliver, Calvard e Potočnik (2017) o foco na automação do cockpit, ao mesmo tempo em que torna um sistema seguro e

previsível, cria restrições à cognição, que ao longo do tempo, inibem ou corroem a capacidade dos atores envolvidos. Corroborados pela abordagem do risco de Reason (1990, 1997, 2008), que não trata o acidente somente como resultado de erro humano, mas sim como de todo um sistema, neste caso, o sistema da Airbus, fabricante do avião.

Isso envolve identificar as falhas ocorridas durante o voo, analisando as interações da tripulação com o ambiente, os procedimentos disponíveis e as informações dos instrumentos do avião (Modelo Shell), bem como as interações entre os tripulantes (CRM), que de acordo com Helmreich e Foushee (2019) envolve a comunicação dos conhecimentos básicos acerca dos conceitos de fatores humanos relacionados à aviação quanto ao provimento das ferramentas necessárias à aplicação desses conceitos operacionalmente. Envolve também uma provável explicação das respostas comportamentais por meio dos fatores humanos, que segundo Hawkins (1987) são identificados como tecnologia central no transporte aéreo, particularmente relacionada aos novos componentes do sistema de aviação. Os fatores humanos tornaram-se importante matéria de operação e treinamento (Hawkins, 1987).

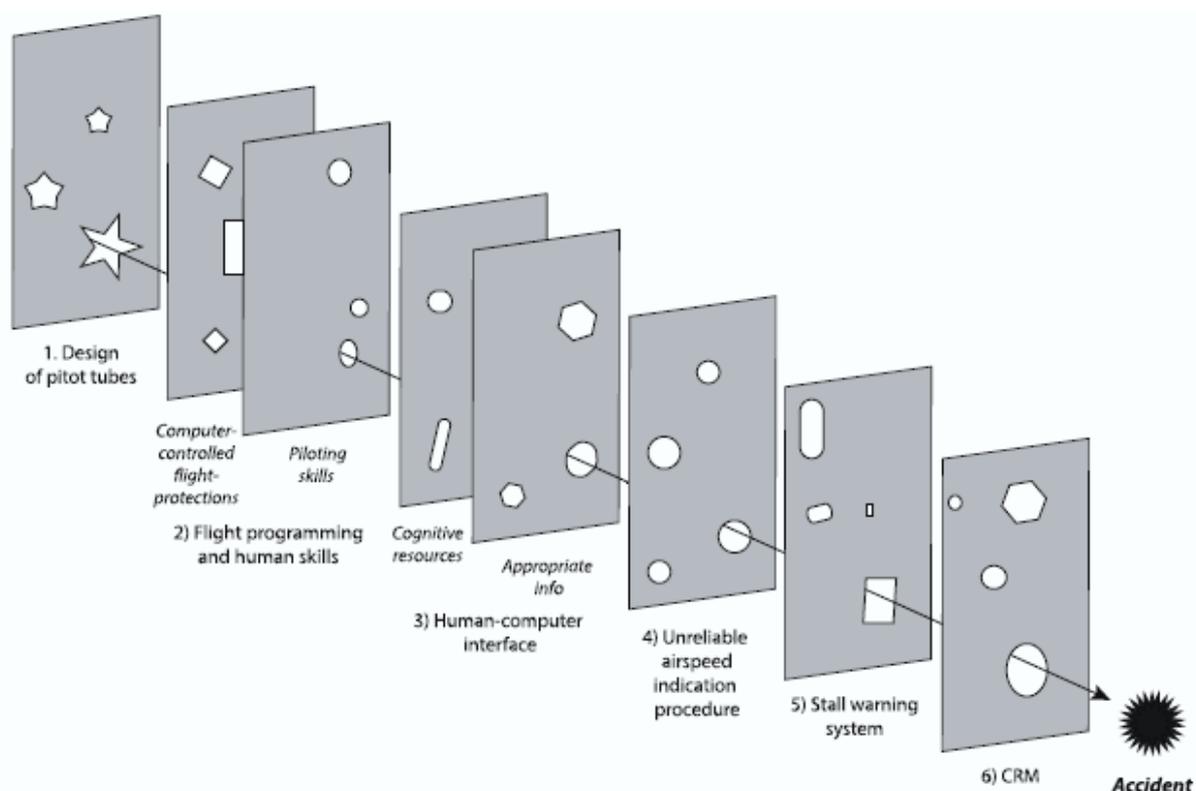
A combinação da ergonomia do design tratadas no Modelo Shell por Dumitru e Boşcoianu, Ebermann e Jordan, e também por Kiss (2015, 2013, 2005), o processo de treinamento recorrente de CRM no Brasil, Helmreich *et al.* e Kanki, Helmreich e Anca (2012, 2001, 2010) e o comportamento humano no que diz respeito a desempenho, é considerado importante fator causal na maioria dos acidentes aéreos e, de acordo com Tsang, Vidulich e Flasch (2014), precisa ser compreendido e amplamente aplicado.

As causas foram, inicialmente, atribuídas às ações dos pilotos, isso ocorre quando o erro humano contribuiu significativamente para o acidente. Essa abordagem passou a ser dominante a partir da perspectiva em que o acidente foi visto (Wise, 2011). “Mais tarde e com mais informações sobre o acidente disponíveis, os investigadores decidiram que era necessário entender mais profundamente o comportamento dos pilotos” (Et D’analyses, 2012,

p. 20) criando um grupo de trabalho com a tarefa de investigar como os fatores humanos contribuíram para o acidente. Os resultados desse trabalho foram incluídos no relatório final do Et D'analyses (2012), no qual evidencia-se que as causas foram, na verdade, consequências das falhas de todo o sistema, que de acordo com Reason (2008), acontecem devido ao alinhamento crítico dessas falhas, em sua teoria do *Swiss Cheese* conforme ilustra a Figura 17.

Figura 17

Adaptação do Modelo Queijo Suíço de Reason



Nota. Extraído de De Wit e Cruz (2019, p. 51).

As falhas críticas, nas camadas do sistema, que levaram à queda do AF447 são representadas no Modelo Queijo Suíço de Reason (1990). As fatias representam as camadas específicas ou os componentes do sistema. Nenhum desses componentes é perfeito, todos têm o que Reason denomina de falhas latentes representadas como buracos. Somente quando as falhas em todas as camadas se alinham é que elas se tornam críticas, ensejando o acidente. O

bloqueio dos tubos pitot isoladamente, não foi a falha crítica do sistema, porém, foi o evento desencadeador de outros subsequentes nas camadas posteriores, tornando-as definitivas para o acidente (De Wit & Cruz, 2019).

4.1.2 Os Fatores Humanos no Contexto do Acidente

Alguns dos fatores humanos relacionados ao contexto podem ser analisados.

Treinamento: embora todos os pilotos fossem experientes e tivessem treinamento eles não conseguiam recuperar a situação sob estresse (Et D'analyses, 2012). A confiança na automação e a falta de prática de voo manual foram um dos principais problemas passivos que não os permitia voltar ao voo básico. Além disso, o treinamento de CRM disponibilizado a eles pode ser considerado insuficiente, pois não os ajudou a se comunicar e a coordenar a emergência. É razoável acreditar que eles poderiam ter salvado o voo se tivessem uma eficiente comunicação e coordenação de cabine (Dhavala, 2013).

Tomada de decisão: os vários alertas do sistema não forneceram pistas razoáveis para o diagnóstico do problema. Além disso, levaram os pilotos a tomada de decisão incorreta. A informação de que o voo estava em modo alternativo foi limitada, o que presumivelmente os levou a pensar que a aeronave não poderia perder a condição de voo estável (Dhavala, 2013).

Cultura organizacional: a Air France foi alertada quanto ao problema de mau funcionamento dos tubos pitot por outras tripulações e procedimentos que estavam em vigor para reparo ou substituição em todas as suas aeronaves (Et D'analyses, 2012). No entanto, a aeronave em questão foi autorizada a voar sem qualquer modificação, assumindo que não haveria nenhum problema em face do atraso e dinheiro envolvido, se colocada fora de voo (Dhavala, 2013).

4.1.3 O Erro Humano no Contexto do Acidente

O erro humano, ativo, foi sem dúvidas fator considerável ao acidente, porém relacionado a outros fatores causais, que Reason (1990) trata como erro latente, a exemplo

das responsabilidades imputadas ao fabricante das tomadas de ar “tubos de pitot”, de agências certificadoras, de certos sistemas automáticos da Airbus que fazem interface entre homem e a máquina (Kiss, 2005) por meio de programas de computador altamente sofisticados que, em alguns casos, são difíceis de entender e manusear corretamente, além dos programas de treinamento da própria Air France (Faccini, 2013) não foi o único. O erro humano como o último elo da cadeia de eventos que levaram ao acidente foi, portanto, apontado como causa imediata. Na análise cognitiva dos acidentes fundamentada nos conceitos de ação e cognição situadas, o erro humano não explica o acidente, mesmo quando ele se apresenta como causa imediata, ou como o último elo em uma cadeia de eventos (Rocha & Lima, 2018).

De acordo com Faccini (2013) o fator humano está sempre presente em um acidente aéreo e, em particular, é extremamente controverso no caso do AF447. Os comportamentos ou fatores humanos não devem ser vistos como a causa de eventos não desejados, mas como a consequência de um processo de construção interativa, do qual fazem parte o homem, por suas ações e seu desenvolvimento cognitivo, a organização do trabalho e o ambiente técnico no qual ele está inserido (Rocha & Lima, 2018).

De acordo com Rocha e Lima (2018) os copilotos, que estavam na cabine no momento inicial, não compreenderam o problema desencadeador e cometeram uma série de erros que levaram à queda da aeronave. Além das ações e comportamentos adotados, diversos foram os questionamentos levantados sobre o comportamento do comandante quanto a sua liderança.

Para Jouanneaux (1999) o treinamento em CRM tem um papel fundamental para o reconhecimento e controle de situações de risco ou de forte carga laboral. A construção de uma resposta a partir de conhecimentos prévios pressupõe, na ocorrência do evento, uma incorporação da anomalia à representação mental real da situação, ao contrário de representações mentais irreais (Et D’analyses, 2012), decorrentes da construção ou

reconstrução das representações anteriormente atribuídas. Assim, a percepção correta da situação pela tripulação favorece a confiabilidade e a rapidez do diagnóstico e da decisão, ligada não somente à forma como a situação é apresentada à tripulação, mas também aos treinamentos e experiências anteriores (Jouanneaux, 1999).

Além de um treinamento individual eficaz, uma tripulação bem treinada é uma importante defesa para o sistema em situações estressantes e de emergência (Oliver, Calvard & Potočnik, 2017). Conforme observado, no AF447, o CRM era ruim desde o início e se deteriorou completamente durante o incidente. A manutenção rotineira de um alto nível de CRM pode ajudar a atenuar respostas individuais ao estresse inapropriadas. O CRM adequado não requer apenas treinamento apropriado, mas também precisa ser refletido na cultura da empresa (Oliver, Calvard & Potočnik, 2017).

Pode-se aprender uma nova habilidade pelo processamento de representações, todavia devem-se realizar as ações necessárias para esse domínio. É necessária muita atenção ao próprio comportamento e sua relação com o meio ambiente. Assim que se evidencia a incompetência em uma determinada área, ou seja, quando deixa-se de ser inconscientemente incompetente para tornar-se conscientemente incompetente, os indivíduos são motivados a transformar incompetência em competência, ou seja, aprender uma nova habilidade (De Wit & Cruz, 2019). Uma percepção atenta fornece o feedback até que as ações sejam dominadas; nessa fase se é conscientemente competente. Uma vez dominada, a aplicação continuada gradualmente reduz a necessidade de atenção consciente, e a ação torna-se intuitiva, isto é, competência inconsciente. Nessa fase a ação ainda requer um feedback perceptivo, mas isso não requer mais atenção consciente. Manter a competência inconsciente requer prática e treinamento contínuos (De Wit & Cruz, 2019).

Para Besco (1992) a tripulação deve ter conhecimento para interpretar os eventos observáveis e diagnosticar o problema. A tripulação do AF447 que perdeu as indicações

confiáveis do ECAM não tinha conhecimento para reconhecer o que estava acontecendo (Et D'analyses, 2012).

No AF447, os pilotos ao usarem as informações meteorológicas para evitar o mau tempo, efetuaram o desvio para a esquerda da rota, prosseguindo para área mais instável, na qual havia turbulência e presença de gelo. Outras aeronaves que passaram por lá, desviaram para a direita da rota (Et D'analyses, 2012).

Os pilotos, provavelmente, não se lembraram de todo o treinamento recebido para operar o radar meteorológico da aeronave eficazmente, nestas condições meteorológicas extremas. Se o conhecimento se deteriorou devido à falta de uso frequente, providências para mantê-lo nos níveis exigidos devem ser tomadas. Se o conhecimento se deteriorou devido ao uso frequente, devem ser tomadas providências para restaurá-lo aos níveis exigidos.

As limitações da tripulação foram evidentes e traduziram a deficiência operacional do programa de treinamento. Poucas foram as chances de que os membros da tripulação estivessem cientes de suas deficiências de conhecimento. “[...] os copilotos estão surpresos e angustiados por não terem notado a falha no horizonte artificial¹² e percebem o quanto essa falha os enganou [...]” (Faccini, 2013, p. 31).

No que diz respeito ao aprendizado do conhecimento operacional que está sendo ensinado, este tem sido útil. As imagens de satélite mostravam a existência de um aglomerado de poderosos Cumulonimbus¹³ ao longo da rota de voo do AF447, prevista com extensão de aproximadamente 400 km na faixa Leste-Oeste (Et D'analyses, 2012).

Segundo o relatório final do acidente com o voo AF447 (Et D'analyses, 2012), dentre outros fatores, o inadequado treinamento dos pilotos, a falta de nível superior de supervisão e

¹² É um instrumento com propriedades giroscópicas que mostra ao piloto a posição da aeronave em relação ao horizonte.

¹³ É um tipo de nuvem caracterizada por um grande desenvolvimento vertical, está diretamente associada com a ocorrência de tempestades com raios, trovões, chuva forte, granizo e tornados.

desvio recorrente de procedimentos operacionais padronizados contribuíram para esse acidente (Small, 2020).

Nessa abordagem *top down* do HFACS junto aos fatos ocorridos e levantados em análises documental e bibliográfica, foram identificadas questões passíveis de serem contempladas pela gestão do conhecimento, de acordo com o primeiro objetivo específico, objeto desta pesquisa.

Small (2020) e Kiliç (2019) destacam o impacto que os níveis superiores do HFACS têm sobre os níveis inferiores, demonstrando melhor a correlação entre a tomada de decisão e suas consequências na linha de frente, resultando uma miríade de fatores organizacionais que prenunciavam o acidente e enfatizando ainda mais a necessidade da implementação de programas de segurança visando a mitigação do risco. De acordo com Kiliç (2019) o nível 4 é a categoria mais subestimada na análise de uma ocorrência. Quaisquer erros ou ações inadequadas neste nível afetam diretamente os níveis inferiores, ou seja, quaisquer condições impróprias no nível 4 resultam diretamente em supervisão insegura (nível 3) e a supervisão insegura dá origem a pré-condições para atos inseguros, (nível 2 e nível 1) (Kiliç, 2019).

