



UFBA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA INDUSTRIAL - PEI

MESTRADO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL

ANDERSON ROGÉRIO DE ALBUQUERQUE PONTES PINTO

O PAPEL DO FATOR HUMANO NOS ACIDENTES
AÉREOS OCORRIDOS NO NORDESTE BRASILEIRO
NO PERÍODO DE 2006 A 2016



PEI

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial

SALVADOR
2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL

ANDERSON ROGÉRIO DE ALBUQUERQUE PONTES PINTO

**O PAPEL DO FATOR HUMANO NOS ACIDENTES AÉREOS
OCORRIDOS NO NORDESTE BRASILEIRO NO PERÍODO
DE 2006 A 2016**

Salvador
2018

ANDERSON ROGÉRIO DE ALBUQUERQUE PONTES PINTO

**O PAPEL DO FATOR HUMANO NOS ACIDENTES AÉREOS
OCORRIDOS NO NORDESTE BRASILEIRO NO PERÍODO
DE 2006 A 2016**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Industrial.

Orientador:
Prof. Dr. Anastácio Pinto Gonçalves Filho

Salvador
2018

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA),
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Pinto, Anderson Rogério de Albuquerque Pontes
O papel do fator humano nos acidentes aéreos ocorridos
no nordeste brasileiro no período de 2006 a 2016. /
Anderson Rogério de Albuquerque Pontes Pinto --
Salvador, 2018.
74 f.

Orientador: Prof. Dr. Anastácio Pinto Gonçalves Filho.

Dissertação (Mestrado - PEI - Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Industrial) - Escola Politécnica
Universidade Federal da Bahia - 2018.

1. Acidentes aéreos. 2. Fatores humanos.
2. Erros humanos. 3. Fatores contribuintes.
I. Filho, Anastácio Pinto Gonçalves. II. Título.

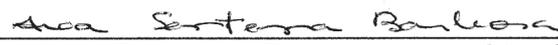
O PAPEL DO FATOR HUMANO NOS ACIDENTES AÉREOS OCORRIDOS NO NORDESTE BRASILEIRO NO PERÍODO DE 2006 A 2016

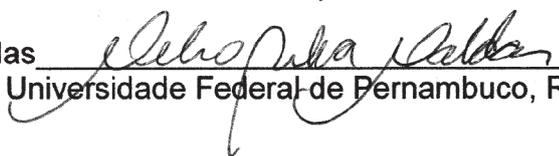
ANDERSON ROGÉRIO DE ALBUQUERQUE PONTES PINTO

Dissertação submetida ao corpo docente do programa de pós-graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em Engenharia Industrial.

Examinada por:

Prof. Dr. Anastácio Pinto Gonçalves Filho 
Doutor em Engenharia Industrial, pela Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil, 2011.

Prof. Dra. Ava Santana Barbosa 
Doutora em Engenharia de Produção, pela Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, Brasil, 2010.

Prof. Dr. Celso Silva Caldas 
Doutor em Nutrição, pela Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil, 2012.

Salvador, BA - BRASIL
Junho/2018

Dedicação a Deus pela minha vida, pela minha saúde e por não me deixar desistir mesmo diante das dificuldades encontradas pelo caminho.

Dedicação à minha família - filhos e esposa, por serem pacientes, pelo incentivo transmitido a todo instante e pela compreensão nas minhas ausências como pai e esposo.

Dedicação aos meus pais, que sempre me mostraram o caminho a seguir, pelos conselhos passados, pelos exemplos que são e que moldaram a minha formação como homem e cidadão, às minhas irmãs, sobrinho e parentes em geral que sempre torceram por mim a cada conquista alcançada em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter permitido que eu realizasse este sonho. Sem Ele a conclusão desta dissertação de mestrado não teria êxito.

Aos meus pais, Socorro Pontes e Cliuton Pinto, minhas bases, por terem me feito existir, pelo amor incondicional que me foi transmitido, por tudo que sou, por cada oração, pelos conselhos, por sempre me mostrarem o melhor caminho a seguir, por terem me proporcionado educação e mostrar que a dedicação aos estudos é o melhor caminho para se alcançar os objetivos ainda que diante das dificuldades encontradas.

Agradeço aos meus filhos Guilherme e Júlia - meus amores que embora ainda não entendam completamente todo este esforço na realização deste sonho, que muitas vezes me deixou ausente nas nossas brincadeiras diárias, é por eles que sigo em frente. Meus filhos, sou grato diariamente a Deus por vocês existirem em minha vida. Amo vocês.

A minha esposa Daniele Pontes pela paciência, pelos conselhos, pela compreensão, pelo companheirismo e pelo incentivo diário. Sou um admirador da dedicação que ela tem às suas atividades laborais e isso, embora ela não saiba, é uma grande fonte de inspiração para mim. Amo a minha família.

Agradeço as minhas irmãs Carla, Cristiane, ao meu sobrinho João Victor e a todos os meus familiares e amigos que sempre me aconselham e torceram por mim e vibraram em cada conquista alcançada.

A todos que fazem parte do Instituto Federal de Alagoas - campus São Miguel dos Campos, ao diretor professor José Hélio dos Santos, aos demais docentes, discentes, técnicos, terceirizados, a aluna Maria Joseane Cavalcante pela importante contribuição e ajuda e em especial a professora Talita Gomes e o professor Armando Vasconcellos pelo constante apoio e incentivo dispensados. Meu muito obrigado.

Agradeço ao Professor Dr. Anastácio Pinto Gonçalves Filho, pelo tempo dedicado à orientação e correção desta dissertação, pela paciência de sempre, pelas sugestões desde a mudança do tema, pelos conselhos e incentivo. Obrigado, professor!

PINTO, Anderson Rogério de Albuquerque Pontes. O papel do fator humano nos acidentes aéreos ocorridos no nordeste brasileiro no período de 2006 a 2016. Dissertação (mestrado) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

RESUMO

O sonho de voar sempre causou fascínio na humanidade sendo fonte de inspiração para cientistas, construtores, inventores e empresários desde a antiguidade até os dias atuais. Apesar do avião ser considerado um dos meios de transporte mais seguros, os acidentes aéreos acontecem e trazem repercussões a níveis mundial causando medo nas pessoas. Quando um acidente aéreo ocorre pensa-se logo em falhas mecânicas como as principais causas, deixando em segundo plano a possibilidade do acidente ter sido causado por falhas humanas. Quando um acidente envolvendo aeronaves ocorre no Brasil, o Cenipa é o órgão responsável pelas investigações através das suas representações regionais conhecidas como Seripas. No entanto, este órgão não utiliza nenhum método de investigação específico. Para esta dissertação, foram selecionados 48 relatórios de acidentes aéreos investigados pelo Cenipa entre os anos de 2006 e 2016, no nordeste brasileiro e neles foi aplicado um método conhecido como *Human Factors Analysis and Classification System* – HFACS, inicialmente criado para investigar acidentes na aviação americana, que tem como foco principal apontar os possíveis fatores humanos (FH) que podem ter contribuído para a ocorrência do evento indesejado. A utilização deste método, além de mostrar-se como pioneiro na região, apresentou outra visão não apontada nos relatórios do Cenipa como a constatação das influências dos FH nas tragédias. Os dados mostram que os erros ativos foram os mais frequentes nos relatórios de investigação analisados, mas que foram influenciados pelos fatores presentes nos níveis organizacionais de decisão.

Palavras-chave: Acidentes aéreos, Fatores humanos, Erros humanos, Fatores contribuintes.

PINTO, Anderson Rogério de Albuquerque Bridges. The role of the human factor in aerial accidents in the Brazilian northeast from 2006 to 2016. Dissertation (master degree) - Polytechnic School, Federal University of Bahia, Salvador, Brazil, 2018.

ABSTRACT

The dream of flying has always fascinated humanity as a source of inspiration for scientists, builders, inventors and entrepreneurs from ancient times to the present day. Although airplane is considered one of the most secure means of transport, air accidents happen and bring repercussions worldwide causing fear in people. When an air crash occurs, one soon thinks of mechanical failures as the main causes, leaving in the background the possibility of the accident being caused by human failures. When an aircraft accident occurs in Brazil, Cenipa is the body responsible for investigations through its regional representations known as Seripas. However, this body does not use any specific research method. For this dissertation, 48 air crash reports investigated by Cenipa between the years 2006 and 2016 in the Brazilian northeast were selected and a method known as Human Factors Analysis and Classification System (HFACS), initially created to investigate accidents in American aviation, whose main focus is to point out the possible human factors (FH) that may have contributed to the occurrence of the undesired event. The use of this method, in addition to being a pioneer in the region, presented another vision not pointed out in the reports of the Cenipa as the verification of the influences of the FH in the tragedies. The data show that active errors were the most frequent in the investigation reports analyzed, but were influenced by the factors present in the organizational levels of decision.