De acordo com Wiegmann e Shappell (2017) as influências organizacionais, no nível 4, como o nível mais alto do HFACS, consiste nos três subníveis a seguir: gerenciamento de recursos, clima organizacional e processo organizacional. A gestão de recursos engloba fatores como recursos humanos, restrições de orçamento e problemas de equipamentos. Aplicáveis a esse subnível estão o complexo projeto da aeronave e o treinamento inadequado dos pilotos, enfatizando o impacto que decisões de treinamento de nível superior têm na linha de frente (Small, 2020).

Também de acordo com Wiegmann e Shappell (2017) no próximo subnível, clima organizacional, inclui áreas como estrutura de comando, políticas e cultura da empresa, especificamente em relação a normas e atitudes associadas à segurança. Na época, a Air

France carecia de uma cultura de segurança robusta, o que permitiu a existência de um número importante de políticas inseguras, como por exemplo, sua política de uso excessivo da automação de voo, que segundo Small (2020) desencorajava os pilotos a guiar manualmente a aeronave. Isso resultou na deterioração de suas habilidades, tornando-os excessivamente dependentes da automação e inexperientes em manobras manuais, aliada a falta de compreensão da interface piloto-automação que resultou em aumento da carga de trabalho e perda de consciência situacional. Resultado oposto ao propósito pretendido pela tecnologia que também fomentou a complacência, criando um ambiente no qual os pilotos foram incapazes de recuperar manualmente o controle da aeronave. Isso também se relaciona ao terceiro nível das influências e processos organizacionais (Small, 2020).

Figura 18

Nível 4: influências organizacionais

NÍVEL 4	Influências organizacionais	AF447	Dimensão do conhecimento
Clima organizacional	Atmosfera / visão prevalecente dentro da organização, incluindo coisas como políticas, estrutura de comando e cultura.	A explicação dos comportamentos registrados envolve a avaliação do grau de especificidade ou generalidade comportamentais. Elas são específicas para esta tripulação em particular ou podem ser generalizadas para todas as tripulações? geralmente é uma extensão de uma cultura e trabalho específicos da organização (BEA, 2012).	Para Costley e Moore (1986) <i>apud</i> Besco (1992) as práticas incompatíveis com a cultura corporativa degradam a estrutura da organização, que deve ser mantida nas operações do dia a dia, especialmente no treinamento. Segundo Besco (1989) <i>apud</i> Besco (1992) padrões relaxados por conveniência de curto prazo terão seus efeitos a longo prazo que eventualmente se acumularão e causarão problemas.
Processo operacional	Processo formal pelo qual a visão de uma organização é realizada, incluindo entre outros: operações, procedimentos e supervisão.	Este acidente sinalizou a falha de pelo menos parte das disposições que deveriam garantir a segurança deste voo na situação encontrada. Este conjunto de disposições inclui entre outras áreas explícitas: disposições regulamentares, procedimentos a seguir, características de design, limitações operacionais etc. Que foram projetados para manter o voo seguro (BEA, 2012).	No que diz respeito ao aprendizado do conhecimento operacional que está sendo ensinado; este tem sido útil? O conhecimento adquirido deve facilitar o que é percebido como desempenho crítico no cockpit. Se o conhecimento ensinado é percebido como irrelevante para o desempenho, logo será ignorado. O conhecimento adquirido no treinamento deve contribuir para a eficiência na medida em que se torna mais fácil a execução da tarefa (BESCO, 2012).
Gerenciamento de recursos	Esta categoria descreve como os recursos humanos, monetários e de equipamentos necessários para realizar a visão são gerenciados.	A Air France foi alertada quanto ao problema de mau funcionamento dos tubos pitot por outras tripulações e procedimentos que estavam em vigor para reparar ou substituir os tubos pitot em todas as suas aeronaves (BEA 2012). No entanto, a aeronave em questão foi autorizada a voar sem qualquer modificação, assumindo que não haveria nenhum problema em face do atraso e dinheiro envolvido, se colocada fora de voo (DHAVALA, 2013).	Para Salas e Maurino (2010) as melhorias nos processos geram mais eficiência na segurança além de redução de custos em todo o sistema. Destaca-se que melhores práticas serão aplicadas por equipes de gestão mais bem preparadas. Pressupõe também que aqueles que ocupam cargos hierarquicamente superiores sejam difusores da cultura de segurança, a fim de mitigar os erros de decisão que constituem em falhas latentes dentro das organizações (BRASIL, 2020).

Nota. Elaborado pelo Autor (2023).

4.1.4 Nível 3: Supervisão Insegura

No subnível supervisão inadequada, de Wiegmann e Shappell (2017), cabe ressaltar que PNF, responsável por supervisionar o voo e fornecer orientação para o PF, não conseguiu fazê-lo porque ele próprio não recebeu treinamento adequado (ET D'analyses, 2012). A velocidade da aeronave estava perigosamente baixa, o que deveria ter sido imediatamente corrigido pelos pilotos, indicando falha em corrigir problemas conhecidos, outro subnível. Significando que a insatisfatória tomada de decisão dos pilotos, durante esse voo, pode ser

atribuída à falha da empresa em resolver problemas de segurança então reconhecidos na companhia aérea (Small, 2020), consoante ao exposto na Figura 19

Figura 19

Nível 3: supervisão insegura

NÍVEL 3	Supervisão Insegura	AF447	Dimensão do conhecimento
Supervisão inadequada	Supervisão e gestão de pessoal e recursos, incluindo treinamento, orientação profissional e liderança operacional, entre outros aspectos.	Os copilotos que estavam na cabine no momento inicial não compreenderam o problema desencadeador e cometeram uma série de erros que levaram à queda da aeronave. Diversos foram os questionamentos levantados sobre o comportamento do comandante durante a pane: por que ele deixou o cockpit num momento considerado delicado do voo? Quando chega ao cockpit e percebe que a situação não está normal e não questiona os procedimentos executados.	Para Jouanneaux (1999) o treinamento em CRM 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 pressupõe, quando o evento ocorre, uma incorporação da anomalia à representação mental real da situação, ao contrário de representações mentais irreais.
Operações planejadas inadequadas	Gerenciamento e atribuição de trabalho, incluindo aspectos de gerenciamento de risco, composição de tripulação, ritmo operacional.	O comandante ao deixar o cockpit, para seu período de descanso, não definiu de forma clara qual dos copilotos cumpriria a função de PF e PNF. O que veio a repercutir no gerenciamento da situação (BEA, 2012).	A percepção correta da situação pela tripulação melhora a confiabilidade e a rapidez do diagnóstico e da decisão ligada não somente à maneira na qual a situação é apresentada à tripulação, mas também aos seus treinamentos e experiências anteriores (JOUANNEAUX, 1999).
Falha ao corrigir problemas conhecidos	Instâncias em que deficiências entre indivíduos, equipamentos, treinamento ou outras áreas de segurança relacionadas são conhecidas pelo supervisor, mas podem continuar sem correção.	A Air France foi alertada quanto ao problema de mau funcionamento dos tubos pitot por outras tripulações e procedimentos que estavam em vigor para reparar ou substituir os tubos pitot em todas as suas aeronaves (BEA 2012).	Para Besco e Kanki <i>et al.</i> , (1992, 2010) melhorias devem ser recomendadas se a análise revelar qualquer deficiência no treinamento, sendo este o elo vital no fornecimento de excelência de desempenho profissional, devendo também se assegurar que o desenho de programas de treinamento seja tão completo quanto o desenho dos sistemas da aeronave.

Nota. Elaborado pelo Autor (2023).

4.1.5 Nível 2: Precondições para Atos Inseguros

Conforme disposto na Figura 20, o segundo nível de erro humano de Reason (1990), analisado pelo HFACS, refere-se às condições prévias para atos inseguros, quais sejam: fatores ambientais, os quais abrangem tanto o ambiente físico quanto o ambiente técnico, porém o uso indevido da tecnologia produzirá efeito contrário, aumentando os níveis de estresse dos tripulantes e gerando mais trabalho a ser realizado. Isso corresponde ao que ocorreu no voo AF447. A menos que seja usado corretamente, a automação pode ter um impacto negativo severo nas condições mentais do operador, aumentando ainda mais o risco de um ato inseguro (Kiliç, 2019). A situação estressante somada a tecnologia complexa criou condições mentais e fisiológicas adversas para os pilotos, que experimentaram uma perda completa da consciência situacional. Nenhum dos três tripulantes percebeu que o avião estava

caindo. Em vez disso, esforçaram-se para entender o que havia ocorrido, prescindindo de tempo para tomar as medidas corretivas apropriadas (Studycorgi, 2022).

Figura 20

Nível 2: precondições para atos inseguros

NÍVEL 2	Condições prévias para atos inseguros – Fatores Ambientais	AF447	Dimensão do conhecimento
Ambiente Tecnológico	Esta categoria abrange uma variedade de questões, incluindo o projeto de equipamentos e controles, características de exibição / interface, layouts de lista de verificação, fatores de tarefas e automação.	A <i>Inteface</i> humano-computador, o diretor de voo, várias vezes durante a emergência, deu indicações errôneas que não deveriam ter sido seguidas se os pilotos tivessem reconhecido a natureza da falha (BEA, 2012).	Para Besco e Kanki <i>et al.</i> , (1992, 2010) melhorias devem ser recomendadas se a análise revelar qualquer deficiência no treinamento, sendo este o elo vital no fornecimento de excelência de desempenho profissional, devendo também se assegurar que o desenho de programas de treinamento seja tão completo quanto o desenho dos sistemas da aeronave.
Ambiente Físico	A categoria inclui tanto a configuração operacional (por exemplo, clima, altitude, terreno) e o ambiente, como calor, vibração, iluminação, toxinas etc.	O comandante estava indiferente quanto às preocupações expressas pelo PF sobre a área de mau tempo. Ele certamente quis dizer que se o avião ainda estivesse em condições turbulentas naquela altitude, as margens de manobra estariam reduzidas, devido ao peso da aeronave no momento e a temperatura do ar externo (BEA, 2012).	Os pilotos provavelmente não se lembraram de todo treinamento recebido para operar a aeronave eficazmente nestas condições meteorológicas extremas. Se o conhecimento se deteriorou devido à falta de uso frequente, providências para mantê-lo nos níveis exigidos devem ser tomadas. Se o conhecimento se deteriorou devido ao uso frequente, devem ser tomadas providências para restaurá-lo aos níveis exigidos (BESCO, 2012).
Comunicação, coordenação e planejamento	Inclui uma variedade de questões de comunicação, coordenação e trabalho em equipe que afetam o desempenho.	A confiança na automação e a falta de prática de voo manual foram um dos principais problemas que não permitiu voltar ao voo básico. Além disso, o treinamento de CRM dado a eles pode ser considerado insuficiente, pois não ajudou os pilotos a se comunicar e coordenar a emergência. É razoável acreditar que eles poderiam ter salvado o voo se tivessem uma eficiente comunicação e coordenação de cabine (DHAVALA, 2013).	Na aviação, a cultura profissional e organizacional tem efeito positivo e impacto negativo na probabilidade de um voo seguro, que se traduz no reconhecimento oportuno do risco, bem como no gerenciamento eficaz dos erros. As empresas têm a responsabilidade de mitigar os componentes negativos relacionados aos tipos de cultura e enfatizar os componentes positivos. Tanto o treinamento técnico quanto as práticas adequadas do <i>Crew Resource Management</i> (CRM) fazem parte de uma filosofia no programa de gerenciamento de erros (HELMREICH et al., 2001).

Nota. Elaborado pelo Autor (2023).

4.1.6 Nível 1 – Atos Inseguros

De acordo com Wiegmann e Shappell (2003) o nível mais baixo de erro humano de Reason (1990) analisado pelo HFACS pelos atos inseguros dos operadores, que se concentram em as ações e decisões tomadas pela tripulação de voo, foram essencialmente a causa das respostas inadequadas à situação, uma imensa sobrecarga de informações, juntamente com um estresse induzindo a ruptura da capacidade de desempenho (ET

D'analyses, 2012). Os subníveis: erros de decisão, erros baseados em habilidades e os erros de percepção, incluem o gerenciamento de recursos da tripulação (CRM), bem como a prontidão pessoal, conforme Helmreich *et al.* (2017). O CRM contempla a forma como a tripulação trabalha em conjunto para garantir a segurança de um voo, incluindo procedimentos de comunicação e compartilhamento de tarefas. Neste acidente, o CRM foi considerado integralmente ineficaz devido aos vários desvios dos procedimentos operacionais somados à incapacidade dos pilotos em trabalhar juntos com sucesso (ET D'analyses, 2012, 2012; Small, 2020), tais elementos são retratados na Figura 21.

Figura 21

Nível 1: atos inseguros

NÍVEL 1	Atos Inseguros	AF447	Dimensão do conhecimento
Erros de decisão	Esses erros de “pensamento” representam um comportamento consciente, com o objetivo de alcançar o objetivo, que procede conforme planejado, embora o plano se mostre inadequado ou inapropriado para a situação. Esses erros normalmente se manifestam como procedimentos mal executados, escolhas impróprias ou simplesmente a má interpretação e / ou uso indevido de informações relevantes.	Durante a emergência a tripulação além de não ter seguido os procedimentos prescritos para a perda de indicação de velocidade confiável, não efetuou um correto gerenciamento de seus recursos - CRM (BEA, 2012).	Nenhum dos três pilotos foram treinados no simulador para o tipo de falha nessa altitude de cruzeiro. De fato, isso não foi incluído nos programas de treinamento da Air France e da Airbus. As duas gigantes da aviação francesa nunca classificaram o procedimento como um “procedimento de emergência”, ou seja, uma sequência de manobras nas quais os pilotos deveriam ser treinados tantas vezes para se tornar um automatismo (FACCINI, 2013).
Erros baseados em habilidades	Comportamento altamente praticado que ocorre com pouco ou nenhum pensamento consciente. Esses erros de execução que frequentemente aparecem como quebra de padrões de varredura visual, intenções esquecidas e itens omitidos em listas de verificação. Até a maneira ou técnica com a qual alguém executa uma tarefa está incluída.	Embora os pilotos tenham descoberto a perda de indicação de velocidade confiável, eles não deduziram que este era o principal problema, nem tentaram buscar o procedimento de emergência no QRH, ou mesmo, executar os itens de memória (WIT; CRUZ, 2019).	Para Besco e Kanki <i>et al.</i> , (1992, 2010) melhorias devem ser recomendadas se a análise revelar qualquer deficiência no treinamento, sendo este o elo vital no fornecimento de excelência de desempenho profissional, devendo também se assegurar que o desenho de programas de treinamento seja tão completo quanto o desenho dos sistemas da aeronave.
Erros de percepção	Esses erros surgem quando a entrada sensorial é degradada, como costuma acontecer ao voar à noite, com mau tempo ou em ambientes visualmente pobres. Diante de agir com base em informações imperfeitas ou incompletas.	De acordo com Faccini (2013) os súbitos clarões das descargas elétricas em meio à escuridão da cabine, atinge os olhos dos pilotos e de acordo com Bea (2012) torna improvável que o PNF possa ter determinado a trajetória de voo executada pelo PF nas condições meteorológicas adversas do voo em uma noite escura que tornam mais difícil de monitorar as atitudes do avião (BEA, 2012).	Os pilotos provavelmente não se lembraram de todo treinamento recebido para operar a aeronave eficazmente nestas condições meteorológicas extremas. Se o conhecimento se deteriorou devido à falta de uso frequente, providências para mantê-lo nos níveis exigidos devem ser tomadas. Se o conhecimento se deteriorou devido ao uso frequente, devem ser tomadas providências para restaurá-lo aos níveis exigidos (BESCO, 2012).