Keywords: Aerial accidents, Human factors, Human errors, Contributing factors.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Protótipo de “avião” criado por Leonardo Da Vinci	16
Figura 2	Modelo do “Queijo suíço”, mostrando como as defesas podem ser penetradas	33
Figura 3	Habilidades do CRM	34
Figura 4	Representação das categorias dos Erros ativos do HFACS	39
Figura 5	Representação das categorias das Pré-condições para erros ativos do HFAC	40
Figura 6	Representação das categorias de Supervisão insegura do HFACS	43
Figura 7	Representação das categorias de Influências organizacionais do HFACS	45
Figura 8	Representação geral das categorias do HFACS	48
Foto 1	Destroços dos aviões da PanAm e KLM, no maior acidente aéreo do mundo	23
Foto 2	Colisão de avião com World Trade Center	26
Foto 3	Destroços do avião da TAM após colidir com prédio	27
Foto 4	Destroços do avião da GOL após colidir com o Legacy	28
Gráfico 1	Países com maior número de acidente e mortos da aviação civil mundial	22
Gráfico 2	Classificação de ocorrências dos relatórios finais Cenipa (N=48)	56
Gráfico 3	Número de acidente por estado (N=48)	57
Gráfico 4	Distribuição do tipo de vítimas por tipo de gravidade	59
Gráfico 5	Classificação geral dos fatores utilizando HFACS (n=193)	61
Gráfico 6	Subdivisão mais críticas de cada grupo HFACS (n=88)	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Relação dos fatores que influenciam nos acidentes, segundo Johnson	35
Tabela 2	<i>Dirty Dozen</i> de Gordon Dupont	36
Tabela 3	Exemplos de erros ativos	39
Tabela 4	Exemplos de Pré-condições para erros ativos	42
Tabela 5	Exemplos de Supervisão insegura	44
Tabela 6	Exemplos de Influências organizacionais	47
Tabela 7	Informações sobre acidentes fornecidas pelo Cenipa	52
Tabela 8	Comparativo entre classificação do Cenipa e do HFACS	53
Tabela 9	Categorias do HFACS	54
Tabela 10	Classificação/quantitativo de vítimas por estado – (N=186)	58
Tabela 11	Classificação geral dos fatores por estado utilizando HFACS	60
Tabela 12	Subdivisão das influências organizacionais	61
Tabela 13	Subdivisão da supervisão insegura	62
Tabela 14	Subdivisão das pré-condições para erros ativos	62
Tabela 15	Subdivisão dos erros ativos	63
Tabela 16	Comparativo com análise australiana	65
Tabela 17	Comparativo com análise africana	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AL	Estado de Alagoas
BA	Estado da Bahia
CE	Estado do Ceará
Cenipa	Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
Comaer	Comando da Aeronáutica
CRM	<i>Crew Resource Management</i>
Embraer	Empresa Brasileira de Aeronáutica
EUA	Estados Unidos da América
FH	Fatores Humanos
HFACS	<i>Human Factors Analysis and Classification System</i>
Ifal	Instituto Federal de Alagoas
LabData	Laboratório de Leitura e Análise de Dados de Gravadores de Voo
NSCA	Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica
OM	Organização Militar
PanAm	<i>Pan American World Airways</i>
PB	Estado da Paraíba
PE	Estado de Pernambuco
PEAR	<i>People, Environment, Actions, Resources</i>
PI	Estado do Piauí
RN	Estado do Rio Grande do Norte
RSV	Recomendação de Segurança de Voo
Sava	Serviços Aéreos do Vale Amazônico
SE	Estado de Sergipe
Seripa	Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
Sipaer	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SMS	<i>Safety Management System</i>
TAM	Transporte Aéreo Marília
UFBA	Universidade Federal da Bahia
Varig	Viação Aérea Rio-Grandense
Vasp	Viação Aérea São Paulo

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	11
2 – JUSTIFICATIVA.....	13
3 – OBJETIVOS	15
3.1 – OBJETIVO GERAL	15
3.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
4 – HISTÓRIA DA AVIAÇÃO.....	16
4.1 – EVOLUÇÃO DA AVIAÇÃO MUNDIAL.....	16
4.2 – HISTÓRIA DA AVIAÇÃO CIVIL NO BRASIL	19
5 – ACIDENTES NA AVIAÇÃO MUNDIAL E BRASILEIRA.....	22
5.1 – ACIDENTES NA AVIAÇÃO MUNDIAL.....	23
5.1.1 – Colisão entre as aeronaves da PanAm e KLM	23
5.1.2 – Queda da Japan Airlines.....	24
5.1.3 – Colisão entre as aeronaves da Saudi Arabian e Kazakhstan Airlines.....	24
5.1.4 – Turkish Airlines 981.....	24
5.1.5 – Air Índia 182	25
5.1.6 – Saudia Flight 163	25
5.1.7 – Malaysia Airlines	25
5.1.8 – American Airlines 11 e United Airlines 175 (Ataque ao World Trade Center).....	25
5.2 – ACIDENTES NA AVIAÇÃO BRASILEIRA	27
5.2.1 – Colisão da aeronave da TAM com terminal de carga	27
5.2.2 – Colisão do Legacy com aeronave da GOL.....	27
5.2.3 – Queda do avião da Vasp.....	28
5.2.4 – Queda do Fokker 100 da TAM no centro de São Paulo.....	29
5.2.5 – Queda da aeronave da Transbrasil.....	29
5.2.6 – Queda da aeronave da Air France no oceano atlântico	29
6 – ANÁLISE DE ACIDENTES	31
6.1 – OS FATORES HUMANOS NA INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES	31
6.2 – TEORIA DO “QUEIJO SUÍÇO” – O MODELO DE JAMES REASON	31
6.3 – MÉTODOS DE INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES	34
6.3.1 – <i>Crew Resource Management</i> (CRM).....	34
6.3.2 – PEAR.....	35
6.3.3 – <i>Dirty Dozen</i>	36
6.3.4 – <i>Human Factors Analysis and Classification System</i> (HFACS)	36
6.3.4.1 - Erros ativos	37

6.3.4.2 – Pré-condições para erros ativos	39
6.3.4.3 – Supervisão insegura.....	43
6.3.4.4 – Influências organizacionais	45
7 – O CENIPA	49
7.1 – DA ESTRUTURA.....	49
7.2 – PROGRAMAS DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS	49
7.3 – SERVIÇOS REGIONAIS DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS (SERIPA)	50
8 – METODOLOGIA	51
8.1 – FONTES DOS RELATÓRIOS DE INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES	51
8.2 – LOCAL DOS ACIDENTES SELECIONADOS PARA ANÁLISE.....	51
8.3 – PERÍODO DEFINIDO PARA ANÁLISE	51
8.4 – RELATÓRIOS DE INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES.....	51
8.5 – DADOS ANALISADOS.....	52
8.6 - SELEÇÃO DO HFACS PARA ANÁLISE DOS DADOS	52
8.7 - EXPERIÊNCIA DO PESQUISADOR	53
8.8 – CATEGORIZAÇÃO DOS FATORES HFACS	54
9 – RESULTADO GERAL.....	56
9.1 - QUANTIDADE DE RELATÓRIOS ANALISADOS	56
9.2 –TIPO DE ACIDENTE.....	56
9.3 – ACIDENTES POR UNIDADE DA FEDERAÇÃO	57
9.4 - QUANTIDADE DE VÍTIMAS	57
9.5 – ANÁLISE DOS DADOS UTILIZANDO HFACS.....	59
9.6 – COMPARAÇÃO COM OUTROS PAÍSES	64
10 – LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	67
11 – CONCLUSÃO	68
REFERÊNCIAS	69

1 – INTRODUÇÃO

Voar sempre foi um sonho antigo do ser humano. A sensação de liberdade é relatada em várias literaturas pelo mundo afora. É algo como alcançar um lugar divino, querido e desejado por todos. Existia ainda a crença de alguns povos que consideravam as estrelas como um lugar dos deuses, onde os homens só poderiam chegar caso fossem convidados ou homenageados pelos mesmos.

Todavia, o homem sempre foi movido por desafios e as dificuldades sempre o impulsionaram a superá-las fazendo com que seu desejo de voar fosse realizado. Na história descrita na mitologia grega podemos ilustrar bem a situação vivida por Dédalo, um homem criativo e habilidoso, e seu filho Ícaro, que mesmo diante da situação em que se encontravam conseguiram superar todos os óbices, encontrando um meio de atingir o céu.

Nos dias atuais, sabemos que o sonho de Ícaro de voar utilizando asas presas ao próprio corpo não seria possível, haja vista, o ser humano não ter força suficiente para manter-se no ar. Existem outras formas disso acontecer.

Durante trinta anos antes do aparecimento de aviões funcionais, houve uma discussão séria sobre como projetá-los. Ao longo do tempo, ideias básicas de design se estabeleceram sobre como fazer um planador de asa fixa, mais pesado do que o ar, que poderia transportar uma pessoa em um voo controlado (MEYER, 2013).

Em 1906, mais precisamente no dia 23 de outubro, em Paris, um brasileiro chamado Alberto Santos Dumont conseguiu, utilizando um aeroplano nomeado de 14-BIS, o que mais tarde se tornaria a realização de um antigo sonho da humanidade, poder voar! Ainda que em velocidade e percurso reduzidos o objetivo alcançado por Santos Dumont abriu as portas para estudos mais aprimorados na área, bem como para maiores avanços tecnológicos utilizados, inclusive, no próprio equipamento. O 14-BIS chegou a realizar outros voos, mas em 4 de abril de 1907 o avião caiu.

Com o passar do tempo a fabricação de aeronaves mais modernas e a utilização de novas tecnologias foram tornando o sonho da humanidade de voar cada vez mais concreto e comum. Pessoas começaram a utilizar o avião com mais frequência para se locomoverem com rapidez e segurança. O avião passou a ser não só um meio de transporte de passageiros mais também uma solução mais rápida no transporte de cargas.

Mesmo diante de todas as tecnologias empregadas na fabricação de aviões mais modernos, acidentes aéreos ainda têm ocorrido em todas as regiões do mundo, colocando em dúvida diversos fatores que possam ter contribuído para a ocorrência do fato. Infelizmente, é da natureza do ser humano tirar lições somente depois de tragédias muitas das vezes anunciadas.