Nota. Elaborado pelo Autor (2023).

4.2 Caso 2: O Pouso no Rio Hudson

Em 15 de janeiro de 2009, o voo US Airways 1549 que havia decolado do Aeroporto LaGuardia, cidade de Nova York, com destino ao Aeroporto Internacional Charlotte Douglas, na cidade Charlotte, sofreu uma perda quase total de potência em ambos os motores após se chocar com gansos canadenses, ainda no segmento inicial de subida, obrigando o piloto a um pouso de emergência no Rio Hudson, a cerca de 15 quilômetros do local de partida. A bordo estavam 5 tripulantes e 150 passageiros (NTSB, 2010).

O comandante que fazia a função de PNF no momento, logo após o impacto com as aves, imediatamente assumiu o controle da aeronave dizendo ao copiloto: “‘meu avião’, ou seja, tenho o controle do avião” ao que foi rapidamente respondido pelo copiloto que fazia a função de PF, dizendo: “‘seu avião’, ou seja, o controle é seu” mostrando plena consciência situacional e cumprindo um correto CRM. Logo em seguida, instruiu o copiloto a pegar o QHR e a cumprir os procedimentos de emergência para perda de potência dos motores, enquanto comunicava ao órgão de controle a emergência. Essa rápida tomada de decisão demonstrou um correto comportamento de Crew Resource Management (CRM), determinando um correto curso de ação, que segundo Helmreich et al. (2001) está diretamente associado à consciência da situação para uma resposta proativa, observada pelas avaliações e fatores contextuais de planejamento.

O órgão de controle imediatamente informou o rumo para retorno a LaGuardia ou Teterboro, outro aeroporto próximo. Nesse momento, o comandante responde apenas que está indo pousar no Hudson (NTSB, 2010). Conforme verifica-se na trajetória de voo exibida na Figura 22.

Figura 22*Trajetória do voo US1549*

Nota. Extraído de NTSB (2010, p. 21).

4.2.1 Linha do Tempo do Acidente

No relatório final (NTSB, 2010) os investigadores concluíram que a tomada de decisão da tripulação foi fator fundamental para a sobrevivência de todos a bordo, em função do pouco tempo disponível (Figura 23), somado a proximidade dos socorristas no local durante a evacuação do avião, que completou o conjunto de respostas imediatas e adequadas, essenciais para o controle da emergência (NTSB, 2010).

Figura 23

Linha do tempo do acidente

15:27	Decolagem.
15:27:10	O comandante é ouvido no gravador de voz da cabine dizendo “Pássaros”.
15:27:13	Uma diminuição na potência do motor é ouvida na gravação de voz do <i>cockpit</i> .
15:27:23	O comandante estabelece sua liderança na situação afirmando “Minha aeronave”, pois quem estava no controle da aeronave no momento do impacto era o copiloto.
15:27:28	O comandante instrui o copiloto “pegue o QRH (manual de referência rápida) para perda de empuxo em ambos os motores”
15:27:33	O comandante imediatamente comunica ao controle de voo em terra que há uma emergência declarando “ <i>mayday, mayday, mayday</i> isto é... Cactus 1539 atingiu pássaros, perdemos empuxo em ambos os motores, estamos voltando para o LaGuardia. ”
15:27:50	O comandante e o copiloto cumprem o QRH na tentativa de religar os motores.
às 15:30:01	
15:27:50	Simultaneamente o comandante está se comunicando com o controle de saída do LaGuardia e pensando em possíveis locais de pouso. O comandante declara que não poderá retornar ao LaGuardia e como primeira alternativa, avalia prosseguir para o aeroporto de Teterboro em Nova Jersey.
às 15:29:27	
15:29:27	O controle de saída do LaGuardia pergunta em qual pista eles vão pousar em Teterboro. O comandante reconhecendo que não tem condição de chegar a Teterboro responde “vamos pousar no Hudson”.
15:30:43	A aeronave pousa no rio Hudson e todos os passageiros são evacuados.

Nota. Extraído de NTSB (2010, p.132).

4.2.2 A Decisão pelo Procedimento Correto

Às 15h27min23s, cerca de 12 segundos após a colisão com o pássaro, o comandante assumiu o controle do avião. Cinco segundos depois, o comandante solicitou a lista de verificação de falha dupla do motor prontamente atendida pelo copiloto. O *checklist Engine Dual Failure* foi o *checklist* mais aplicável, contido no *US Airways QRH*, que foi desenvolvido pelo fabricante, para tratar o evento, sendo a única lista de verificação que continha orientações a serem seguidas se uma partida do motor não fosse possível e se um

pouso forçado fosse antecipado. Cada um desses aspectos exigiu um desempenho humano efetivo e hábil conforme Brasil (2012), mostrando um desempenho humano ideal, com impacto significativo na segurança do voo de acordo com Tsang, Vidulich e Flach (2014). Essa tomada de decisão representou um comportamento consciente e direcionado ao objetivo segundo Shappell et al. (2007), e evidenciado por Weijs-Perrée et al. (2020) como sendo o aprimoramento da cultura no comportamento do compartilhamento do conhecimento.

Quando o comandante pediu o QRH, cerca de 17 segundos após o impacto com os pássaros, o copiloto já tinha o *checklist* em mãos. O que atribui crédito ao Programa de Qualificação Avançada (AQP) para o treinamento de CRM da *US Airways*, por fornecer habilidades e ferramentas necessárias à formação de sua tripulação em se comunicar e compartilhar objetivos comuns (NTSB, 2010), que segundo Helmreich *et al.* (2017) é eficaz para resolução em situações complexas e fora do padrão. A comunicação clara e objetiva é vista como um fator crítico de sucesso e um instrumento de controle adequado enfatizado nos treinamentos em *Crew Resource Management* (CRM), segundo Kanki, Helmreich e Anca (2010).

Figura 24

Momento da evacuação do avião no Rio Hudson



Nota. Extraído de NTSB (2010, p. 22).

Para Henriqson et al. (2009) o risco é decorrente de variados fatores. Um importante se refere à pressão temporal, definida pelo tempo disponível para a tomada de decisão que, segundo Weiner (1995), é responsável por 30% dos acidentes na aviação. De acordo com Amalberti (1996, como citado em Henriqson et al., 2009) a pressão temporal está diretamente relacionada à percepção e ao estresse do operador, enfraquecendo a tomada de decisão, diminuindo a profundidade da compreensão do problema e a escolha eficaz. Orasanu et al. (1998) complementa que as decisões são, muitas vezes, tomadas em condições abaixo das ideais em função de altos riscos, pouco tempo e alta carga de trabalho.

Nos sistemas complexos, dois referenciais de tempo podem ser adotados: o tempo do operador e o tempo do processo. O primeiro é produto da competência do operador sobre o processo executado, considerando seus conhecimentos, habilidades e experiências. O segundo é determinado pelo somatório dos tempos de transição entre os diferentes estados do processo. Rasmussen (1985) distingue a distribuição do trabalho à equipe em função da delegação de tarefas, comunicação, estratégias e modelos mentais.

Segundo o relatório final NTSB (2010), o voo US1549 atingiu o bando de pássaros a menos de três minutos após a decolagem, a uma altura de 930 metros acima do solo (NTSB, 2010), sendo um elemento fundamental da carga de trabalho e controle cognitivo da tripulação, requerendo um nível elevado da consciência situacional, tomada de decisão e engajamento na obtenção de uma escolha eficaz na solução do problema (Henriqson *et al.*, 2009).

Para Rasmussem e Reason (1985, 1990) o controle cognitivo dependerá do tipo da situação enfrentada, ou seja, da demanda cognitiva de modo consciente, inconsciente ou misto. No treinamento para as situações de não rotina, as ações e procedimentos são executadas com base no conhecimento, seja ele tácito ou explícito. Além do conhecimento explícito, fundamental para poder atuar na aviação, o conhecimento tácito é uma parte

importante no domínio dessa atividade. A tomada de decisão, muitas vezes priorizada por este, radicado na ação e experiência do indivíduo, reflete a imagem da realidade, conforme destacam Nonaka e Takeuchi (1995), como nesse acidente, quando a experiência do piloto o fez decidir rapidamente a pousar no rio. Essa rápida e correta tomada de decisão salvou todos a bordo (NTSB, 2010).

Embora haja distinção funcional entre comandante e copiloto, na prática, a operação da aeronave é realizada pela divisão de tarefas e áreas de responsabilidade. As tarefas são divididas tendo em vista a definição de papéis entre os pilotos, de forma a reduzir a carga de trabalho, considerada por Reason (1990) como um fator importante na incidência dos erros humanos e para Amalberti (2001) corresponde a uma condição de saturação do consumo de recursos. No evento, os pilotos exerceram excelente coordenação de cabine considerando o quão severo foi e o pouco tempo de que dispunham. Para Helmreich et al. (2017) a coordenação envolve a capacidade dos tripulantes de incorporar e sincronizar as tarefas exigidas de maneira correta e oportuna e requer esforço máximo de todos para trabalhar de forma eficaz. Eles trabalharam de forma quase intuitiva, com o nível de proficiência e capacidade cognitiva disponível a ser mantida de acordo com Besco (1992) pelo inconsciente competente.

De acordo com Oliver, Calvard e Potocnik (2017) a automação usada de modo correto dará suporte à resolução do evento, como no momento da perda dos motores o comandante, segundo o relatório final (NTSB, 2010), imediatamente ligou a unidade auxiliar de força elétrica do avião que manteve os instrumentos essenciais, possibilitando o controle adequado no momento do pouso. Isso, segundo Henriqson (2009), são processos de tomada de decisão e modos de controle cognitivo utilizados por pilotos de aeronaves, nos treinamentos em simulador de voo.

A tripulação não soube apenas como operar a aeronave, efetuou também as táticas, procedimentos e regras de voo adequados, e que de acordo com Ebermann e Jordan (2013) possuíam uma imagem precisa e atualizada do cenário para a tomada de decisões efetivas, e que para Helmreich (2001) determinam o curso da ação.

4.2.3 As Influências Organizacionais do Modelo HFCAS no Contexto do Acidente

A Figura 25 apresenta, de forma sintetizada, as influências organizacionais no caso do voo US1549.

Figura 25

As influências organizacionais no caso do voo US1549

NÍVEL 4	Influências organizacionais	US1549	Dimensão do conhecimento
Clima organizacional	Atmosfera / visão prevaemente dentro da organização, incluindo coisas como políticas, estrutura de comando e cultura.	Processos de trabalho em que o planejamento e controle das atividades de trabalho são implementados por meio de valores e ações de segurança e liderança, nos quais os líderes demonstraram um compromisso à segurança em suas decisões e comportamentos	Para Costley e Moore (1986) <i>apud</i> Besco (1992) as práticas incompatíveis com a cultura corporativa degradam a estrutura da organização, que deve ser mantida nas operações do dia a dia, especialmente no treinamento. Segundo Besco (1989) <i>apud</i> Besco (1992) padrões relaxados por conveniência de curto prazo terão seus efeitos a longo prazo que eventualmente se acumularão e causarão problemas.
Processo operacional	Processo formal pelo qual a visão de uma organização é realizada, incluindo entre outros: operações, procedimentos e supervisão.	Responsabilidade pessoal em que todos os indivíduos assumiram responsabilidade pessoal pela segurança de todos	No que diz respeito ao aprendizado do conhecimento operacional que está sendo ensinado; este tem sido útil? O conhecimento adquirido deve facilitar o que é percebido como desempenho crítico no cockpit. Se o conhecimento ensinado é percebido como irrelevante para o desempenho, logo será ignorado. O conhecimento adquirido no treinamento deve contribuir para a eficiência na medida em que se torna mais fácil a execução da tarefa (BESCO, 2012).
Cerenciamento de recursos	Esta categoria descreve como os recursos humanos, monetários e de equipamentos necessários para realizar a visão são gerenciados.	Identificação e resolução nos problemas que potencialmente impactam a segurança onde foram identificados, avaliados integralmente, e prontamente abordados e corrigidos de forma proporcional ao seu significado	Para Salas e Maurino (2010) as melhorias nos processos geram mais eficiência na segurança além de redução de custos em todo o sistema. Destaca-se que melhores práticas serão aplicadas por equipes de gestão mais bem preparadas. Pressupõe também que aqueles que ocupam cargos hierarquicamente superiores sejam difusores da cultura de segurança, a fim de mitigar os erros de decisão que constituem em falhas latentes dentro das organizações (BRASIL, 2020).

Nota. Elaborado pelo Autor (2023).

As respostas adequadas dos pilotos, suas interações com automação de voo e o trabalho em equipe precisam ser examinadas e trazidas como lições aprendidas. O comportamento da tripulação durante o evento pode ser percebido como a extensão de uma cultura da organização disposta a garantir a segurança das operações.

4.2.4 A Cultura Organizacional da Praticada no Evento

Os traços positivos da cultura de segurança da *US Airways* que contribuíram para o resultado bem-sucedido desse acidente estão relacionados na Figura 26.

Figura 26

A cultura organizacional praticada no evento

Cultura organizacional	Evidências
Aprendizagem e formação Contínua	Para garantir a segurança, a <i>US Airways Crew Resource Management (CRM)</i> e seus treinamentos de gerenciamento de erros e ameaças foi integrado em todos os setores da empresa em um plano de treinamento obrigatório. A tripulação afirmou que o treinamento lhes proporcionou as habilidades e ferramentas necessárias para abrir linhas de comunicação e compartilhar objetivos comuns
Capacitação	O <i>National Transportation Safety Board (NTSB)</i> concluiu que o profissionalismo de toda a tripulação de voo e seu excelente treinamento de CRM durante a sequência do acidente contribuiu para a sua capacidade de manter o controle do avião, configurá-lo na medida do possível nas circunstâncias, voar e pousar de forma que aumentou a capacidade de sobrevivência no impacto na água
Comunicação	O relatório do <i>National Transportation Safety Board (NTSB)</i> afirma que os dados do gravador de voz do cockpit indicaram que a comunicação entre o comandante e o copiloto foram excelentes. Além disso, a tripulação de voo fez apenas chamadas pertinentes para o controle de tráfego aéreo para gerenciar a carga de trabalho e focar na segurança
Contexto compartilhado	A <i>US Airways</i> mantém um ambiente onde o pessoal se sente livre para levantar questões de segurança sem medo de retaliação, intimidação, assédio ou discriminação
Fazer profissional	Do comandante ao copiloto, comissários de bordo e socorristas. A contribuição de todos foi fundamental para o sucesso da emergência, pouso e resgate. Todos foram responsáveis por suas ações.
Identificação e resolução de Problemas	Os pilotos identificaram problemas que poderiam impactar a segurança dos passageiros e da sua tripulação. Eles avaliaram e abordaram rapidamente as medidas corretivas necessárias. Cada piloto aderiu ao seu papel
Liderança nas decisões e comportamentos	Após o pouso bem-sucedido no rio Hudson o comandante antes de sair da cabine, percorreu corredor duas vezes para se certificar de que todos foram evacuados. Ele instruiu os barcos de resgate a cuidarem primeiro das pessoas nas asas porque os que estavam nas jangadas já estavam a salvo. Seu compromisso com a segurança dos outros antes pensar em si mesmo é um reflexo de suas fortes habilidades de liderança
Treinamento e tomada de decisão	No treinamento de CRM, todos aprendem a articular estratégias para lidar com a discrepância entre o que está acontecendo e o que deveria estar

	acontecendo. Após o impacto com os pássaros, o comandante rapidamente percebeu que havia uma emergência e assumiu o controle da aeronave. Apesar de os controladores de tráfego aéreo indicarem o caminho o pouso no LaGuardia o comandante analisou as condições existentes e decidiu pousar no Hudson, que foi constatado como a melhor opção
Uso e reuso do conhecimento	Tendo acabado de completar o treinamento, o copiloto reconheceu sinais do evento anormal. Ele localizou o manual de referência rápida e acompanhou seus processos, o que lhe deu maior controle da situação para manter a segurança

Nota. Elaborado pelo Autor (2023).

Os aspectos da cultura organizacional elencados na Figura 26 garantiram que o conhecimento estivesse disponível na hora certa do enfrentamento da emergência. Um dos objetivos operacionais da GC é garantir que o conhecimento certo esteja disponível para os processadores humanos, seja para um trabalhador do conhecimento individual ou para um grupo, na hora certa (Holsapple, 1995).

4.2.5 Os Elementos Relacionados aos Fatores Humanos

De acordo com o relatório final da NTSB (2010) desse acidente, é possível identificar elementos relacionados aos fatores humanos dentro das práticas adequadas de um correto CRM:

- i. a decisão do comandante de pousar no Rio Hudson em vez de tentar pousar em um aeroporto gerou a maior probabilidade de sobrevivência ao acidente;
- ii. o profissionalismo dos tripulantes de voo e sua excelente gestão dos recursos da tripulação (CRM) durante a sequência do acidente contribuíram para sua capacidade de manter o controle do avião, configurá-lo na medida do possível às circunstâncias e fazer uma aproximação que aumentasse a capacidade de sobrevivência ao impacto;
- iii. o treinamento de pilotos sobre como responder a uma falha nos dois motores ocorrendo em baixa altitude os desafiaria a usar o pensamento crítico e exercitar habilidades na redução de tarefas, tomada de decisões e gerenciamento adequado da carga de trabalho para obter um resultado bem-sucedido.

- iv. a escolha do procedimento de emergência a ser seguido no QRH, como o mais aplicável para o evento;
- v. o desempenho dos tripulantes de cabine durante a evacuação do avião;
- vi. a proximidade dos socorristas ao local do acidente e sua resposta imediata e apropriada ao acidente.

Todos esses elementos evidenciam que o treinamento adequado, a cultura organizacional e o trabalho em equipe são capazes de produzir os resultados esperados na prática cotidiana.

5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A capacidade dos membros da tripulação 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, conhecimento e experiência, ou ainda que os membros tenham transgredido na aplicação dos recursos nos objetivos definidos e priorizados que conduziram ao sucesso ou ao fracasso, particularmente no caso do AF447, em que 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, acrescido da falta de coordenação e comunicação que culminou na desestabilização da aeronave, transformaram-se em eventos desencadeadores evidenciados por falhas nas defesas organizacionais, os quais são tratados por Reason (1990) em seu Modelo Queijo Suíço.

Várias áreas problemáticas específicas foram identificadas, incluindo gerenciamento de carga de trabalho e delegação de tarefas, a consciência da situação, liderança, o uso dos recursos disponíveis, a comunicação entre os membros da tripulação e o compartilhamento de seus conhecimentos. Reconhecidamente como parte formal dos treinamentos para o subsequente trabalho a ser feito, que dependia, em grande parte, da capacidade de trabalhar em equipe.

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 podem-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 e erros.

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 disponibilizado. 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.

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, como citado em Dhavala, 2013) é alta na distância do 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.

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. Ações de emergência requerem decisões rápidas no que concerne a situação de crise. O conhecimento da situação deve ser obtido rapidamente e pode ser 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 o próprio procedimento e os principais parâmetros que devem ser controlados. Existe um alto risco de que, mesmo no caso de sinais e instruções claras, os tomadores de decisão não sejam capazes de lidar com a situação.

Ao contrário, a tripulação do voo US1549 da US Airways que se chocou com os gansos canadenses a baixa altura, logo no segmento inicial de subida, cumpriu as ações de emergência por meio de um julgamento eficiente e seguindo os procedimentos corretos, evidenciados pela experiência de seus tripulantes, priorizada pelo conhecimento tácito do comandante, refletido na imagem da realidade conforme afirmam Nonaka e Takeuchi (1995), e sua experiência o fez decidir rapidamente pousar no rio. A tripulação, além de saber como operar a aeronave e usar táticas e procedimentos de voo adequados, teve uma imagem precisa e atualizada do cenário. Essa é uma tarefa que não foi simples diante da complexidade e da quantidade de fatores considerados na efetiva tomada de decisão. Particularmente porque a consciência da situação não termina com a simples percepção dos dados, mas também depende de uma compreensão mais profunda do significado desses dados, com base na compreensão de como os componentes do ambiente interagem e funcionam e uma capacidade subsequente de prever estados futuros do sistema, conforme Endsley (1999). A tripulação mostrou um conhecimento avançado das características, forma e localização da informação quando usaram o *checklist* apropriado para a emergência. Esse tipo de conhecimento é normalmente adquirido por meio de experiência, treinamento, planejamento e análise da situação. 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 restou 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.

5.1 Capacitadores e Práticas da Gestão do Conhecimento

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 nas operações de voo tratadas nesta pesquisa. 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.

5.1.2 Cultura Organizacional: Limites e Capacidades

As capacidades organizacionais da Air France e da US Airways foram provadas 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 ou não 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.

No caso do AF447 os 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, permitiu restrições na cognição, inibindo 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.

5.1.3 Liderança

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 ou trabalhar em equipe, mesmo porque quando o comandante chegou à cabine não conseguiu entender o que se

passava, já encontrando uma situação totalmente degradada. O copiloto que o substituíra, em função do estresse e da falta de perícia, não teve a capacidade de comunicação, monitoramento e recuperação das informações. A capacidade de cooperar ou trabalhar em equipe exige que os tripulantes tenham qualidades de gerenciamento e liderança eficazes para resolver problemas em situações degradadas.

Os tripulantes do US1549, ainda que pressionados pelo pouco tempo, tiveram uma clara distribuição de suas tarefas e funções com assertividade e mantidas durante todo o evento, justamente pela capacidade de liderança do comandante.

5.1.4 Uso e Reuso do Conhecimento

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 a pane 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 caráter excessivo das ações do copiloto pode se explicar pela surpresa e pela carga emocional na desconexão do piloto automático, amplificadas pela ausência do conhecimento da tripulação em voos de grande altitude.

A justificativa do órgão investigador e do seu grupo de estudiosos em fatores humanos foi baseada nos limites sensoriais humanos, na carga emocional da situação e na

falta de conhecimento apropriado para identificação e gestão das anomalias ocorridas, quais sejam: não identificação do alarme de perda de sustentação, não identificação da perda de sustentação em si e pelo fato de o copiloto ter puxado a alavanca de controle (manche) ao invés de empurrá-la. Além do desvio de rota realizado pelo lado errado, interpretado pelo órgão investigador como erros primários de pilotagem.

Da mesma maneira, 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. Tal representação mental resultou no correto gerenciamento efetuado pela tripulação do voo US1549, no qual todas as vidas foram salvas. 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 em experiências anteriores.

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 risco passadas, como também sobre as situações cotidianas de trabalho.

5.2 CRM e Principais Aspectos Relacionados aos Fatores Humanos

Para Foushee e Helmreich (2019), o estudo do comportamento constitui a base conceitual para o modelo de fatores humanos determinantes nas interações e desempenho das tripulações de voo. Pesquisas subsequentes permitiram expandir e refinar o modelo, e discutir

questões relacionadas ao treinamento em CRM. 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 e determinam a natureza dos processos de grupo que levam, por sua vez, aos vários resultados.

5.2.1 Comunicação

No AF447 quando o comandante chamou o copiloto que estava em repouso para ocupar o seu lugar e retirou-se para o repouso, não observou a ansiedade do copiloto que estava junto a ele na cabine, em lidar com a tempestade, talvez porque este não o comunicou. O papel de liderança passou para o PNF, sem que a função de comando fosse formal e explicitamente transferida. Como o voo já estava enfrentando turbulência, a tripulação estava ocupada com o monitoramento e o manuseio do voo. Logo em seguida a tripulação reconheceu a necessidade de ajuda e chamou o comandante de volta à cabine. No entanto, o comandante chega à cabine somente dois minutos após a chamada, talvez devido à turbulência que enfrentavam.

O atraso do comandante causa estresse aos pilotos que queriam um direcionamento de como enfrentar a emergência. A comunicação e o trabalho em equipe falharam entre eles e a falta de assertividade sobre a situação provou a ineficiência do CRM. A situação real era apenas a indicação falsa de baixa velocidade. As ações da PF colocaram a aeronave em subida contínua. O PNF identifica a indicação falsa de velocidade, porém não consegue uma comunicação clara com o PF que já estava lutando para manter a aeronave estável.

Quando o comandante retorna à cabine, ouve o alerta de perda de sustentação e vê os dois pilotos totalmente perturbados. Ele talvez tenha se assustado com o que estava acontecendo e como a situação relativamente estável se deteriorou para esse caos que ele estava presenciando, e os copilotos dizendo a ele que haviam perdido o controle da aeronave e não tinham ideia do que estava acontecendo.

No caso do US1549, segundo o relatório do *National Transportation Safety Board* (NTSB), foi constatado pelos dados do gravador de voz do cockpit que a comunicação entre o comandante e o copiloto foi excelente. Além disso, a tripulação de voo fez apenas chamadas pertinentes para o controle de tráfego aéreo para gerenciar a carga de trabalho e priorizar a segurança.

5.2.2 Erro Humano

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 mau uso 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 dos arredores 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.

Outros importantes fatores contribuintes nesse acidente foram: a falta de conhecimento da automação da aeronave por parte da tripulação, em função de um evento raro e extremo, somados a sinais ambíguos e inadequados do sistema que precipitaram e agravaram os erros, além da falta de treinamento adequado para os pilotos para esse tipo de emergência em grandes altitudes.

Ao contrário do AF447, o relatório final do acidente do voo US1549 não revelou erros dos tripulantes, uma vez que estes foram exitosos em seus procedimentos.

5.2.3 Tomada de Decisão

O NTSB concluiu que o treinamento dos pilotos do voo US1549 sobre como responder a falha dos motores ocorrendo em baixa altitude os desafiou a usar o pensamento crítico no exercício das habilidades quanto à eliminação de tarefas, tomada de decisões e gerenciamento adequado da carga de trabalho para alcançar o resultado bem-sucedido.

As principais habilidades foram:

- i. a decisão do comandante de pousar no Rio Hudson em vez de tentar pousar em um aeroporto, o que propiciou maior probabilidade de sobrevivência ao acidente;
- ii. a decisão do comandante de usar os flaps¹⁴ na posição 2 para o pouso, com base em sua experiência e percepção da situação, foi razoável e consistente em minimizar o efeito do impacto com a água no momento do pouso;
- iii. a decisão do comandante quanto a escolha do procedimento de emergência mais

¹⁴ Dispositivos montados no bordo de fuga das asas, que quando estendidos, resultam em um aumento de sustentação e uma redução da velocidade.

aplicável à falha dupla dos motores.

O indivíduo como tomador de decisão está restringido por limitações cognitivas. A tarefa do design da automação do sistema do Airbus do voo AF447 em controlar as premissas de decisão que deveriam orientar o comportamento de tomada de decisão dos tripulantes reduziu sua capacidade e gerou um curso de ação que não levou à consecução de seus objetivos, pela falta do processamento adequado da informação ou pela ausência desta, considerando o modo como lhes foi apresentada.

Segundo Simon (1976, como citado em Choo, 1998), a mente humana exerce uma racionalidade limitada, de modo que o indivíduo constrói um modelo simplificado do mundo real para lidar com ele e então procura um curso de ação que seja satisfatório.

Como tomadores de decisão, os pilotos do AF447 não tiveram o entendimento real de forma consensual do problema, por isso, não puderam escolher uma alternativa. De acordo com Choo (1998) uma tomada de decisão sistemática é provavelmente mais adequada para resolver problemas quando as questões são claramente identificadas, no momento em que a interpretação coletiva é necessária para lidar com problemas cujas demandas não são claras e as informações são ambíguas.

Segundo Choo (1998) os tomadores de decisão operam em um modo de vigilância em vez de um modo de resolução de problemas. Em contraste com uma teoria da informação que assume que a informação é coletada para resolver uma escolha entre alternativas. Os tomadores de decisão examinam seus ambientes em busca de surpresas e soluções monitorando o que está acontecendo. Essa é uma característica dos pilotos que aplicam regras e copiam soluções de outros.

Como prioridade máxima, o risco associado à travessia da tempestade e, conseqüentemente, à turbulência e à formação de gelo seria uma estratégia dependente do conhecimento do avião e do gerenciamento correto do radar meteorológico que implicaria a

decisão de evitá-la ou mudar o nível de voo (altitude). A cooperação entre os tripulantes, bem como o entendimento sobre as decisões táticas e estratégicas, garantiria uma gestão adequada de todos os recursos da tripulação.

Em função da duração programada do voo e de acordo com o Manual de Operações da Air France e a regulamentação em vigor, a tripulação de voo foi complementada por um copiloto para permitir períodos de descanso em voo, garantindo a disponibilidade suficiente da tripulação. Esse aumento permitiu especificamente que o comandante fizesse um descanso em voo, designando um copiloto classificado como piloto substituto. Isso obviamente implicava a possibilidade de delegar decisões operacionais a ele, e as diretrizes da companhia aérea mencionam isso claramente: “O piloto substituto é o substituto do comandante. Na sua ausência, toma as decisões operacionais necessárias à condução do voo de acordo com as instruções por ele deixadas”.