Na Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica (NSCA 3-1), são considerados Acidentes, Incidente grave, Incidente e Ocorrência de solo, situações que envolve aeronave ou infraestrutura ligada à aviação.

Quando um acidente aeronáutico acontece, causa um grande impacto na sociedade. De imediato vários órgãos são envolvidos entorno do ocorrido, como Corpo de Bombeiros, Polícia, Unidades de Saúde e imprensa. Apesar da presença desses órgãos, cabe apenas ao Centro Nacional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (Cenipa), órgão subordinado ao Comando da Aeronáutica, investigar os acidentes ocorridos no território brasileiro tendo como objetivo identificar as possíveis causas que levaram ao ocorrido.

Os autores Wiegmann e Shappell (2001), criaram um método de investigação de acidentes para utilização na aviação americana, que leva em conta os fatores humanos que contribuíram para a ocorrência. Este método é conhecido como *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS).

2 – JUSTIFICATIVA

O nordeste brasileiro vem se consolidando ano após ano como um dos principais destinos turísticos no Brasil. Conseqüentemente, além do aumento na quantidade de seus voos regulares, as companhias aéreas têm solicitado cada vez mais voos extras, para atender à crescente demanda de turistas na região na alta temporada. Junto a esse crescimento na aviação regular comercial é observado também um aumento considerado na chamada aviação geral, composta por aeronaves de menor porte, aeronaves particulares, de empresas, órgãos e na aviação militar (TURISMO, 2017).

Na mesma proporção do crescimento do fluxo de aeronaves no nordeste brasileiro cresce também a preocupação dos órgãos de controle de tráfego aéreo devido ao aumento da probabilidade de ocorrer algum acidente aeronáutico.

Com o aumento do tráfego aéreo, os acidentes ocorrem apesar dos melhores esforços dos órgãos reguladores e da indústria. A organização do setor de transporte aéreo é muito mais complexa agora do que era há uma década (VALDÉS, 2011).

O Acidente aeronáutico, por sua natureza, é um evento de grandes proporções que causa não somente perdas materiais mais também perdas de vidas e não pode ser atribuído a apenas uma causa, mas a uma série de fatores que leva ao desastre.

Segundo Valdés (2011), para tornar o voo mais seguro, a investigação sobre os acidentes é essencial, pois é a maneira mais segura de identificar as causas de um acidente e responder às questões fundamentais: *O que realmente aconteceu?* e *O que pode ser feito para evitar incidentes semelhantes no futuro?*

Existem diferentes métodos para investigar acidentes. Cada método tem diferentes áreas de aplicação, qualidades e deficiências. Eles também diferem entre si em relação a base teórica, tipo de representação dos fatores contribuintes e os resultados que produzem (SKLET, 2004). Lundberg et al. (2009) argumenta que métodos diferem como eles capturam a realidade do acidente. Um método pode focar sobre um fator X, enquanto outro pode ressaltar o fator Y. Alguns métodos, devido a sua característica, podem omitir fatores que para outros são importantes, ou seja, um método direcionará o investigador para considerar certos aspectos e outros não. Para exemplificar, uns métodos podem enfatizar aspectos técnicos, outros aspectos humanos e outros fatores legais.

Um ponto importante na investigação dos acidentes aéreos é conhecer a relevância dos fatores humanos que possivelmente podem estar ligados diretamente às tragédias.

Problemas mentais e físicos, estresse, fadiga, cansaço, falta de força e até atitudes perniciosas, entre outros podem influenciar nas operações aéreas desde a fase de planejamento até o voo propriamente dito.

O HFACS é um método que teve a sua criação pautada na verificação e análise dos fatores humanos como influência nos acidentes de trabalho, portanto, na seleção dos relatórios do Cenipa para esta dissertação percebe-se que os mesmos não apresentavam tanta clareza no tocante a estes fatores e, desta forma, a escolha e aplicação do HFACS fez com que eu pudesse extrair tais situações e com isso fazer uma análise sobre a influência nos acidentes.

3 – OBJETIVOS

3.1 – OBJETIVO GERAL

Analisar a contribuição dos fatores humanos para a os acidentes aéreos ocorridos na circunscrição do Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (Seripa II), no período de 2006 a 2016.

3.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

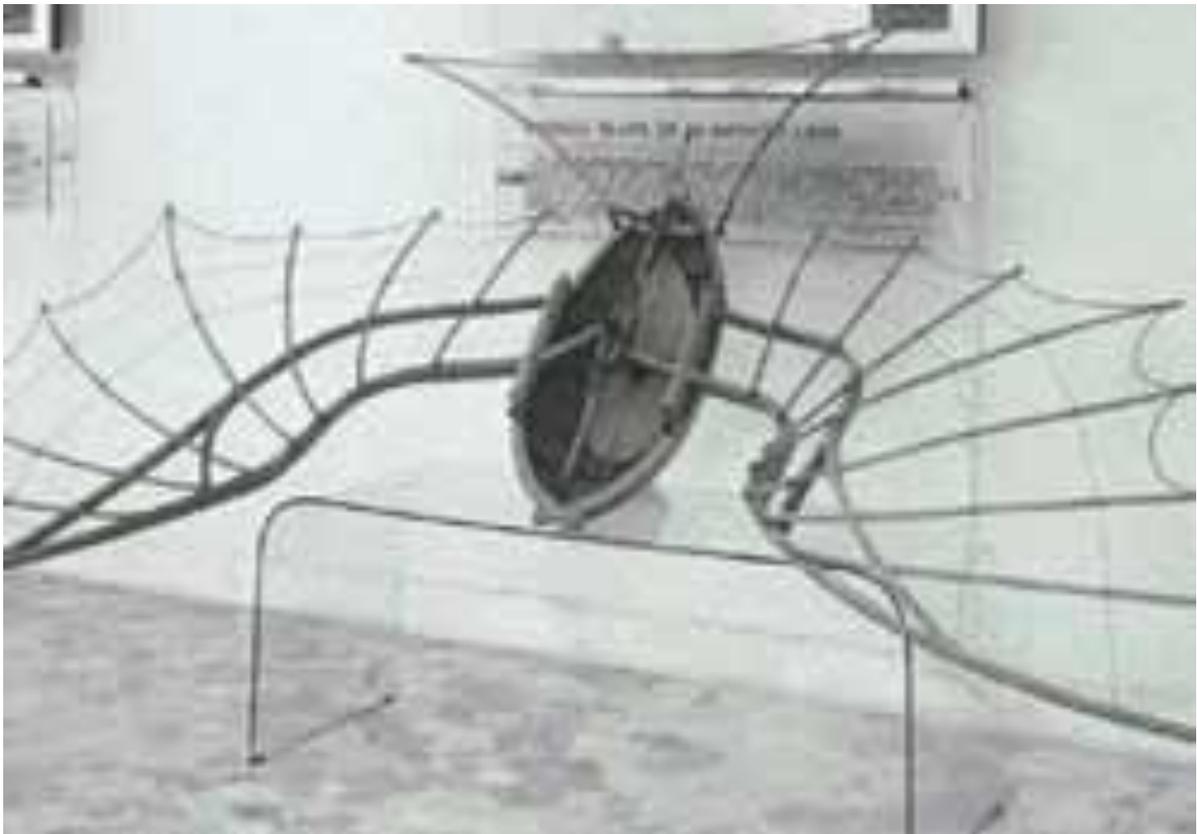
- Usar o HFACS como método para identificar o erro humano a partir dos fatores contribuintes descritos nos relatórios finais dos acidentes aéreos emitidos pelo Cenipa;
- Identificar os fatores humanos e organizacionais que contribuíram para os acidentes aéreos na circunscrição do Seripa II no período de 2006 a 2016;
- Comparar os fatores humanos e organizacionais com outras análises de acidentes aéreos realizados em outros países;
- Propor medidas de prevenção de acidentes aéreos com base na análise realizada.

4 – HISTÓRIA DA AVIAÇÃO

4.1 – EVOLUÇÃO DA AVIAÇÃO MUNDIAL

Segundo Silva e Santos (2009), o desejo da humanidade em voar teve diversos episódios durante a história e entre os mais importantes podem ser destacados os feitos realizados pelo pintor renascentista do século XV Leonardo Da Vinci, que ainda na idade média já havia esboçado alguns artefatos voadores.

Figura 1: Protótipo de “avião” criado por Leonardo Da Vinci



Fonte: adaptado de Mário Capelluto (2012)

Embora tenha pouco mais de 100 anos, a aviação evoluiu rapidamente e é considerada um dos grandes feitos da humanidade. A criação do avião proporcionou uma redução considerável de tempo no transporte de cargas e pessoas entre duas cidades.

Antes mesmo do surgimento do avião, já havia discussões sobre como projetá-los e as ideias foram essenciais para o surgimento de um planador de asa fixa capaz de transportar uma pessoa em voo controlado (MEYER, 2013).

Diferente dos balões que têm sua sustentação na atmosfera devido a menor densidade do gás em seu interior, os aviões precisavam de um meio mecânico de sustentação para que se elevassem por seus próprios recursos.

Ainda que o tema seja cheio de contradições sobre quem é o criador do avião, e a disputa pela primazia do voo seja requerida por vários países, o certo é que a história da aviação teve seu início nos primórdios do século XX, entre os irmãos norte-americanos Wilbur e Orville Wright e o brasileiro Alberto Santos Dumont, que, em 23 de outubro de 1906, na França, utilizando-se do seu aeroplano batizado de 14-BIS, e na presença de inúmeras testemunhas, conseguiu levantar voo por meios próprios, constituindo um marco na história da aviação. Fato é que foi por causa de um brasileiro que a história da aviação ganhou um novo rumo e revolucionou o seguimento de transporte até os dias atuais (FAJER, 2009).