O Comandante, ao deixar a cabine para seu período de descanso, não delegou formalmente o PF como seu substituto e não se atentou às preocupações dele em atravessar a área de mau tempo. Isso contribuiu para elevar os níveis de ansiedade desse copiloto para o restante do voo. Ele descobriu que havia recebido todas as responsabilidades de um comandante substituto, mas não sentia que tinha todas as informações e conhecimentos necessários para tomar as decisões certas.

5.2.4 Treinamento

Apesar do relatório do NTSB ter concluído que os tripulantes estariam mais bem preparados se tivessem recebido treinamento e orientação sobre as ilusões visuais que podem ocorrer ao pousar na água e sobre as técnicas de pouso a serem usadas durante um pouso forçado com e sem potência no motor, quando questionado quanto ao treinamento que recebeu na US Airways, o comandante afirmou que o treinamento absolutamente o ajudou a manter o controle da aeronave e a gerenciar a situação. Ao descrever a coordenação da

tripulação durante o evento ele disse que foi muito boa, considerando a rapidez em que ocorreu o evento, o quão severo foi e o pouco tempo que eles tiveram.

O comandante creditou sucesso ao treinamento de CRM realizado pela US Airways, que propiciou a eles as habilidades e ferramentas necessárias para formar na equipe linhas abertas de comunicação e compartilhamento de objetivos comuns. Durante as entrevistas pós-acidente, o copiloto afirmou que ele e o comandante, apesar de terem funções específicas, sabiam o que o outro estava fazendo e interagiam quando necessário.

A US Airways forneceu treinamento em gerenciamento de recursos da tripulação (CRM) e gerenciamento de ameaças e erros. De acordo com um piloto instrutor da US Airways, o treinamento foi baseado na percepção de que os pilotos cometiam erros e o gerenciamento de ameaças foi projetado para encontrar maneiras de prevenir e corrigir os erros. O programa de treinamento foi baseado em um ciclo de 24 meses, com um período de avaliação de treinamento de 12 meses. Após a qualificação em um avião, os tripulantes eram obrigados a concluir os módulos trimestrais através do ensino à distância.

Na época do acidente com o AF447, não havia treinamento regulatório de CRM na Air France específico para dois copilotos serem preparados para o papel de substituto do comandante. Além disso, não havia recomendações e referências associadas à aplicabilidade do procedimento de velocidade indicada não confiável e a prevenção de zonas propícias ao fenômeno dos cristais de gelo.

Os fatores causais como consciência situacional, tomada de decisão e sinergia da tripulação foram inseparáveis e constituíram sobremaneira o fator contribuinte mais significativo. As habilidades de pilotagem dos profissionais que efetuavam voos de longa distância foram consideradas insuficientes. A falta de conhecimentos aeronáuticos gerais foi bastante perceptível tanto quanto a consciência da situação durante as falhas do sistema.

Nas observações e conclusões a que chegou à comissão de investigação, observou-se que os principais fatores contribuintes estavam antepostos àqueles gerenciados pela organização, mesmo aqueles considerados não contributivos. Debilidades significativas em termos de formação, apropriação concreta real e capacidade de avaliação, todos esses fatores humanos, foram observados na população de tripulantes de voo. Estas fragilidades em relação ao funcionamento transversal – sinergia na linguagem do CRM – impossibilitaram a empresa ter uma visão clara e objetiva das suas atuações em matéria de segurança aeronáutica e propor soluções concretas e adequadas em um prazo razoável.

Após esse relatório, a Air France implementou várias medidas, incluindo: criação da gestão de prevenção de riscos e garantia de qualidade, trabalho fundamental de reestruturação dos procedimentos operacionais, reestruturação do conteúdo dos cursos de formação, constituição de vários grupos de trabalho sobre fatores humanos e formação e qualificação de instrutores e pilotos em CRM.

Desde 2005, o ensino de CRM na Air France está sujeito a mudanças. A companhia aérea integra conceitos mais pragmáticos (feedback da análise de voo) com os conceitos teóricos. A divisão de fatores humanos, em estreita consonância com a divisão de análise de voo, cuida do treinamento de instrutores. O tipo de comunicação evoluiu de um estilo *top down* para um estilo interativo que incentiva a comunicação e a troca de conhecimento entre as tripulações de voo. A divisão de fatores humanos coordena o trabalho de cerca de 500 instrutores, incluindo cerca de 80 formadores de fatores humanos: 20 tripulantes de voo (pilotos) e 60 tripulantes de cabine (comissários). Eles garantem que seus níveis de habilidade sejam mantidos. Os treinadores de fatores humanos são selecionados e seguem um programa de treinamento adequado para observar e registrar os principais aspectos do CRM.

5.3 Apresentação e Análise das Entrevistas

Nesta seção, apresentam-se as respostas dos entrevistados, bem como algumas análises conciliadas ao tema.

5.3.1 Entrevistado E1

Q1 - O entrevistado relatou um evento de “*birdstrike*”, ou seja, um choque com pássaros durante o procedimento de decolagem, ainda sobre a pista. O pássaro entrou no motor esquerdo da aeronave. O que foi imediatamente percebido pela mudança do ruído do motor. Os parâmetros de indicação dos instrumentos permaneceram normais e a decolagem não foi abortada. Assim que as condições permitiram a tripulação fez contato com a companhia em um canal onde há um grupo de pilotos de apoio que auxiliam nas tomadas de decisões. Trata-se de um canal aberto onde mesmo em voo os pilotos são auxiliados. Foi discutida a possibilidade de prosseguir o voo até o destino pela avaliação da situação junto a avaliação da rota a ser percorrida, quando passariam sobre diversas bases da empresa, onde poderiam pousar caso a situação exigisse. O que foi então coordenado junto a empresa. Outro fato importante relatado pelo comandante foi a comunicação com a tripulação de cabine, os comissários, que informaram não haver o cheiro de queimado característico deste tipo de evento, pois se houvesse o voo não prosseguiria. Havia, no voo, outro copiloto viajando como tripulante extra que por coincidência estava sentado ao lado do motor que foi atingido pelo pássaro. Ele foi chamado à cabine e informou que não houve maiores danos e se manteve na cabine acompanhando o voo até o destino. Os canais de comunicação da empresa, tanto via comunicação rádio, como por meio eletrônico pelos instrumentos da cabine, permitiram prosseguir o voo com segurança até o destino. Quando na chegada ao destino já havia o pessoal da manutenção os aguardando e preparados para todo o procedimento de verificação na aeronave.

O entrevistado considerou como um evento de baixa gravidade, mas que envolveu a comunicação e coordenação de vários setores da empresa, desde a tripulação de voo e de cabine, várias bases da empresa pelas quais o voo passou até o pessoal de manutenção na chegada. Para o comandante, sua tomada de decisão se deu pela coleta de todos os dados fornecidos a ele durante o evento. “[...] *tinha um copiloto voando de extra que foi chamado à cabine para nos ajudar no gerenciamento do problema[...]*”, o que representou para ele um correto gerenciamento do risco em função do CRM que tiveram.

Q2 - O entrevistado atribuiu, como perfeita a consciência situacional, a comunicação. “[...] *pelas ferramentas que a companhia proporcionou pra gente via comunicação com o pessoal da base de Porto Alegre linkando com o pessoal de São Paulo, isso tudo ajudou na tomada de decisão [...]*”. Quanto ao compartilhamento do conhecimento ficou evidente por todos que o voo poderia ter continuado pela análise dos parâmetros do motor. Tudo isto em função do treinamento exaustivo por que passam.

Q3 – O entrevistado considerou em função do tempo de que dispunham e do conhecimento mostrado por todos, plena condição para executar a estratégia escolhida. “[...] *todo o trabalho executado pela tripulação de voo e de cabine foi perfeito [...]*”.

Q4 – O entrevistado considera a experiência como um retroalimentador do CRM, compartilhada em reuniões de CRM com todos os setores pertinentes na empresa. Ela é relatada e divulgada por ferramentas de divulgação eletrônica oficiais da empresa, será inserida em um banco de dados e disseminada aos setores interessados na empresa com o intuito de mitigar futuros riscos.

Q5 – Segundo o entrevistado há um canal de divulgação denominado “eventos operacionais” no qual há protocolos a serem seguidos na forma de investigação. Suas fases são divulgadas na medida em que avançam. Dentro de limites éticos evitando que nomes sejam expostos e sem julgamentos.

Q6 – O entrevistado afirmou que não há barreiras quanto às ferramentas de comunicação entre os setores da empresa. Algumas barreiras que são pontualmente encontradas se referem à pouca experiência ou a falta de conhecimento de alguns em setores da empresa onde há muita rotatividade

Q7 – O entrevistado avalia como forma principal e eficiente os meios eletrônicos de disseminação do conhecimento.

Q8 – O entrevistado relata que existem locais adequados para o compartilhamento de suas experiências e conhecimentos, hoje divididos em locais físicos e virtuais.

5.3.2 Entrevistado E2

Q1 - O entrevistado iniciou seu relato enfatizando que na reunião que faz com sua tripulação no início de cada voo faz questão de enfatizar a respeito de uma comunicação aberta, sendo esta, para ele, de grande importância na prática do CRM. Ele com sua tripulação ao chegar ao aeroporto para o preparo da aeronave encontrou o avião sendo inspecionado pelo pessoal da manutenção em função de um reporte feito pelo comandante do último voo, que se tratava de um cheiro forte de queimado observado na cabine de passageiros. A manutenção o informou que já tinha solucionado o problema, porém o cheiro ainda continuava. O comandante então decidiu, em primeiro lugar, ler o relato do colega a fim de entender melhor o fato, sendo que o voo se daria na madrugada sobrevoando a selva amazônica. Voltando com sua tripulação para a cabine de passageiros, o cheiro ainda continuava. Então ele decidiu que atrasaria o voo para o início da manhã, e este se daria no período diurno, que em caso de emergência em função da região, teria melhores alternativas. Uma comissária, a mais nova do grupo, se dirigiu aos colegas comentando que havia trabalhado com perfumes e deu a ideia de cheirar pó de café, que segundo ela, neutraliza o cheiro nas narinas. Como o comandante respeita a comunicação aberta, fizeram a

experiência. Ao retornarem à cabine não havia mais o cheiro e prosseguiram o voo sem problemas.

Q2 - O entrevistado considerou plena a consciência situacional da tripulação oriunda de uma qualificação e treinamento eficientes, bem como a iniciativa da tripulante mais nova, justamente pelo nível de comunicação aberta, que foi assertiva na resolução do problema, justamente pelo conhecimento prévio da comissária. “[...] se não fosse a abertura que dou a opinião de toda a tripulação e esse conhecimento prévio da comissária mais nova, o voo não teria saído [...]”.

Q3 - O entrevistado apresentou para a tripulação sua opinião quanto a realizar o voo naquelas condições na madrugada em função da região a ser voada devido a inexistência de alternativas em caso de emergência. Estratégia que foi seguida pelo correto nível de conhecimento técnico do sistema. “[...] mesmo porque estávamos em solo com todo tempo disponível para tomar a decisão [...]”.

Q4 - O entrevistado afirma que todas as experiências retroalimentam o CRM. As experiências são sempre compartilhadas via setor de segurança da empresa, e posteriormente são divulgadas aos demais setores da empresa. O entrevistado relata também que nas aulas de CRM que ministra faz questão de relatar esse caso enfatizando a importância de uma comunicação aberta evitando barreiras.

Q5 - O entrevistado considera que existe incentivo na empresa, além de um sistema de reporte por relatórios de prevenção de acidentes.

Q6 - O entrevistado enfatiza que não há barreiras no compartilhamento do conhecimento, pelo contrário, há incentivo.

Q7 - O entrevistado avalia que as tecnologias são válidas, particularmente, para ele, quanto ao treinamento de CRM, deveria ser feito sempre na forma da presença física quando o treinamento deve ser tratado em um ambiente mais dinâmico, onde a presença física

prevalece. “[...] todos os treinamentos podem ser virtuais, menos o CRM, estamos falando de seres humanos e a presença física neste caso é importante [...]”.

Q8 - O entrevistado confirma a existência de lugares adequados para o compartilhamento das experiências e conhecimentos, que são muitas vezes feitos nas próprias aulas de CRM.

5.3.3 Entrevistado E3

Q1 - O entrevistado relata uma sessão de cheque em simulador (avaliação de proficiência), onde ele está no papel de checador (avaliador) de dois tripulantes técnicos da empresa; um comandante e um copiloto. Segundo o entrevistado, o comandante mostrou um elevado conhecimento e elevada performance. Muito aberto à comunicação e assertivo em função de sua experiência e da sua cultura. O copiloto também experiente, porém, com menos experiência que o comandante. Sempre disposto a concordar com as instruções do comandante. Na segunda etapa da sessão o copiloto passa a exercer a função de PF e o comandante a função de PM, em um cenário de carga de trabalho maior, e havia necessidade de um bom CRM. No decorrer da sessão, o copiloto mostrou ter maior dificuldade em sua consciência situacional, sendo a todo o momento auxiliado pelo comandante. Ficou evidente a falta de conhecimento do copiloto e a falta de preparo para aquela sessão. Foi observado que o copiloto aceitava a todo o momento as instruções do comandante, porém não as cumpria, errando os procedimentos combinados anteriormente. Ficou evidente que o copiloto não havia entendido o que se pedia e não se manifestava quanto a isso. O avaliador perguntou ao copiloto se ele havia entendido o que era pedido, o qual dizia que sim. Era evidente que ele não teve o entendimento e continuava a descumprir os procedimentos, ainda que auxiliado pelo comandante. Ficou claro que ele tentava encobrir sua falta de conhecimento. Foi identificado pelo avaliador como uma questão cultural dentro de um ambiente multicultural, como é o da aviação. O copiloto se sentia inibido em mostrar sua dificuldade. Sendo

entendida pelo avaliador como uma questão perigosa, em função da omissão por parte do copiloto, criando uma barreira na comunicação.

Q2 - O entrevistado confirmou todos os aspectos positivos quanto à consciência situacional, qualificação, comunicação e compartilhamento do conhecimento por parte do comandante. E apesar do copiloto ser também experiente, a questão cultural dele criou barreiras. Somada a falta de preparo e aplicação de conhecimento. *“[...] aqui na empresa nós conduzimos o treinamento preconizado pela ICAO e também usado nas empresas europeias que é feito com base nas evidências e competências. A gente observa o conhecimento e a sua aplicação na automação da aeronave, tomada de decisão, liderança e comunicação como competências não técnicas e o gerenciamento da carga de trabalho [...]”*.

Q3 - O entrevistado afirmou que ambos estavam cientes de todas as alternativas e as estratégias a serem seguidas, mesmo porque, tudo é discutido antes do início da sessão. Quanto ao conhecimento na execução das manobras, houve falta de domínio por parte do copiloto. *“[...] o copiloto não tinha o conhecimento necessário para o que deveria fazer sendo corrigido pelo comandante [...]”*.