Crouch (2008), explica que na época, a descoberta da atividade aérea atraía multidões. O público que assistia os shows de aviação era estimado entre 100 mil a 200 mil pessoas que ficavam impressionadas com o que presenciavam.

No entanto, com o início da primeira guerra mundial, a indústria aeronáutica teve um desenvolvimento marcante, transformando o avião em uma máquina letal, pois as necessidades bélicas contribuíram para a construção de aviões exclusivos para ataques e reconhecimento. Em sua teoria sobre a evolução da aviação, Crouch (2008) explica que apesar do crescimento da aviação no período da guerra, o fim do conflito na Europa foi de grande importância para a organização dos fundamentos da atividade aérea. O pós-guerra trouxe uma grande crise econômica devido à baixa demanda por aviões militares, o que obrigou o mercado a buscar novas alternativas como a abertura para a aviação civil. Crouch (2008) explica ainda que com o crescimento da aviação civil novas metas como os voos de longa duração deveriam ser atingidas e a indústria aeronáutica acompanhava esta evolução. Em 13 de outubro de 1919, foi assinada a Convenção Internacional sobre Navegação Aérea, que dava o direito de cada país controlar o seu próprio espaço aéreo.

Em meados da década de 30, a aviação civil cresceu principalmente nos Estados Unidos e Europa. Para Grant (2002), o crescimento na aviação deu-se pelo avanço tecnológico da época, na aerodinâmica dos aviões e nas melhorias na construção de aeronaves mais rápidas e com maior autonomia de voo no transporte de cargas e passageiros.

Com o início da segunda grande guerra mundial, o cenário aéreo militar voltou a ter força com a utilização de aeronaves mais letais e devastadoras. Aviões cada vez mais modernos

mostravam força e superioridade nos combates aéreos e revelavam-se cada vez mais eficientes em bombardeios e reconhecimento de áreas, sem falar no apoio às tropas terrestres.

Crouch (2008) explica que entre 1939 e 1945, período da segunda grande guerra mundial, as aeronaves militares eram transportadas pelos oceanos em grandes porta aviões. A necessidade no avanço tecnológico no período da segunda guerra fez surgir também os helicópteros e aviões a jato, que eram utilizadas no combate a submarinos e outras embarcações.

Terminada a segunda guerra mundial, uma boa parte da indústria de aviões militares passou a atuar na aviação civil. Grant (2002) explica que no início da década de 50 os primeiros aviões para transporte de passageiros e cargas começaram a ser fabricados. A indústria aeronáutica começava a buscar novos desafios para a fabricação de aeronaves maiores, mais velozes, modernas e que atingissem maior autonomia de voo percorrendo grandes distâncias.

A indústria da aviação civil continuou crescendo e buscando cada vez mais avanços tecnológicos na fabricação de suas aeronaves, e na década de 70 os primeiros jatos supersônicos começaram a ser fabricados. Com tamanha tecnologia empregada à época nos aviões começou, também, a preocupação com a modernização dos sistemas de navegação. Surge então, nos anos 80, os primeiros sistemas eletrônicos de navegação. Por fim, os sistemas digitais de gerenciamento de voos passaram a ser utilizados nos anos 90 (FAJER, 2009).

No dia 11 de setembro de 2001, os atentados ocorridos nos Estados Unidos, causaram um grande impacto na indústria da aviação civil. Para Crouch (2008), a redução na demanda por aeronaves foi grande, os fabricantes de aviões sofreram um grande impacto nas vendas que chegaram ao patamar de 40%.

4.2 – HISTÓRIA DA AVIAÇÃO CIVIL NO BRASIL¹

O dia 22 de outubro de 1911, pode ser considerado o marco inicial da aviação civil no Brasil, quando Edmond Plauchut, que fora mecânico de Santos Dumont, fez o primeiro voo em solo brasileiro, decolando da praça Mauá, voando sobre a avenida central e caindo no mar, da altura de 80 metros, ao chegar à Ilha do Governador.

Tal feito causou uma grande euforia na população. Na mesma época, na redação do jornal “A Noite”, foi fundado o Aeroclub Brasileiro que posteriormente teria a sua escola de aviação, onde aprendeu a voar o pioneiro ás da aviação no Brasil, o capitão Ricardo Kirk, que fora também o primeiro brasileiro a morrer devido a um acidente aéreo, em 28 de fevereiro de 1915.

A fabricação de aviões teve várias iniciativas no Rio de Janeiro. Alguns empresários da década de 20 tentaram, sem sucesso, instalar a indústria aeronáutica no país. Henrique Lage, milionário da época, chegou a assinar um contrato para a fabricação de aviões com uma empresa inglesa, e apesar de serem construídos com sucesso dois protótipos de avião o negócio faliu por falta de pedidos.

O primeiro voo partindo da Europa para a América do Sul e chegando ao Brasil, foi concluído com sucesso em 17 de junho de 1922 pelos portugueses Gago Coutinho e Sacadura Cabral. Já em 1927, a primeira travessia do atlântico feita pelos aviadores brasileiros João Ribeiro de Barros e Newton Braga, em um avião batizado de “Jaú”, foi concluída com êxito. O referido avião encontra-se recolhido no museu da aeronáutica, no parque do Ibirapuera.

Ainda em 1927, deu-se início a aviação comercial brasileira, sendo a “Condor Syndikat”, em um hidroavião, e ainda fazendo uso da matrícula alemã, a empresa pioneira no transporte de passageiros no Brasil. A primeira linha regular da aviação brasileira foi fundada em fevereiro de 1927, chamava-se “Linha da Lagoa” e fazia o transporte de passageiros entre as cidades de Porto Alegre, Rio Grande e Pelotas. Em junho do mesmo ano foi fundada a Viação Aérea Rio-Grandense (Varig) e em 1º de dezembro a “Condor Syndikat”, que fazia a linha Rio de Janeiro – Porto Alegre foi nacionalizada com o nome de “Sindicato Condor Limitada” sendo posteriormente, durante a segunda guerra mundial, batizada com o nome de Serviços Aéreos Cruzeiro do Sul, e absorvida pela Varig nos anos 80. Jean Mermoz, que se tornaria o mais

¹ Fonte: MIRANDA, M.B. Aspectos Históricos da Aviação Civil Brasileira. **Revista Virtual Direito Brasil** – volume 8 – n 2 - 2014

famoso aviador da época, em novembro de 1927, chega ao Rio de Janeiro inaugurando a linha para a América do Sul da nova companhia aérea francesa Aeropostale.

A Nyrba Line, empresa cujo nome representava as cidades onde inicialmente operava no transporte de passageiros (Nova Iorque – Rio – Buenos Aires), inicia suas atividades no Brasil em 1929, com o nome de Nyrba do Brasil S/A. Ampliando seus voos com linhas semanais entre Belém e Santos, posteriormente se transformou em Panair do Brasil, ficando em atividade até 1965.

O ano de 1933, foi marcado pela fundação do Aerolóide Iguaçu, que começou sua operação fazendo o transporte de passageiros entre São Paulo e Curitiba, e, posteriormente, para Florianópolis. Em novembro do mesmo ano um grupo composto por 72 (setenta e dois) empresários, fundou a Viação Aérea São Paulo (Vasp). Em 1936, a Vasp, inicia o voo regular entre Rio de Janeiro e São Paulo, considerado o trecho de maior tráfego de passageiros da aviação brasileira.

Por ser um país de grande extensão territorial e não prover, à época, de outros meios de transportes eficientes, a aviação comercial no Brasil teve uma grande expansão, chegando, em 1960, à condição de segunda maior rede comercial em volume de transporte de passageiros, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. Na década de 1950 já existiam no Brasil, 16 (dezesseis) empresas genuinamente brasileiras sendo que muitas delas operavam com apenas duas ou três aeronaves, interligando principalmente as regiões próximas. No Amazonas, uma empresa chamada Serviços Aéreos do Vale Amazônico (Sava S/A), sediada em Belém, foi pioneira para voos regulares de passageiros e carga, conseguindo a concessão presidencial para a operação através do seu futuro Ministro da Aeronáutica, Brigadeiro Eduardo Gomes.

Devido à grande crise que assolava o Brasil na época e o incentivo às fusões das empresas aéreas pelo governo federal, houve uma redução considerável no número de empresas de aviação comercial, reduzindo este número para apenas 04 (quatro) grandes companhias: Varig, Vasp, Transbrasil e Cruzeiro. Com as fusões algumas pequenas cidades do Brasil deixaram de ser atendidas por aviões de grande porte, passando a receber aeronaves menores como as fabricadas pela Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A. - Embraer, bandeirante EMB-110.

Com o reaquecimento da economia a Varig acabou absorvendo a Cruzeiro e tornou-se a maior companhia aérea da América Latina, no começo do século XXI. A TAM que antes só operava em voos regionais e era administrada pelo comandante Adolfo Rolim Amaro, transformou-se na segunda maior empresa sul-americana. Em 2001 surgiu a GOL Linhas

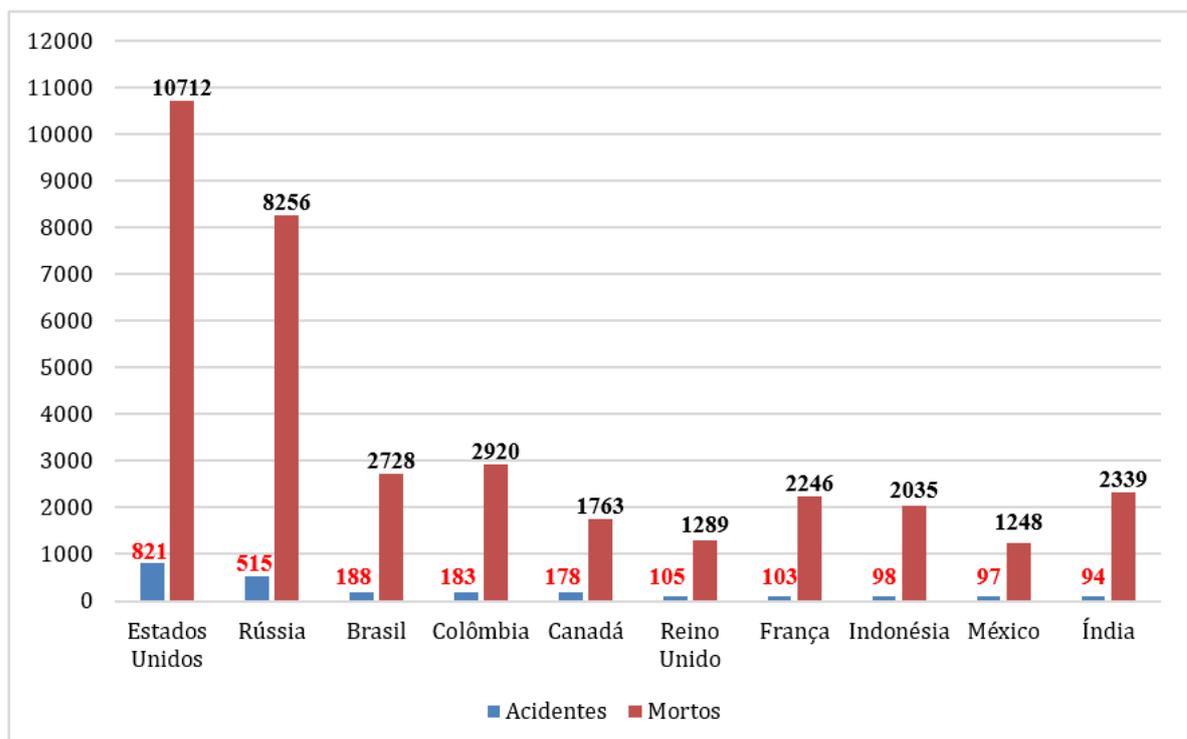
Aéreas S.A., ao passo que Transbrasil e Vasp paralisam suas atividades no mesmo ano. Posteriormente, a própria GOL compra a Varig e, com isso, passa a operar nas rotas de voos nacionais e internacionais da antiga empresa, passando assim a disputar com a TAM o posto de maior companhia aérea do Brasil. Em 1998 é fundada a OceanAir Linhas Aéreas, que em 2010 passa a se chamar Avianca. Surgiram também a Azul Linhas Aéreas, Webjet e Trip, sendo que esta última passa a se fundir com a Azul e a Webjet, também comprada pela GOL tem suas atividades encerradas em 2012.

5 – ACIDENTES NA AVIAÇÃO MUNDIAL E BRASILEIRA

A cada ano, cresce o número de pessoas que viajam de avião pelo mundo, contribuindo também para que a indústria da aviação seja uma das maiores do planeta. O ano de 2015 registrou um valor superior a 3,5 bilhões de passageiros (EDGAR JÚNIOR, 2015). É como se a metade da população mundial voasse pelos mais diversos destinos. Mesmo com este crescimento no tráfego aéreo mundial, o avião continua sendo um dos mais seguros meios de transportes. Ainda assim, os acidentes acontecem, causando mais comoção nas pessoas do que quaisquer outros tipos de acidentes. Talvez motivado pelas circunstâncias e pelo grande número de vítimas fatais concentrados em um mesmo acontecimento, o certo é que os acidentes aéreos impressionam e assustam bastante.

No mundo inteiro, milhares de pessoas foram vítimas das tragédias aéreas. Muitas delas nem ao menos estavam dentro da aeronave ou constavam na lista de passageiros, e mesmo assim fazem parte da trágica estatística, conforme mostra o Gráfico 1 (AVIATION SAFETY NETWORK, 2017).

Gráfico 1 – Países com maior número de acidente e mortos da aviação civil mundial



Fonte: Aviation Safety Network (2017)

5.1 – ACIDENTES NA AVIAÇÃO MUNDIAL²

5.1.1 – Colisão entre as aeronaves da PanAm e KLM

Devido a uma ameaça de bomba no aeroporto de Las Palmas, nas Ilhas Canárias - Espanha, vários voos tiveram suas rotas desviadas para o aeroporto de Los Rodeos, na Ilha de Tenerife também território espanhol.

Naquele atípico 27 de março de 1977, por conta do alto tráfego aéreo desviado para o pequeno aeroporto, uma sucessão de erros, como: comunicação conflituosa entre os pilotos e controladores de tráfego, falhas na comunicação, sucessivos procedimentos errôneos, incursão em pista, além de um forte nevoeiro, foram responsáveis pelo maior acidente aéreo registrado no mundo. Os Boeing 747, pertencentes às empresas aéreas PanAm (americana) e KLM (holandesa), após receberem a liberação para a decolagem, taxiaram na mesma pista, em sentidos opostos e colidiram próximas ao solo matando os 248 passageiros da empresa holandesa e 335 dos 396 passageiros da empresa americana, totalizando 583 óbitos. A Foto 1 mostra os destroços dos aviões.

Foto 1 – Destroços dos aviões da PanAm e KLM, no maior acidente aéreo do mundo



Fonte: Adaptada de Soares (2014)

² SOARES, F. **Os 10 maiores desastres aéreos da história**. Disponível em: <https://36milpes.wordpress.com/2014/08/13/os-10-maiores-desastres-aereos-da-historia/>. Acesso em 26 de outubro de 2017.

5.1.2 – Queda da Japan Airlines

Em 1978 o Boeing 747 da Japan Airlines teve uma avaria grave na fuselagem durante um voo, todavia a mesma foi consertada pelo próprio fabricante do avião, que garantiu a segurança do equipamento. Sete anos depois, no dia 12 de agosto de 1985, o mesmo Boeing 747, em um voo local entre Tóquio e Osaka, minutos depois da decolagem, sofreu uma explosão na mesma área onde foi reparada em 1978 que danificou o equipamento responsável pelo controle da pressurização destruindo parte da cauda e fazendo-o perder altitude até se chocar com o Monte Takamagahara. Foram 520 pessoas mortas e apenas quatro sobreviventes da tragédia. É considerado o segundo pior acidente aéreo da aviação comercial e o primeiro se for levado em consideração apenas uma aeronave. Investigações apontaram que o problema na fuselagem que foi consertado teve caráter decisivo para o acidente fatal.

5.1.3 – Colisão entre as aeronaves da Saudi Arabian e Kazakhstan Airlines

No dia 12 de novembro de 1996, todas as 349 pessoas que estavam a bordo das duas aeronaves comerciais que colidiram morreram. Um Boeing 747 da Saudi Arabian se chocou em pleno ar com um avião Ilyushin Il-76, da Kazakhstan Airlines. Investigações apontaram que o piloto do Ilyushin, em determinado momento, reduziu a sua altura sem autorização da torre de controle, colocando-se na rota do Boeing. Até hoje é considerado o mais mortal dos acidentes aéreos em voo do mundo.

5.1.4 – Turkish Airlines 981

Antes considerado o maior acidente aéreo do mundo, com 346 vítimas fatais, o desastre com o voo 981 da Turkish Airlines, só foi ultrapassado em número de mortos três anos depois pelo acidente de Tenerife e aconteceu em 3 de março de 1974, quando uma aeronave McDonnell Douglas DC-10, realizava um voo de Istambul com destino final em Londres e caiu na floresta de Ermenonville. As investigações comprovaram que uma das portas do compartimento de cargas que estava fixada de forma indevida se danificou, provocando uma depressurização e fazendo com que os pilotos perdessem o controle da aeronave.

5.1.5 – Air Índia 182

O 5º pior desastre aéreo que se tem conhecimento aconteceu no dia 23 de junho de 1982 e não teve nada de falha mecânica, dos pilotos ou mesmo dos controladores de tráfego. Segundo as investigações realizadas à época, o Boeing 747 da Air Índia foi vítima de um atentado terrorista quando voava de Montreal, no Canadá para Bombaim, e explodiu sobre o oceano atlântico quando se aproximava de Londres, onde estava programada uma escala. Todas as 329 pessoas que estavam a bordo morreram. A apuração dos fatos atribuiu o atentado ao grupo Babbar Khalsa, que lutava pela independência de uma região da Índia. É considerado até hoje o maior assassinato em massa do Canadá.

5.1.6 – Saudia Flight 163

Um princípio de incêndio em pleno voo no dia 19 de agosto de 1980, em um Lockheed Tristar de uma empresa aérea da Arábia Saudita, que voava para Jeddah e teve que fazer um pouso de emergência em Riad, foi responsável pela morte de 301 pessoas sendo que 35 delas eram crianças. As equipes de segurança em terra não conseguiram abrir as portas rapidamente e a aeronave foi totalmente tomada pelas chamas. As autópsias realizadas na época indicavam que todos os passageiros morreram por inalação de fumaça e não queimaduras. Investigações descobriram que a tripulação não conseguiu abrir as saídas de emergência tipo plug.