Q4 - O entrevistado, pela posição que atuava no evento, afirma que muito retroalimenta e enriquece seus conhecimentos. *“[...] esses indícios que você vê depois de uma má comunicação são importantes para ver porque não foi efetiva a comunicação [...]”*. Quanto ao compartilhamento com colegas não é feito por uma questão ética, a não ser quando extremamente necessário é divulgado de forma genérica na forma de boletins de segurança de voo e circulares dentro da empresa, colocadas como ações de mitigação para evitar novos eventos.

Q5 - O entrevistado disse que muitas são as formas de disseminação para o compartilhamento do conhecimento. As principais são os manuais técnicos e documentos que descrevem os eventos e trazem em seus conteúdos as melhores práticas.

Q6 - O entrevistado citou que quanto as barreiras, existem somente quando há necessidade de confidencialidade.

Q7 - O entrevistado acredita que toda a tecnologia tem facilitado muito a comunicação e a disseminação da informação e do conhecimento, porém em alguns momentos traz subjetividade no caso de cursos on-line, pela falta da interação entre instrutor e aluno nas salas de aula, situação em que para ele, a informação seria mais bem retida.

Q8 - O entrevistado valoriza as salas de aula, principalmente nos cursos de CRM quando as várias tripulações ali reunidas trocam suas experiências e conhecimentos.

5.3.4 Entrevistado E4

Q1 - O entrevistado relatou um evento ocorrido em um voo realizado de Salvador para Curitiba. Não havia nada reportado sobre algum problema na aeronave, nenhum problema de cansaço com a tripulação, ou seja, tudo normal. O embarque se deu normalmente, decolagem e subida também. Já em voo de cruzeiro passando entre as cidades de Guarulhos e Campinas, houve um alarme visual e sonoro indicando uma falha de motor, seguindo de ruídos anormais e vibrações vindas do motor, o que os fez constatar que não era um alarme falso e sim uma situação real. A primeira coisa foi manter a calma e lembrar dos treinamentos. A tripulação decidiu, primeiramente, iniciar a descida para um nível de voo no qual seria possível manter a aeronave em voo monomotor. A atitude principal foi manter a aeronave sob controle e navegar, depois comunicar ao controle de voo, a companhia, os comissários e informar os passageiros a mudança de destino. A tripulação resolveu em comum acordo com a empresa prosseguir para Guarulhos. O entrevistado usou os procedimentos de acordo com o acrônimo (TDODAR) em seu CRM, onde a primeira letra “T” se refere ao tempo a segunda letra “D” diagnóstico, a terceira “O” são as opções, a quarta “D” que é a decisão, a quinta letra “A” *assign* significa distribuir aos interessados e a última “R” é a revisão, ou seja, sempre revendo as ações tomadas.

Q2 - O entrevistado confirmou todos os aspectos positivos quanto à consciência situacional, qualificação, comunicação e compartilhamento do conhecimento, por meio da qualificação e treinamento adequados. “[...] *Exatamente. Quando você tem um treinamento, temos o mesmo treinamento, mas a visão, ela é diferente, cada um tem uma visão diferente. Então o compartilhamento é superimportante. Porque, às vezes, você está fazendo alguma coisa, mas o seu colega tem uma visão diferente daquilo, então você tem que ter uma comunicação aberta. Não é porque você é o comandante e não estar aberto às opiniões, como aquele caso da Varig onde teve um final trágico pela falta do CRM. Foi só a opinião do comandante que não quis escutar o colega e nem o passageiro que observou a posição do sol do lado errado e informou a comissária [...]*”.

Q3 - O entrevistado afirmou que ambos estavam cientes de todas as alternativas e as estratégias foram decididas em conjunto pela tripulação e a empresa. “[...] *O conhecimento é essencial também durante o treinamento para que você possa ter uma tomada de decisão efetiva [...]*”.

Q4 – Para o entrevistado as experiências compartilhadas, tanto pela empresa, como as divulgadas pelos relatórios e investigações oficiais de outros acidentes retroalimentam o CRM.

Q5 – O compartilhamento da informação é feito tanto por e-mails corporativos, quanto por canais de intranet ligados aos diversos setores da empresa.

Q6 – O entrevistado afirmou que o excesso de e-mails se transforma, às vezes, em barreiras na comunicação entre os setores da empresa e seus usuários. Para ele se faz necessário melhor direcionamento.

Q7 – Para o entrevistado as tecnologias são bem-vindas e possibilitam a troca de comunicação e aprendizado, principalmente por estarem sempre em locais distantes em função da característica de trabalho.

Q8 – De acordo com o entrevistado as aulas de CRM proporcionam a troca de informação e experiência.

5.3.5 Entrevistado E5

Q1 - O entrevistado relatou um voo de instrução e adaptação dele como comandante em instrução na nova empresa do Cazaquistão que o contratou recentemente em uma rota que exigia o voo de adaptação. Por ser em uma rota de região montanhosa com procedimentos específicos de contingência. Na cultura do país, segundo o entrevistado, há fortes características de militarismo. Seu instrutor já sênior na empresa e nativo do país falava um inglês bastante deficiente para estar no papel de instrutor de estrangeiros. Portanto, havia ali uma barreira de comunicação, que provocava nervosismo no instrutor. É comum nas rotas de voo a existência de alguns pontos onde é necessária a comunicação com órgãos de controle de voo. Ao se aproximarem de uma posição que deveria ser efetuada a comunicação pelo entrevistado, ele observou que o instrutor fez a comunicação. Pouco depois de passar a posição, o instrutor russo começou a gritar com o comandante em instrução, dizendo que ele não havia reportado a posição. O comandante em instrução responde que não havia reportado, pois o tinha ouvido reportar. Neste momento o instrutor russo não conseguia explicar o que tinha acontecido pela sua falta de recursos na língua inglesa, ficando ainda mais nervoso e apenas repetindo para reportar a tal posição. O comandante em instrução, então, faz o reporte da posição ao órgão de controle e segue o voo. Pouco tempo depois, o instrutor russo, com muita dificuldade e de forma muito grosseira, consegue explicar que fez o reporte para a defesa aérea da região e não para o controle de rota. Para o comandante em instrução ficou claro a total ausência do CRM pela falta de comunicação para a instrução em si e para a correta operação do voo. Para ele, se não tivesse acontecido tal fato, ele seria considerado adaptado na rota, sem saber daquela particularidade, além de que ficou evidente uma deficiente cultura organizacional, justamente pela empresa colocar um instrutor sem

proficiência na língua universal da aviação, para instruir estrangeiros. Eu perguntei ao entrevistado se o instrutor havia feito o reporte em inglês. Ele confirmou que sim, por isso entendeu que o instrutor o tinha feito.

Q2 - O entrevistado relatou que sua consciência situacional ficou prejudicada justamente pela falta de comunicação. Ele não sabia o que seu instrutor estava realmente fazendo. Não houve uma ação combinada. Ele desconsidera uma qualificação adequada de seu instrutor, pois a comunicação e o compartilhamento não existiram. *“[...] a consciência situacional no meu caso ali acabou sendo prejudicada, pois não sabia o que ele estava fazendo pelo fato da falta de comunicação, achei que estávamos na mesma frequência falando com a mesma pessoa, só que não era isto que estava acontecendo [...]”*.

Q3 - O entrevistado relatou que não estava ciente das alternativas pela falta da seleção de uma estratégia por parte do instrutor, portanto não houve conhecimento para executá-la. *“[...] eu não tinha conhecimento do precisava ser feito exatamente por essa falha de instrução, vamos supor que o cara tivesse passado mal por exemplo ou indo no banheiro, eu não sabia que tinha que reportar para defesa aérea [...]”*.

Q4 - O entrevistado colocou como um exemplo negativo de CRM. Quanto ao compartilhamento, nesse caso foi compartilhado com os pilotos brasileiros da empresa, até por uma questão de autopreservação, prevenindo os colegas que forem voar com o mesmo instrutor, e na rota em questão. Quanto ao compartilhamento formal, ele não se sentiu seguro em fazer, justamente por ser um estrangeiro na empresa. Ele recebeu por e-mail do chefe de instrução da empresa uma solicitação de feedback, que até o momento da entrevista não havia respondido.

Q5 - O entrevistado respondeu que o compartilhamento do conhecimento na empresa é feito por meio de cursos, e-mail, treinamentos e comunicados.

Q6 – Para o entrevistado ficou claro que as barreiras se dão pela comunicação em função da língua, principalmente em relação aos pilotos mais velhos, além do problema cultural exacerbadamente valorizado oriundo de uma cultura militar. Conhecidamente como *Power distance*.

Q7 - O entrevistado após ter sido aprovado na seleção e ainda aqui no Brasil, pode participar de uma série de cursos e treinamentos *on-line* da empresa por meio da tecnologia por ela aplicada. Há também *web conferences* em relação ao caráter informativo na empresa, além de modernos recursos audiovisuais nas salas de aula.

Q8 – Segundo o entrevistado há um setor na empresa que recebe informações e caso achem pertinente as compartilham, além da possibilidade do compartilhamento nas aulas de CRM.

5.3.6 Entrevistado E6

Q1 - O entrevistado relatou um problema de velocidade não confiável durante uma aproximação para pouso em Foz do Iguaçu em condições meteorológicas adversas. Mesmo problema enfrentado pelo voo AF447 da Air France, quando o tubo de pitot sofreu congelamento. Problema recorrente em algumas aeronaves da Airbus que faz com que as proteções automáticas de voo sejam perdidas. Como era um problema já muito treinado pelas tripulações, foi de fácil identificação, o que propiciou uma boa execução dos procedimentos. Porém, o sistema não pode ser restabelecido, fazendo com que a tripulação decidisse prosseguir para o aeroporto de alternativa com condições meteorológicas favoráveis. Durante o prosseguimento do voo para a alternativa, a tripulação comunicou aos setores da empresa, que já deixaram outra aeronave pronta esperando-os para dar continuidade ao voo, inicialmente planejado.

Q2 – O entrevistado relatou que todo o treinamento que receberam em função do acidente do AF447, proporcionou a boa performance oriunda de uma boa consciência

situacional, comunicação e compartilhamento do conhecimento nas tomadas de decisões. “[...] olha a importância da comunicação. Todos os procedimentos começam com um call out, ou seja, uma frase, para que a pessoa ouça e se contextualize naquela situação. A comunicação e consciência situacional são muito ligadas [...]”. O entrevistado 6 enfatizou a questão da comunicação, não somente na cabine, como em toda empresa no aspecto de se fazer ser entendido, ser assertivo e dar abertura às opiniões do seu copiloto. Prática correta na aplicação do CRM. “[...] o compartilhamento do conhecimento, ele vem desde o treinamento que a gente teve por conta do Air France. Conhecimento esse que foi compartilhado em âmbito mundial por todos os operadores da Airbus, ou seja, não existe a possibilidade de um operador Airbus fazer um simulador sem que aquela manobra seja executada [...]”.

Q3 – Quanto a estratégia, foi prosseguir para um aeroporto com melhor infraestrutura, além das condições meteorológicas, em mútuo acordo por parte da tripulação e os setores da empresa. Evidenciando o CRM como *Crew Resource Management*. “[...] estratégia esta que foi escolhida e determinada em comum acordo... inclusive com o despacho em solo[...]”.

Q4 – Sem dúvida, o entrevistado confirma que a situação retroalimenta o CRM de toda a tripulação. O evento é compartilhado por canal específico da empresa de forma ágil, trazendo todos os importantes aspectos do evento e, posteriormente, publicado com instruções das melhores práticas.

Q5 – Segundo o entrevistado a empresa favorece este compartilhamento por e-mails corporativos e canais na web de caráter informativo e instrutivo ligados aos diversos setores da empresa.

Q6 – Ainda assim, segundo o entrevistado 6 relata, existem barreiras em função de uma rotina de trabalho puxado, causado por desânimo. Além das barreiras culturais conhecidas. “[...] porque que eu acho que é uma barreira. Porque às vezes o cansaço te faz

ficar negligente, às vezes o cansaço te faz ficar pouco atento. A nossa rotina é muito puxada, pouco descanso, muito voo. Os descansos são mínimos ... além da barreira cultural [...]”.

Q7 – Para o entrevistado 6 o uso das tecnologias é necessário e bem-vindo, até mesmo pela rotina que enfrentam, porém, causa um excesso de informação que se transforma em barreiras, pois não há tempo hábil para gerenciar o volume.

Q8 – Para o entrevistado 6, durante as aulas de CRM.

Todos esses relatos abordam o cotidiano da comunicação, das dificuldades enfrentadas pelos pilotos quando esta não é efetiva, bem como os mecanismos empregados pelas companhias na tentativa de coletar e tratar as informações, de modo que estas sejam repassadas como aprendizado para os envolvidos nas operações. Destaca-se ainda, a necessidade de se efetivar a Gestão do Conhecimento nesse ambiente.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Respondendo à pergunta de pesquisa, as competências da gestão do conhecimento como estratégias de gestão de ameaças e erros para as tripulações são definidas como uma dimensão do desempenho humano que devem ser usadas para prever, com segurança, um desempenho bem-sucedido no trabalho. Uma competência é manifestada e observada por meio de comportamentos que mobilizam o conhecimento relevante, mediante habilidades e atitudes para a realização de atividades ou tarefas sob condições específicas, conforme explicitado na Figura 27.

Figura 27

Gerenciamento estratégico de ameaças e erros

Gestão de ameaças e erros	Competências da gestão do conhecimento
Aplicação e compartilhamento do Conhecimento	Por meio da distribuição do conhecimento de forma seletiva e disponível a todos
Aplicação de Procedimentos	Voltadas à utilização do conhecimento em situações reais da organização, de modo a produzir benefícios concretos
Comunicação	Formal e informal pelas características do ambiente para o aprendizado, pela integração entre as pessoas que participam dos grupos de trabalho, pela experiência partilhada da equipe, pelo compartilhamento do conhecimento e pelos valores organizacionais
Conscientização e Gerenciamento da Situação	Por meio da verificação das competências essenciais por meio da aquisição de conhecimentos, habilidades e experiências necessárias
Conformidade com os regulamentos	Voltadas aos valores que caracterizam uma organização em termos de suas crenças e objetivos, descritos em normas ou regulamentos internos
Gerenciamento da automação e da carga de trabalho	Por meio da verificação das competências essenciais por meio da aquisição de conhecimentos, habilidades e experiências necessárias
Liderança e Trabalho em Equipe	Voltadas aos fatores relacionados mais especificamente à estrutura de poder, influência e autoridade e à proposição clara dos valores e objetivos a serem alcançados pela organização
Resolução de Problemas e Tomada de Decisão	No contexto operacional está relacionado à postura do decisor suas características pessoais bem como à sua capacidade de influência no contexto da tomada de decisão estratégica

Nota. Elaborado pelo Autor (2023).

Para Helmreich e Foushee (2019) há no modelo de treinamento em CRM três componentes: o comportamento do grupo evidenciado pelas características dos indivíduos, grupos, organizações e o ambiente operacional; os fatores de processo de grupo, que incluem a natureza e a qualidade das interações entre os membros do grupo; e os fatores de resultado, que incluem resultados primários, como segurança e eficiência das operações e resultados secundários, como satisfação dos membros, motivação e atitudes.