5.1.7 – Malaysia Airlines

Em 17 de julho de 2014, um Boeing 777 da Malaysia Airlines, que fazia um voo de Amsterdã, na Holanda para Kuala Lumpur caiu na região da Ucrânia, levando a óbito todas as 298 pessoas que estavam à bordo, sendo que 80 delas eram crianças. Após perícia nos destroços da aeronave foram detectados estilhaços de um míssil. Após análise das caixas-pretas, chegou-se à conclusão, e posteriormente confirmado pelo governo ucraniano, que o avião da Malaysia foi abatido. Fontes de inteligência americana e alemã atribuem o disparo do míssil aos separatistas russos.

5.1.8 – American Airlines 11 e United Airlines 175 (Ataque ao World Trade Center)

Ainda que não seja por muitas vezes relacionada entre as maiores tragédias aéreas, onde de um total de 2.763 mortos, apenas 157 pessoas estavam efetivamente nos dois aviões que

atingiram as torres gêmeas, não há como não se considerar que este foi o acontecimento envolvendo aeronaves de passageiros que mais matou no mundo na história da aviação. Ainda em decorrência do mesmo ataque, outras duas aeronaves foram derrubadas somando-se mais 108 pessoas mortas. No total, foram 265 mortos nas quatro aeronaves.

Foto 2 – Colisão de avião com World Trade Center



Fonte: Adaptada de Soares (2014)

5.2 – ACIDENTES NA AVIAÇÃO BRASILEIRA³

5.2.1 – Colisão da aeronave da TAM com terminal de carga

Um Airbus pertencente a empresa aérea TAM, em 17 de julho de 2007, no momento do pouso derrapa e sai da pista do Aeroporto de Congonhas, atravessa uma avenida local, colide com um prédio da própria empresa, um posto de combustível e explode. A aeronave tinha partido de Porto Alegre e no momento que tocou o solo em São Paulo, chovia bastante. Investigações constataram que os manetes de comando da aeronave estavam fora da posição recomendada, ou seja, um na posição de frenagem e o outro na posição de aceleração. O número total de vítimas fatais foi de 199, sendo 187 que estavam na aeronave e 12 em solo. É o primeiro maior acidente em números de vítimas com empresas brasileiras.

Foto 3 – Destroços do avião da TAM após colidir com prédio



Fonte: Adaptada de Freire (2016)

5.2.2 – Colisão do Legacy com aeronave da GOL

Em 29 de setembro de 2006, a colisão em voo entre um Boeing 738 da GOL Linhas Aéreas, que decolou de Manaus com destino a Brasília e um jato particular Legacy, colocou

³ FREIRE, C. **Tragédia: relembre oito acidentes aéreos que chocaram o BRASIL.** Disponível em: <https://www.altoastral.com.br/acidentes-aereos-brasileiros/>. Acesso em 26 de outubro de 2017.

um ponto final na vida de 154 pessoas que estavam a bordo do Boeing. O plano de voo do avião da GOL indicava que todo o trajeto deveria ser feito a uma altitude de 37 mil pés. Já o plano de voo do Legacy previa que o mesmo deveria seguir a 37 mil pés até a capital federal e descer imediatamente para 36 mil pés, o que não foi obedecido, provocando com isso o choque com o GOL que voava em sentido contrário. Investigações na caixa-preta do Legacy, que conseguiu pousar, indicava que o *transponder* - equipamento que transmite a posição exata da aeronave, estava desligado. O Boeing caiu no estado do Mato Grosso e não houve sobreviventes.

Foto 4 – Destroços do avião da GOL após colidir com o Legacy



Fonte: Adaptada de Freire (2016)

5.2.3 – Queda do avião da Vasp

Após investigações, ficou comprovada que uma das principais causas do choque do Boeing 727-200 da empresa Vasp, contra a Serra da Aratanha, no Ceará, foi um pedido para alterar o nível de voo feito pelo piloto antes do previsto no plano. A aeronave partiu de São Paulo e aproximava-se para pousar sob uma fina chuva no aeroporto de Fortaleza. Pelas análises nas caixas pretas, após a alteração de altitude o sistema de segurança da aeronave soou um alarme que foi ignorado pelo piloto. O avião estava a 30 quilômetros do destino quando aconteceu a tragédia. Todas as 137 pessoas que estavam a bordo faleceram.

5.2.4 – Queda do Fokker 100 da TAM no centro de São Paulo

Um Fokker 100 da empresa TAM que fazia o trajeto São Paulo – Rio de Janeiro caiu em um bairro da capital paulista bastante populoso, logo após ter decolado. Segundo as investigações, logo após a aeronave ter levantado voo a tripulação foi surpreendida por uma falha em um dos comandos que acionou o reversor direito fazendo a mesma perder altitude, colidir contra dois imóveis de três andares e posteriormente cair sobre casas no bairro Jabaquara. Nesse fatídico 31 de outubro de 1996, 99 pessoas faleceram, sendo 3 em terra.

5.2.5 – Queda da aeronave da Transbrasil

Até hoje ainda não se tem certeza se o acidente como Boeing 727 da empresa Transbrasil, que fazia o trajeto São Paulo – Florianópolis, foi causado por falha humana ou mecânica. O certo é que no dia 12 de abril de 1980 – dia do acidente, chovia muito no estado de Santa Catarina e uma das linhas de investigação é que o piloto ao tentar desviar da tempestade fez com que o avião fosse atingido por uma corrente de ar, levando-o a colidir com o Morro Virgínia, a 600 metros de altitude. Por ser uma área de difícil acesso o resgate às vítimas se tornou algo bastante complicado. Foi constatado também que a aeronave não dispunha de instrumento que pudesse alertar o comandante sobre o morro. Saldo de 55 mortos e 3 sobreviventes.

5.2.6 – Queda da aeronave da Air France no oceano atlântico

Mesmo não sendo um acidente com uma aeronave de empresa brasileira, o que aconteceu com o voo 447 da empresa Air France - em 31 de maio de 2009, por vezes, pode ser considerado como a maior tragédia aérea ocorrida em território nacional devido a morte de 228 pessoas, entre passageiros e tripulação. Como não foi possível encontrar de imediato as caixas-pretas logo após o acidente, as primeiras investigações foram baseadas em especulações pautadas em mensagens criptografadas enviadas automaticamente da aeronave para o centro de manutenção na França, onde indicavam que o avião havia sofrido um problema técnico - congelamento das sondas de velocidade conhecidas como pitot, combinado com uma forte tempestade tropical pela qual atravessavam. Anos depois, em uma operação realizada próxima ao local do acidente, as caixas-pretas do Air France foram encontradas fazendo revelações ainda mais intrigantes sobre o que realmente havia acontecido naquele fatídico dia. Na ocasião, novas investigações confirmaram o que antes eram apenas especulações, mas foram decisivas ao afirmarem que

nem o congelamento da sonda e nem o mau tempo foram as principais causas do acidente, mas uma confusão entre os três comandantes do voo ao reagirem de forma incorreta no gerenciamento da situação, aliada a um simples e persistente erro por parte de um dos pilotos. Como consequência do erro humano a aeronave se chocou contra as águas do oceano.

6 – ANÁLISE DE ACIDENTES

Neste capítulo serão apresentados de forma resumida alguns métodos de análise de acidentes levando-se em consideração os fatores humanos como possíveis causadores de impactos na segurança de voo. Será abordada ainda e com mais ênfase a análise feita através do HFACS, por se tratar do método escolhido para a elaboração deste trabalho.

6.1 – OS FATORES HUMANOS NA INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES

Adams (2006), explica que foi durante as duas grandes guerras mundiais que as pesquisas sobre os fatores humanos passaram a ter importante relevância evolutiva, especialmente na sua utilização na investigação dos acidentes aéreos. Acreditava-se que as mortes ocorridas durante a primeira guerra mundial foram causadas apenas por dois fatores: falhas da aeronave e falhas do piloto. Adams (2006), explica ainda que durante a guerra a maioria dos erros que causavam as baixas de militares eram imputados aos pilotos, fazendo com que fosse a primordial alusão aos fatores humanos na investigação. Com o conceito de que os erros eram causados unicamente pelos pilotos, livre de quaisquer fatores externos, nada mais faria sentido ser investigado como erro humano. Em outras palavras, a ideia viraria uma tendência para minimizar a análise dos acidentes e tornar as investigações superficiais, insuficientes e incorretas.

Nos dias atuais, as investigações de acidentes são bem mais abrangentes com relação aos erros humanos, visto que se leva em consideração também os fatores organizacionais na segurança do operador comprometido em sistemas de risco elevado (ADAM, 2006). Thanden *et al.* (2006), defende que ao serem feitas análises organizacionais torna-se mais viável a identificação e correção de fatores na busca de sistemas mais tolerantes ao erro, propiciando mudanças eficazes na segurança da organização.

6.2 – TEORIA DO “QUEIJO SUÍÇO” – O MODELO DE JAMES REASON

Reason (2000), afirmou que os erros humanos têm forte influência na ocorrência de acidentes e que poderiam ser estudados sob dois aspectos importantes: aproximação pessoal e aproximação do sistema, onde cada um possui um modelo próprio de causa de erros, e conseqüentemente apresentam de forma individual uma metodologia de gerenciamento. A

aproximação pessoal tem como foco principal os erros ativos, erros e violações de procedimentos, como por exemplo os esquecimentos, falta de atenção, desmotivação, falta de cuidado, imprudência e negligência, e assim a prevenção está centrada no sentido de restringir certos comportamentos humanos.

Na aproximação do sistema considera-se que mesmo nas melhores organizações os humanos falham e que os erros são esperados. Neste caso, os erros são vistos mais como consequências do que como causas, e que sua origem nem sempre está na natureza perversa do ser humano, mas em fatores sistêmicos que estão acima dele. As medidas de segurança levam em consideração que não se pode modificar a natureza humana, todavia é possível modificar as condições sob as quais os seres humanos trabalham. Assim posto, a ideia central é utilizar sistemas de defesa, ou seja, toda alta tecnologia possui barreiras e salvaguardas, e quando um evento adverso ocorre o importante não é apontar quem cometeu o erro, mas sim por qual motivo as defesas falharam (REASON. 2000).

A teoria do “Queijo suíço”, sugerida por Reason (1990), está mais direcionada para a aproximação do sistema onde as defesas, barreiras e salvaguardas aparecem em destaque. O objetivo de todas elas é proteger pessoas e o patrimônio dos perigos do ambiente. No geral, estas defesas funcionam bem, todavia podem apresentar algumas falhas. Em um cenário imaginado, cada um dos níveis das barreiras, defesas ou salvaguardas deveriam funcionar perfeitamente, todavia, em alguns momentos elas se parecem com um queijo suíço com vários buracos representando as falhas. Estas falhas em apenas um único nível não traz tanto perigo, porém, quando ocorre um certo alinhamento destes buracos nos diversos níveis de proteção (barreiras, defesas ou salvaguardas), cresce a possibilidade de ocorrer um evento perigoso, como mostra a Figura 2.

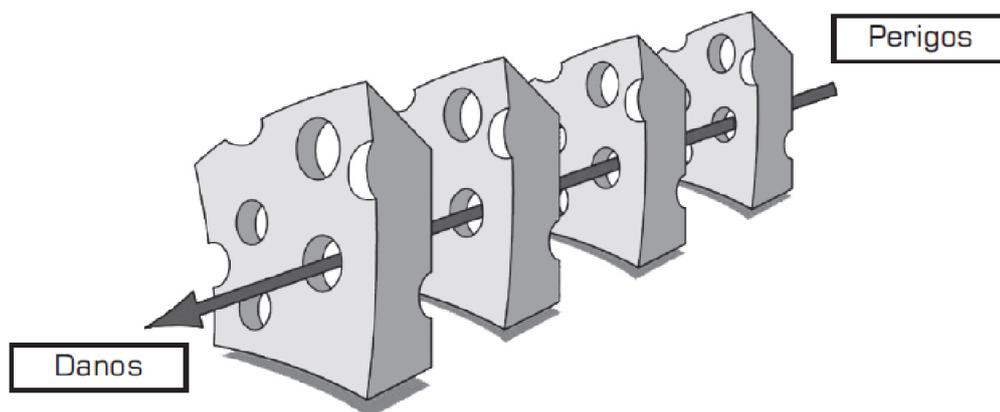
Os buracos nas defesas surgem por dois motivos: as falhas ativas e as condições latentes. A maioria dos eventos adversos ocorrem por combinação destes dois fatores.

As falhas ativas são os erros ativos provocados por pessoas que estão em contato direto com o sistema. Assumem diferentes formas: escorregões, lapsos, perdas, erros e violações de procedimentos. As falhas ativas têm um impacto direto e geralmente curto sobre as defesas. O acidente de Chernobyl foi citado por Reason (2000), como um exemplo de falhas ativas no qual os operadores violaram erroneamente os procedimentos dos locais e desligaram sucessivos sistemas de segurança, causando a explosão do núcleo do reator. Geralmente, nestes casos a análise da situação termina neste ponto, ou seja, houve um erro do operador e não procuram mais as causas anteriores que levaram a este procedimento.

As condições latentes estão diretamente ligadas aos problemas inerentes ao sistema, e surgem de decisões tomadas por *designers*, construtores, criadores de procedimentos e níveis gerenciais mais elevado. Todas essas decisões estratégicas podem inserir problemas no sistema. As condições latentes têm dois tipos de efeitos adversos: podem contribuir para o surgimento de erros no local de trabalho, como por exemplo as pressões de tempo, falta de pessoal, equipamentos inadequados, fadiga e falta de experiência - e podem criar buracos ou fraquezas duradouras nas defesas. As condições latentes - como o termo sugere, podem permanecer inativas no sistema por anos antes de se combinarem com falhas ativas e assim provocando acidentes. Ao contrário das falhas ativas, que são mais difíceis de serem previstas, as condições latentes podem ser identificadas e corrigidas antes da ocorrência de um evento adverso. Entender isso pode levar a um gerenciamento de risco proativo, em vez de reativo (REASON, 2000).

Utilizando uma outra analogia, as falhas ativas são como mosquitos. Eles podem ser golpeados um por um, mas ainda continuam chegando. Os melhores remédios são criar barreiras mais eficazes e drenar os córregos em que se reproduzem. Os córregos, neste caso, são as condições latentes sempre presentes.

Figura 2 – Modelo do “Queijo suíço”, mostrando como as defesas podem ser penetradas.



Fonte: Reason, (2000)

6.3 – MÉTODOS DE INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES

6.3.1 – Crew Resource Management (CRM)

O CRM abrange uma ampla gama de conhecimentos, habilidades e atitudes, incluindo Comunicação, Tomada de decisão, Consolidação de equipe, Gestão e trabalho e Consciência situacional; (Figura 3), juntamente com todas as subdisciplinas auxiliares que cada uma dessas áreas requer (FLIGHT, 2018).

Figura 3 – Habilidades do CRM



Fonte: adaptado de JAXA, (2018)

O CRM está preocupado tanto com o conhecimento técnico e as habilidades necessárias para voar e operar uma aeronave, assim como com as habilidades cognitivas e interpessoais necessárias para administrar o voo dentro de um sistema de aviação organizado. Neste contexto, as habilidades cognitivas são definidas como os processos mentais utilizados para ganhar e manter a consciência situacional, para resolver problemas e para tomar decisões. As habilidades interpessoais são consideradas como comunicações e uma série de atividades comportamentais associadas ao trabalho em equipe. Na aviação, como em outros setores, essas áreas de habilidades geralmente se sobrepõem, e elas também se sobrepõem com as habilidades técnicas necessárias. Além disso, elas não se limitam a aeronaves com tripulação, mas também se relacionam com operações de piloto único, que invariavelmente precisa se comunicar com outras aeronaves e com vários suportes terrestre para completar sua missão com sucesso (FLIGHT, 2018).

6.3.2 – PEAR

Os programas de fatores humanos no setor de manutenção aeronáutica têm sido desenvolvidos com o objetivo de tornar as organizações um modelo de excelência. Baseado nesse objetivo foi criado o Pear, que significa: *People, Environment, Actions, Resources* e, respectivamente, dizem respeito às pessoas que desenvolvem as tarefas, o ambiente que trabalham, as ações e os recursos que necessitam para que as tarefas sejam realizadas. Tem como fatores principais o reconhecimento e mitigação dos fatores humanos ao enfatizar esses quatro pilares relevantes (JOHNSON *et al.*, 2007).

Johnson *et al.* (2007), afirma que a utilização do Pear (Tabela 1) é simples e relativamente fácil de se implementar nas organizações aeronáuticas, haja vista focar nas áreas que mais precisam de atenção, proporcionando com isso a atenuação de erros bem como a melhoria do *Safety Management System* (SMS).

Tabela 1 – Relação dos fatores que influenciam nos acidentes, segundo Johnson.

	Fatores Físicos	Fatores Fisiológicos	Fatores Psicológicos	Fatores Psicossociais
 Pessoas	<ul style="list-style-type: none"> - Tamanho; - Gênero; - Idade; - Força; - Limitações sensoriais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fatores nutricionais; - Saúde; - Estilo de vida; - Fadiga; - Dependência química. 	<ul style="list-style-type: none"> - Carga de trabalho; - Experiência; - Conhecimento; - Treinamento; - Atitude; - Estado mental ou emocional. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conflito interpessoal; - Perda pessoal; - Dificuldade financeira; - Divórcio recente.
 Ambiente	<p style="text-align: center;">Físicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clima; - Localização; - Área de trabalho; - Mudança; - Iluminação; - Nível de som; - Segurança - Pessoal; 	<p style="text-align: center;">Organizacional</p> <ul style="list-style-type: none"> - Supervisão; - Relações no trabalho; - Pressões; - Estrutura da tripulação; - Tamanho da empresa - Rentabilidade; - Moral; - Cultura corporativa 		
 Ações	<ul style="list-style-type: none"> - Passos para executar uma tarefa; - Sequência de atividades; - Número de pessoas envolvidas; - Requisitos de comunicação; - Requisitos de controle de informação; 	<ul style="list-style-type: none"> - Requisitos de conhecimento; - Requisitos de habilidades; - Requisitos de atitude; - Requisitos de certificação; - Requisitos de inspeção. 		
 Recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Procedimentos; - Manuais técnicos; - Outras pessoas; - Equipamento de teste; - Ferramentas; - Computadores / Software; - Equipamento de movimentação terrestre; 	<ul style="list-style-type: none"> - Bancos de trabalho e elevadores; - Materiais; - Iluminação e tarefas; - Treinamento; - Sistemas de qualidade. 		

Fonte: Johnson (2007)

Johnson *et al.* (2007), afirma ainda que os conceitos do Pear têm sido utilizados há duas décadas por empresas aéreas do mundo inteiro, como por exemplo a Lufthansa, que faz uso desta abordagem em suas simulações desde 1995.