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. As respostas automáticas assumem o reconhecimento de estímulos específicos, nos quais a reação está associada sem verdadeira interpretação.

A construção de uma resposta aplicada à experiência pressupõe incorporação do problema na representação mental da situação. Dessa forma, a correta percepção da situação por parte de uma tripulação, possibilita a confiabilidade e rapidez do diagnóstico e decisão a serem melhoradas, ligada não só a forma como a situação é apresentada a essa tripulação (interfaces, parâmetros), mas também à sua formação e experiência.

O conhecimento adquirido deve facilitar o que é percebido como desempenho crítico no *cockpit*. Tanto a informação quanto o conhecimento adquirido no treinamento devem contribuir para a eficiência à medida que se torna mais fácil a execução da tarefa. Sua eficácia pode ainda ser melhorada com auxílio:

- i. do conteúdo do programa de treinamento que, quando bem adquirido, deve resultar em melhor utilização de recursos disponíveis, e pelo processo de aprendizagem que é provavelmente o aspecto a ser mais compreendido sobre o comportamento humano;
- ii. do feedback sobre o seu desempenho na comparação com o desempenho de outros pilotos. É necessário saber qual é a tendência em seu próprio desempenho, se está melhorando ou piorando, se atingiu sua capacidade máxima, ou se há algo para melhorar;
- iii. das práticas compatíveis com a cultura corporativa e a estrutura da organização, que em sua maioria tem declarações de ética pessoal e profissional;
- iv. da capacidade individual, razão pela qual o conhecimento aplicado seja ou não absorvido, sendo necessária uma revisão quanto ao desempenho cognitivo passado por indícios de problemas na capacidade de aprendizagem.

Quanto à gestão do conhecimento e o suporte ao conhecimento, os fluxos de comunicação e informação devem ser considerados em conjunto com os processos de tomada de decisão para poder entender como, onde e que tipo de fluxos de informação existem nesses processos e como estes poderiam ser utilizados de forma mais eficaz e coerente. Da mesma forma, 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.

Além disso, as necessidades de conhecimento vinculadas aos processos devem ser analisadas detalhadamente. Em seguida, deve-se escolher a solução tecnológica mais adequada, que atenda especificamente às necessidades das tripulações, tanto para armazenamento quanto para distribuição, de modo que a maneira de compartilhar conhecimento e encontrar conhecimento preciso seja rápida e fácil através de um único canal. Detectar ou encontrar uma escolha correta da solução é um dos pontos mais críticos que afetam a eficiência da operação. Além disso, a interatividade deve ser considerada uma forma de apoiar e estimular o compartilhamento de conhecimento e favorecer a possibilidade de compartilhar dicas e sugestões de maneira mais eficaz, ao mesmo tempo em que pode dar ao grupo a oportunidade de capturar o conhecimento tácito dos seus membros e entender melhor suas necessidades de conhecimento. Portanto, a estrutura e o conteúdo das fontes de conhecimento atuais devem ser unificados e combinados com os processos e tarefas bem definidas e disponibilizados por meio da solução tecnológica escolhida, de forma a apoiar a segmentação e a memorização da informação. A manutenção da informação deve receber atenção especial, pois de acordo com os resultados, também é um fator crítico que tem um grande impacto nos erros. Se a manutenção requer muito trabalho ou envolve muita hierarquia, é frequentemente negligenciada, o que prejudica a credibilidade e pode levar a uma situação em que novos métodos de ação são usados e não documentados. É importante salientar que o suporte ao conhecimento nunca está pronto, visto que se desenvolve e toma forma à medida que novas informações e conhecimentos chegam ao ambiente operacional. Embora não seja suficiente apenas concentrar-se nos procedimentos de atualização, também a coleta e o tratamento de feedback devem ser considerados, de acordo com o que está ou não está funcionando no momento. É muito importante que novas ideias e propostas sejam tratadas prontamente. As pessoas que fornecem o feedback também devem ser mantidas atualizadas sobre a situação de suas ideias, caso contrário, facilmente perdem a motivação

para compartilhar seus *insights*, o que, por sua vez, afeta negativamente toda a infraestrutura de gestão do conhecimento. De modo abrangente, vale a pena notar, que os resultados deste estudo revelam aspectos principalmente do ponto de vista dos tripulantes, aqui considerados na evolução do CRM como *Crew Resource Management*, ou seja, toda a organização.

No que diz respeito à cultura de compartilhamento do conhecimento, os indivíduos precisam estar motivados a compartilhar seus conhecimentos. A aviação é um ambiente multicultural, no qual o conceito do *ba* pode promover o encontro dos indivíduos para o compartilhamento de suas emoções, sentimentos, experiências e modelos mentais, eliminando as barreiras culturais por meio do diálogo pelos quais 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. As ações concretas para externalizar e capturar esse conhecimento podem ser, por exemplo, *briefings*¹⁵ e *debriefings*¹⁶ sistemáticos. Isso é algo que deve ser pensado de maneira mais aprofundada, pois o compartilhamento e a captura também são, geralmente, considerados processos de gestão do conhecimento importantes. Além disso, a internalização do conhecimento deve ser mais bem definida e amplamente difundida. A internalização e o processamento do conhecimento pelos indivíduos garantem não somente o emprego e a aplicação do conhecimento, mas também gera avaliação do conhecimento e a criação de novos conhecimentos nele embasados.

¹⁵ Briefing é um conjunto de informações para o desenvolvimento de uma tarefa.

¹⁶ Debriefing é um relatório de uma missão ou projeto ou as informações assim obtidas. É um processo estruturado após um exercício ou evento que revisa as ações realizadas.

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 de conhecimento deve ser incentivado e reconhecido, e a gestão deve assumir um papel mais ativo, tanto pelo bom exemplo, quanto pelo feedback positivo e reconhecimento em relação ao compartilhamento ativo de conhecimento. Se o feedback e as ideias não forem tratados adequadamente, isso não só prejudica a cultura, mas também a credibilidade do suporte de conhecimento. Por exemplo, capturar, coletar e compartilhar ativamente o conhecimento tácito de seus colaboradores não apenas forneceria conhecimento mais explícito para a empresa, mas também sinalizaria a concordância organizacional e os incentivaria ainda mais a criar e a compartilhar conhecimento de forma mais ativa. Por exemplo, o acompanhamento de casos tratados, reuniões de equipe baseadas nesses casos e sessões de brainstorming podem ser ferramentas úteis para aproximar-se do conhecimento tácito dos funcionários. Empregar o conhecimento nas atividades cotidianas e aproveitá-lo para um uso mais amplo, tornando-o explícito nas instruções, pode, por sua vez, ser benéfico para motivar as pessoas a compartilhar mais. Além disso, para garantir um desempenho eficiente, consistente e de alta qualidade, o processamento eficaz do conhecimento também deve ser promovido.

Outros aspectos e iniciativas da GC estão baseados na liderança, comunicação e trabalho em equipe, na aplicação de procedimentos manifestada e comprometida em alto nível e devem estar alinhados ao propósito e a estratégia da organização e cultivada em todos os níveis da organização. Criada nos processos individuais e colaborativos, no trabalho do conhecimento apropriado à cultura de trabalho do conhecimento e estabelecidas nas práticas de GC reconhecidas, preservadas e aplicadas.

O uso e reuso do conhecimento na aprendizagem e formação na definição das atividades de conhecimento realizadas, nos recursos de conhecimento usados e/ou alterados, no processamento do conhecimento autodirigido ou guiado, na integração do conhecimento executado nas operações, com práticas reconhecidas, preservadas e aplicadas e no suporte tecnológico da gestão do conhecimento.

A aplicação do conhecimento, no contexto compartilhado, deve garantir quantidade, qualidade e segurança dos recursos de conhecimento. Na proteção contra perdas, obsolescência, exposição e ou modificação impróprias, e assimilação errada, no controle de validação usado para garantir o suficiente, com precisão, consistência e certeza de recursos, usados para garantir clareza suficiente, significado, relevância e importância dos recursos do conhecimento com suporte tecnológico eficaz. Na avaliação dos processos de eficácia de atividades de conhecimento e suas abordagens e medição dos resultados de desempenho e impactos, não somente nas tripulações, como em toda a organização.

Essa pesquisa contribui empiricamente com os estudos de conhecimentos de 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 como a técnica do incidente crítico para desvendar fatos muitas vezes desconhecidos 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.

6.1 Limitações da Pesquisa

As limitações deste estudo referem-se principalmente à literatura especializada, além da amostra de respondentes.

De acordo com Tubigi e Alshawi (2015) ainda é escassa a literatura a respeito do gerenciamento de informações e de dados obtidos no fluxo de processos dentro dos sistemas de uma companhia aérea.

Uma das causas dos acidentes aéreos está ligada à deficiência das análises de dados obtidos a partir do desempenho do operador, que busque garantir a aeronavegabilidade ao mesmo tempo em que precisa aderir a várias normas regulatórias e políticas. Nesse quesito, uma das vantagens de usar um sistema de gestão do conhecimento é compartilhar informações e conhecimento em várias hierarquias operacionais envolvendo várias partes interessadas.

6.2 Sugestões para Estudos Futuros

Faz-se necessário explorar em novas pesquisas, não só de cunho qualitativo a identificação e avaliação de possíveis soluções para questões de política de informação e gestão do conhecimento relacionado ao desenvolvimento global no setor do transporte aéreo. Taxonomias e ontologias podem ser usadas para enfrentar desafios relacionados a informações e a difusão do conhecimento e do gerenciamento de informações de dados obtidos no fluxo de processos dentro dos sistemas das companhias aéreas.

A criação de políticas para divulgação pública facilita a coleta e o compartilhamento de informações em vários ambientes do setor aéreo. Como por exemplo, a disseminação de informações de segurança da aviação, sendo seu principal atributo, a redução dos acidentes nas companhias aéreas, que segundo Forrest (2006), deve-se concentrar na criação de alianças e ambientes de confiança, colaboração e desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- Adeniran, A, & Olorunfemi, Oluwaseyi. (2020). The essence of knowledge management in the air transportation sector. *International Journal of Human Computer Interaction*, 5, 175-186.
- Ai, X., & Ai *et al.* (2019). Research on Knowledge Management of Aviation Manufacturing Industry Based on Association Rules. In *2019 International Conference on Precision Machining, Non-Traditional Machining, and Intelligent Manufacturing (PNTIM 2019)* (pp.86-90). Atlantis Press.
- Alavi, M., & Leidner. (2001). D. Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. *MIS Quarterly*, 25, 107-136.
- Al Saifi, S. A., Dillon, S., & Mcqueen, R. (2016). The relationship between face-to-face social networks and knowledge sharing: an exploratory study of manufacturing firms. *Journal of knowledge management*, 20(2), 308-326.
- Alvarenga Neto, R. C. D. (2005). *Gestão do conhecimento em organizações: proposta de mapeamento conceitual integrativo* [Tese de Doutorado em Ciência da Informação] Escola de Ciência da Informação, UFMG.
- Amalberti, R. (2001). The paradoxes of almost totally safe transportation systems. *Safety Science*. Orge, 37, 109-126.
- Amalberti, R. *et al.* (2018). Gestão de segurança em sistemas complexos e perigosos - teorias e práticas: uma entrevista com René Amalberti. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, 43. <https://doi.org/10.1590/2317-6369000021118>.

- Amorim, J.S. (2021). Inovação e a Gestão do Conhecimento na Aviação. *Revista Brasileira da Aviação Civil e Ciências Aeronáuticas*, 1(2), 1-5.
<http://www.rbac.cia.emnuvens.com.br>.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Baron, R. (1997). *The cockpit, the cabin, and social psychology*. [2011-11-7]. <http://www.airlinesafety.com/editorials/CockpitCabinPsychology.htm>.
- Beckman, T. (1999). The current state of knowledge management. In J. Liebowitz. *Knowledge management handbook*. CRC Press.
- Besco, R.O. (1990). Aircraft Accidents Aren't—Part One. *Accident Prevention*, 1-5.
- Besco, R. O. (1991). Aircraft Accidents Aren't—Part Two. *Accident Prevention*, 48, 1.
- Besco, R. O. (1992). Analyzing knowledge deficiencies in pilot performance. *The International Journal of Aviation Psychology*, 2(1), 53-74.
- Best Practices, LLC.(2001). *Knowledge management of internal best practices*.
<http://www.best-in-class.com/>.
- Bhatt, G. D. (2001). Knowledge management in organizations: examining the interaction between technologies, techniques, and people. *Journal of knowledge management*.
- Boisot, M. H.(1995). Is your firm a creative destroyer? Competitive learning and knowledge flows in the technological strategies of firms. *Research Policy*, 24(4), 489-506.
- Brasil. (2012). Manual de Fatores Humanos no Gerenciamento da Segurança Operacional no SISCEAB: *MCA 63-15*.
- Brasil. (2005). Comando da Aeronáutica. Manual de Treinamento em Gerenciamento de Recursos de Equipes (Crew Resource Management – CRM). *IAC 060 1002A*,
- Brasil. (2020). Comando da Aeronáutica. Treinamento em Gerenciamento de Recursos de Equipes (Crew Resource Management – CRM). *IAC 060 1002*.

- Brasil. (2012). Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Manual de Fatores humanos no Gerenciamento da Segurança Operacional no SISCEAB. *MCA 63-15*.
- Choo, C. W. (2006). A organização do conhecimento: como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões. In: *A organização do conhecimento: como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões*. (pp. 425-425).
- Choo, C.W. (1998). *The Knowing Organization: How Organizations Use Information to Construct Meaning*. Oxford University Press.
- Cohen, W. M. et al. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152.
- Correa, C. R. P., & Cardoso Júnior, M. M. (2007). Análise e classificação dos fatores humanos nos acidentes industriais. *Production*, 17, 186-198.
- Cooper, G. E., White, M. D., & Lauber, J. K. (1980). Resource management on the flight deck. In: *NASA/Industry Workshop*.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2021). *Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto*. Penso Editora.
- Dhavala, L.(2013). *Report on Air France Flight 447 Accident*.
- Davenport, T. H., & Prusak L. (1998). *Working knowledge: How organizations manage what they know*. Brighton: Harvard Business Press.
- Davenport, T. H., & Prusak L. (2003). *Conhecimento empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual*. (10ª ed.). Elsevier.
- De Wit, P A., & Cruz, R. M. (2019). Learning from AF447: Human-machine interaction. *Safety Science*, 112, 48-56.
- Dekker, S. (2001). *The field guide to human error*. University Press.

- Del Gandio, F. et al. (2012). *The Final Word: Air France Flight 447*. ISASI - Forum, Baltimore, Maryland, USA.
- <https://docs.google.com/document/d/1iRgaVVyf3s44SCx9NEqrsqiMjej-0JPd/edit#>
- Domingues, I. O. (2016). *Práticas de controle interno e gestão de riscos corporativos em um grupo de companhias aéreas brasileiras* [Dissertação de Mestrado em Ciências Contábeis]. Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado – FECAP.
- Dumitru, I. M., & Boşcoianu. M. (2015). Human factors contribution to aviation safety. In *International Scientific Committee*. Brasov (pp.28-30).
- Ebermann, H., & Jordan, P. (2013). Accident Prevention. In *Human Factors on the Flight Deck*. (pp.1-36). Springer.
- Endsley, M. R. et al. (1999). Situation awareness in aviation systems. *Handbook of aviation human factors*, 257.
- Et D'analyses, Bureau d'Enquêtes et al. (2012). *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*. Et D'analyses.
- Faccini, B. (2013). *Four Minutes, 23 Seconds: Flight AF447*. Volare Aviation Monthly.
- Felipe, A. A., & Mota, D. A. R. A (2015). Gestão do Conhecimento como recurso de inovação para Micro e Pequenas Empresas (MPEs): o modelo Enabling Knowledge Creation (EKC). *Revista de Ciência da Informação e Documentação*, 6(1), 57-78.
- Flanagan, J. C. (1954). The critical incident technique. *Psychological Bulletin*, 51(4), 327.
- Flanagan, J. C. (1973). A técnica do incidente crítico. *Arquivos Brasileiros de Psicologia Aplicada*, 25 (2), 99-141.
- Flin, R., & Martin, L. (2001). Behavioral markers for crew resource management: A review of current practice. *The International Journal of Aviation Psychology*, 11(1), 95-118.

- Forrest, J. S. (2006). *Information policies and practices of knowledge management (KM) as related to the development of the Global Aviation Information Network (GAIN): An applied case study and taxonomy development*. Nova Southeastern University.
- Gheorghioiu, N. (2020). Knowledge risk management in aviation. *Proceedings of the International Conference on Business Excellence* (14^a ed., pp.657-663). Sciendo.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. (6^a ed.). Editora Atlas.
- Golafzani, M. N., & Kiani, K.; Salari, M. (2017). *The role of knowledge management strategies in job satisfaction (case study: the airline and aviation industry)*. Current trends in organizational performance and future perspectives.
- Gordon, M. E., & Kleiman, L. S. (1976). The prediction of trainability using a work sample test and an aptitude test: A direct comparison. *Personnel Psychology*.
- Hawkins, F.H. (1987). *Human Factors in Flight*. (2^a ed.). Routledge.
- Helmreich, R. L. *et al.* (1990). How effective is cockpit resource management training. *Flight Safety Digest*, 9(5), 1-17.
- Helmreich, R. L. *et al.* (2001). *Culture, error, and crew resource management. Improving teamwork in organizations: Applications of resource management training*, v. 305331.
- Helmreich, R L. *et al.* (2017). The evolution of crew resource management training in commercial aviation. In *Human Error in Aviation* (pp. 275-288). Moffett Field: Routledge.
- Helmreich, R. L., & Foushee, H. C. (2019). Why CRM? Empirical and Theoretical Bases of Human Factors Training. In *Crew Resource Management* (pp.-52). Academic Press.
- Henriques, M *et al.* (2019). *Fatores Humanos na Aviação Civil: Um Panorama do Campo de Estudos* (pp.1-12). XXXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Paulo, Brasil.

- Henriqson, É. et al.(2009). Consciência situacional, tomada de decisão e modos de controle cognitivo em ambientes complexos. *Production*, 19, 433-444.
- Holsapple, C. W. (1995). Knowledge management in decision making and decision support. *Knowledge and Policy*, 8(1), 5-22.
- Hosseini, M. R. et al. (2014). The impact of people, process, and technology on knowledge management. *European Journal of business and Management*, 6(28), 230-241.
- House Report. (1996). *Investigation of the Challenger Accident Report of the Committee on Science and Technology House of Representatives Ninety-Ninth Congress Second Session: Committed to the Committee of the Whole House on the State of the Union.*
- International Civil Aviation Organization. (1989). *DOC. 216 - Fundamental Human Factors Concepts Digest 1*. ICAO.
- International Civil Aviation Organization. (2002). *DOC. 9806 - Human Factors Guidelines for Safety Audits Manual*. ICAO.
- International Civil Aviation Organization. (2013). *Paper A38-WP/85 on Consolidated Aviation Safety Knowledge Management: An Enabler of Improved Operational Safety for the 38th ICAO Assembly*. Montréal, Quebec, Canada.
- Jouanneaux, M. (1999). *Le pilote est toujours devant: reconnaissance de l'activite du pilote de ligne*. Octarès Editions.
- Junior, E. B. L. et al. (2021). Análise documental como percurso metodológico na pesquisa qualitativa. *Cadernos da FUCAMP*, 20(44), 36-51.
- Kanki, B., Helmreich, R., & Anca, J. (2010). *Crew Resource Management* (2^a ed.). Elsevier.
- Kiliç, B.(2019). HFACS Analysis for investigating human errors in flight training accidents. *Journal of Aviation*, 3(1), 28-37, 2019.
- Kiss, C. (2005). The Human Factors SHELL Model. *Academia Edu*, 80, 152-155.

- Klitzke, A. (2019). Surgimento da definição de conhecimento como crença verdadeira justificada. *Gavagai-Revista Interdisciplinar de Humanidades*, 6(2), 101-119.
- Kripka, R. M. L., Scheller, M., & Bonotto, D. L. (2015). Pesquisa documental na pesquisa qualitativa: conceitos e caracterização. *Revista de investigaciones UNAD*, 14(2), 55-73.
- Lakatos, E. M., & Marconi, M. A. (2003). *Fundamentos de metodologia científica* (5ª ed.). Atlas.
- Lauber, J. K. (1979). *Resource management on the flight deck: Background and statement of the problem*. Resource management on the flight deck: Proceedings of a NASA/Industry Workshop, San Francisco.
- Majander, M. (2021). *Developing Knowledge Management and Knowledge Support at an Airline Operations Control Centre*.
- Massingham, P. (2010). Knowledge risk management: a framework. *Journal of Knowledge Management*, 14, 464-485.
- Mccreary, J., Pollard, M., Stevenson, K., & Wilson, M. B. (1998). *Human factors: Tenerife revisited*.
- Mohrmann, F., Stoop, J. (2019). *Airmanship 2.0: Innovating aviation human factors forensics to necessarily proactive role*. International Society of Aviation Safety Investigators (ISASI). Annual Seminar.
- Moraes, R. Análise de conteúdo. *Revista Educação*, 22(37), 7-32.
- National Transportation Safety Board - Bureau of Accident Investigation. (1978). *Aircraft Accident Report - AAR-78-13*, Washington. DC. NTSB.
- National Transportation Safety Board - Bureau of Accident Investigation. (2010). *Aircraft Accident report - AAR-10/03*, Washington. DC. NTSB.

- Nohara, J. J., Acevedo, C. R., & Vila, A. R. (2005). Aplicação da Gestão do Conhecimento em Processos de Gerenciamento de Risco. Anais XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, Brasil.
- Nonaka, I.(1991). *The Knowledge-Creating Company*. Harvard Business Review.
- Nonaka, I, & Konno, N. (1998). The concept of “Ba”: Building a foundation for knowledge creation. *California Management Review*, 40(3), 40-54.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H (1995). *The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford University Press.
- Nonaka, I., Toyama, R., & Konno, N. (2000). SECI, Ba and leadership: a unified model of dynamic knowledge creation. *Long Range Planning*,. 33(1), 5-34.
- Nonaka, I., Von Krogh, G., & Voelpel, S. (2006). Organizational knowledge creation theory: Evolutionary paths and future advances. *Organization studies*, 27(8), 1179-1208.
- O'leary, D. E. (1998). Using AI in knowledge management: Knowledge bases and ontologies. *IEEE Intelligent Systems and Their Applications*, 13(3), 34-39.
- Oliver, N., Calvard, T., & Potočník, K. (2017). Cognition, technology, and organizational limits: Lessons from the Air France 447 disaster. *Organization Science*, 28(4), 729-743.
- Olusegun, O. J., Kassim, A. M. (2021). *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education* (12, 3^a ed.). Trabzon.
- Orasanu, J. et al. (1998). How do flight crews detect and prevent errors? Findings from a flight simulation study. *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting* (pp.191-195). SAGE Publications.
- Orlady, H. W., & Orlady, L. M. (2002). Human factors in multi-crew flight operations. *The Aeronautical Journal*, v106(1060), 321-324.

- Paprika, Z. Z. (2001). *Knowledge management support in decision making*. Budapest University of Economic Sciences and Public Administration.
- Patton, M. Q. (2001). Evaluation, knowledge management, best practices, and high-quality lessons learned. *American Journal of Evaluation*, 22(3), 329-336.
- Rasmussen, J. (1985). The role of hierarchical knowledge representation in decision making and system management. *Ieee Transactions On Systems, Man, And Cybernetics*, 2, 234-243.
- Reason J. (2008). *The human contribution: unsafe acts, accidents and heroic recoveries*. Ashgate.
- Reason, J. (1990). *Human error* (1^a ed.). Cambridge University Press.
- Reason, J. (1997). *Managing the risks of organizational accidents* (1^a ed.). Routledge.
- Renzl, B. (2008). Trust in management and knowledge sharing: The mediating effects of fear and knowledge documentation. *Omega*, 36(2), 206-220.
- Rocha, R., & Lima, F. (2018). Erros humanos em situações de urgência: análise cognitiva do comportamento dos pilotos na catástrofe do voo Air France 447. *Gestão & Produção*, 25, 568-582.
- Salas, E., & Maurino, D. (2010). *Human factors in aviation* (2^a ed.). Academic Press/Elsevier.
- Santi, S. (2009). Fatores Humanos Como Causas Contribuintes Para Acidentes e Incidentes Aeronáuticos na Aviação Geral [Monografia de Especialização] Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes, da Universidade de Brasília.
- Sexton, J. et al. (2001). *Flight Management Attitudes & Safety Survey (FMASS): A short version of the FMAQ*. The University of Texas.

- Shappell, S. *et al.* (2007). Human Error and Commercial Aviation Accidents: An Analysis Using the Human Factors Analysis and Classification System. *The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 49, 227-42.
- Small, A. (2020). Human factors analysis and classification system (HFACS): as applied to Asiana airlines flight 214. *The Journal of Purdue Undergraduate Research*, 10(1), 18.
- Studyorgi. (2022). *Asiana Airlines Flight 214 and Air France 447*.
<https://studyorgi.com/asiana-airlines-flight-214-and-air-france-447-crashes/>
- Takeuchi, H., & Nonaka, I. (2008). *Gestão do conhecimento*. Bookman.
- Terra, J. C. C. (2005). *Gestão do conhecimento: o grande desafio empresarial*. Negócio.
- Tsang, P. S., Vidulich, M. A., & Flach, J. M. (2014). *Advances in Aviation Psychology*. Ashgate Publishing Group.
- Tubigi, M., & Alshawi, S. (2015). The impact of knowledge management processes on organizational performance: The case of the airline industry. *Journal of enterprise information management*, 28(2), 167-185.
- Vergara, S. C. (2005). *Projetos e relatórios de pesquisa*. Atlas.
- Vieira, A. M., & Santos, I. C. (2010). Communication skills: a mandatory competence for ground and airplane crew to reduce tension in extreme situations. *Journal of Aerospace Technology and Management*, 2, 361-370.
- Wagener, F., & Ison, D. C. (2014). Crew Resource Management Application. *Commercial Aviation, Journal of Aviation Technology and Engineering*. 3(2).
- Weijs-Perrée, M., Appel-Meulenbroek, R., & Arentze, T. (2020). Analysing knowledge sharing behaviour in business centres: a mixed multinomial logit model. *Knowledge Management Research & Practice*, 18(3), 323-335.
- Wiener, E. L., Kanki, B. G., & Helmreich, R. L. (1995). *Cockpit resource management*. Gulf Professional Publishing.

- Wise, J., Rio, A., & Fedouach, M. (2011). What really happened aboard Air France 447. *Popular Mechanics*, 6, 35-36.
- Wiegmann A., & Shappell S. A. (2003). *A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis: The Human Factors and Classification System* (1^a ed.). Ashgate.
- Wiegmann, D. A., & Shappell, S. A. (2001). *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.
- Wiegmann, D. A., & Shappell, S. A. (2017). *A human error approach to aviation accident analysis: The human factors analysis and classification system*. Routledge.

APÊNDICE A - Roteiro das Entrevistas

Identificação

Nome do entrevistado:

Código:

Profissão:

Idade:

Escolaridade:

Data da entrevista: / /

Informações preliminares

Prezado aeronauta; esta entrevista fará parte de uma pesquisa acadêmica. Trata-se de uma dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Sistema da Informação e Gestão do Conhecimento da Universidade FUMEC. Nós acreditamos que você é muito bem qualificado para nos dar o suporte necessário nesse estudo. O objetivo geral é analisar os processos gerenciais e culturais para um comportamento de compartilhamento do conhecimento com foco nos fatores humanos que possam elevar o nível de conhecimento e compreensão necessários para um piloto e sua tripulação conduzir com segurança e eficiência uma aeronave usando um correto gerenciamento de recursos da tripulação (CRM).

Por questões éticas, seu nome será omitido, e as informações aqui prestadas se destinarão exclusivamente a esta pesquisa. Agradecemos sua disponibilidade e sua contribuição.

Temas

Os temas serão distribuídos por conveniência, relatados conforme a situação enfrentada, sejam elas oriundas de problemas técnicos, meteorológicos, de comunicação, de navegação e as respostas a estes enfrentamentos.

Relato

1. Descreva o evento considerando os seguintes elementos:
 - a) Contextualização: O que aconteceu e quem esteve envolvido?
 - b) Comportamentos: Qual a ação tomada na situação?
 - c) Consequências: Qual foi o resultado da situação?
 - d) Sentimentos vivenciados: O que sentiu na situação?
 - e) Motivações: O que motivou a agir dessa forma na situação?

Questões do observador

As questões de 2 a 4 se referem à sua compreensão quanto à adequação do conhecimento e aplicação das estratégias na ação da tripulação no evento.

2. O que pode observar durante o evento sobre:
 - a) A consciência situacional da tripulação.
 - b) A qualificação e o treinamento da tripulação.
 - c) A comunicação entre a tripulação durante a resolução do problema.
 - d) O compartilhamento do conhecimento da tripulação nas tomadas de decisões.

3. A tripulação durante o evento:
 - a) Estava ciente de todas as alternativas disponíveis?
 - b) Selecionou uma estratégia correta ou razoável dentro das alternativas disponíveis?
 - c) Tinha conhecimento para executar a estratégia escolhida?
4. Quanto experiência adquirida no evento:
 - a) Retroalimenta seu CRM?
 - b) É compartilhada com os colegas? Como?
 - c) É relatada formalmente?
 - d) Há formas de divulgação na organização? Quais?

As questões de 5 a 8 se referem aos processos de compartilhamento da informação e do conhecimento.

5. Como a empresa favorece o compartilhamento do conhecimento?
6. Existem barreiras? Quais?
7. Como você avalia o uso de tecnologias da informação e comunicação para a disseminação do conhecimento na empresa, seja na forma física ou virtual?
8. Existem locais adequados para que as pessoas compartilhem suas experiências e conhecimentos?