6.3.3 – *Dirty Dozen*

Criada por Gordon Dupont, devido à grande quantidade de acidentes e incidentes ocorridos com a manutenção aeronáutica nos anos de 1980 e 1990, com o objetivo de divulgar os doze fatores humanos que causam redução da capacidade humana de executar de forma segura e satisfatória as suas funções (RILEY *et al.*, 2008).

Johnson *et al.* (2008), afirma que a objetividade do *Dirty Dozen*, é atribuir como principais fatores que levam ao erro humano a falta de Comunicação, Trabalho em equipe, Assertividade, Conhecimento, Recursos, Vigilância, Complacência, Distração, Fadiga, Pressão, *Stress* e Normas (Tabela 2). Afirma ainda que o erro pode ser causado por apenas um dos fatores acima mencionados ou uma combinação destes.

Riley *et al.* (2008), destaca que a prevenção de acidentes depende do entendimento dos doze fatores humanos descritos no *Dirty Dozen*, juntamente com às relações entre os fatores organizacionais.

Tabela 2 – *Dirty Dozen* de Gordon Dupont

AS CAUSAS MAIS COMUNS DE ERROS HUMANOS
- Falta de comunicação;
- Falta de trabalho em equipe;
- Normas;
- Pressão;
- Complacência;
- Falta o conhecimento;
- Falta de consciência;
- Falta os recursos;
- Distração;
- Assertividade;
- Fadiga;
- Estresse.

Fonte: Adaptado de Riley (2008)

6.3.4 – *Human Factors Analysis and Classification System (HFACS)*

Shappell e Wiegmann. (2000), explicam que o erro humano tem sido responsável por cerca de 70 a 80% de todos os acidentes da aviação civil e militar. No entanto, a maioria dos sistemas de relatórios de acidentes não são projetados em torno destes erros. Como resultado,

a maioria dos bancos de dados de acidentes não conduzem a uma análise tradicional de erros humanos, dificultando a identificação de estratégias para intervenção.

O HFACS é um quadro geral de erros humanos originalmente desenvolvido e testado dentro da aviação militar dos Estados Unidos da América (EUA) - como uma ferramenta para investigar e analisar as causas humanas de acidentes da aviação. Baseado no modelo de Reason (1990) de falhas ativas e latentes, o HFACS aborda o erro humano em todos os níveis do sistema, incluindo a condição dos tripulantes e fatores organizacionais (WIEGMANN E SHAPPELL, 2001).

Segundo Shappell e Wiegmann. (2000), o HFACS descreve quatro níveis de falha:

- 1) Erros ativos;
- 2) Pré-condições para erros ativos;
- 3) Supervisão insegura;
- 4) Influências organizacionais.

A seguir será abordada uma descrição das possíveis causas latentes de acidentes relacionadas por Shappel e Wiegmann (2000).

6.3.4.1 - Erros ativos

Os erros ativos de uma tripulação podem ser classificados em duas categorias: erros e violações (REASON 1990), conforme a Figura 4. Em geral, os erros representam as atividades mentais ou físicas de indivíduos que não conseguem alcançar o resultado pretendido. As violações, por outro lado, referem-se ao desrespeito voluntário das regras e regulamentos que regem a segurança do voo. Ainda assim, distinguir entre erros e violações não garante um nível de detalhes exigido para a maioria das investigações de acidentes. Portanto, a categoria de erros foi subdividida em três tipos básicos: baseados em decisão, habilidades e percepção; enquanto a categoria de violações foi subdividida em duas formas: rotineira e excepcional.

Com relação aos erros Shappell e Wiegmann (2000) informam que os erros relacionados às habilidades são bastante comuns, haja vista ocorrerem de forma inconsciente como falta de atenção, falha de memória ou técnica. Pode-se comparar aos erros de habilidades as ações vulgarmente chamadas de “piloto automático”, ou seja, acontece quando o piloto por excesso de confiança substitui processos padrão por ações fora das normas. Os erros de decisão

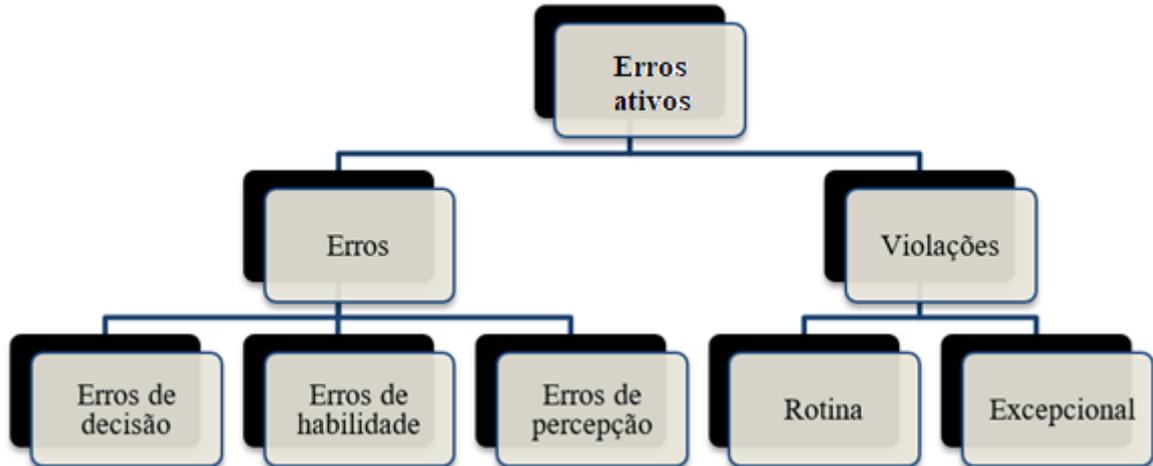
representam um comportamento intencional que prossegue como programado, mas o plano se revela inadequado ou inadequado para a situação. Frequentemente referido como "erro honesto", esses erros ativos representam as ações ou inações de indivíduos que acreditam estar realizando os procedimentos corretos, mas eles não têm o conhecimento apropriado ou simplesmente decidem de forma inadequada. Já os erros de percepção ocorrem quando a percepção do mundo difere da realidade. Tipicamente acontecem quando a entrada sensorial é degradada ou "incomum", como é o caso das ilusões visuais e da desorientação espacial ou quando os pilotos interpretam mal os instrumentos de voo. A ilusão visual ocorre quando o cérebro tenta preencher os "buracos" ou "falhas" com aquilo que o mesmo sente como correto em um ambiente visualmente empobrecido, como em um voo noturno ou sob condições climáticas adversas. É importante notar, no entanto, que não é a ilusão ou desorientação que é classificada como um erro perceptual, mas sim a resposta errada do piloto à ilusão ou desorientação (SHAPPELL E WIEGMANN, 2000).

As violações representam uma desobediência às regras e regulamentações que regem o voo seguro e, felizmente, ocorrem com menos frequência que os erros, embora constantemente causem mortes (SHAPPELL E WIEGMANN, 2000).

Embora haja muitas maneiras de reconhecer os tipos de violações, duas formas distintas foram apontadas e que ajudarão o profissional de segurança na identificação de fatores causais de acidentes: Rotina e Excepcionais. As violações de rotina tendem a ser habituais e frequentemente toleradas pela chefia ou supervisão (REASON, 1990). Um exemplo claro é um piloto que voa rotineiramente em clima marginal, quando autorizado apenas para condições meteorológicas visuais. Portanto, por definição, se uma violação de rotina é identificada, é preciso olhar mais para cima na cadeia de supervisão para identificar os indivíduos (autoridades) que não estão aplicando as regras. Em contrapartida, as violações excepcionais aparecem como afastamentos isolados da autoridade, não necessariamente indicativos do padrão de comportamento típico do indivíduo nem tolerados pela administração (REASON, 1990). Por exemplo, voar sob uma ponte ou praticar outras manobras proibidas, constituiria uma violação excepcional (SHAPPELL E WIEGMANN, 2000).

Shappell e Wiegmann. (2000) afirmam que, embora a maioria das violações excepcionais sejam terríveis, elas não são consideradas "excepcionais" devido à sua natureza extrema. Em vez disso, elas são consideradas excepcionais por não serem toleradas pela autoridade e não serem características comportamental de um indivíduo o que as torna, particularmente, difíceis de prever (Tabela 3).

Figura 4– Representação das categorias dos Erros ativos do HFACS



Fonte: adaptada pelo autor a partir de Shappell e Wiegmann, (2000)

Tabela 3 – Exemplos de erros ativos

ERROS	VIOLAÇÕES
<p>- Erros de habilidade -</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desagregação na varredura visual; - Falha na prioridade da atenção; - Uso inadvertido de controles de voo; - Procedimento omitido; - Item de lista de verificação omitida; - Controlou excessivamente a aeronave. <p>- Erros de decisão -</p> <ul style="list-style-type: none"> - Procedimento inadequado; - Emergência diagnosticada; - Resposta errada à emergência; - Capacidade excedida; - Manobra inadequada; - Má decisão. <p>- Erros de percepção -</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desorientação espacial; - Ilusão visual. 	<ul style="list-style-type: none"> - Falha ao usar o altímetro; - Voar sem autorização; - Violação de regras; - Realizar manobra agressiva; - Falha ao preparar adequadamente o voo; - Iniciar voo não autorizado; - Falta de qualificação para a missão; - Excedeu intencionalmente os limites da aeronave; - Continuação de voo de baixa altitude.

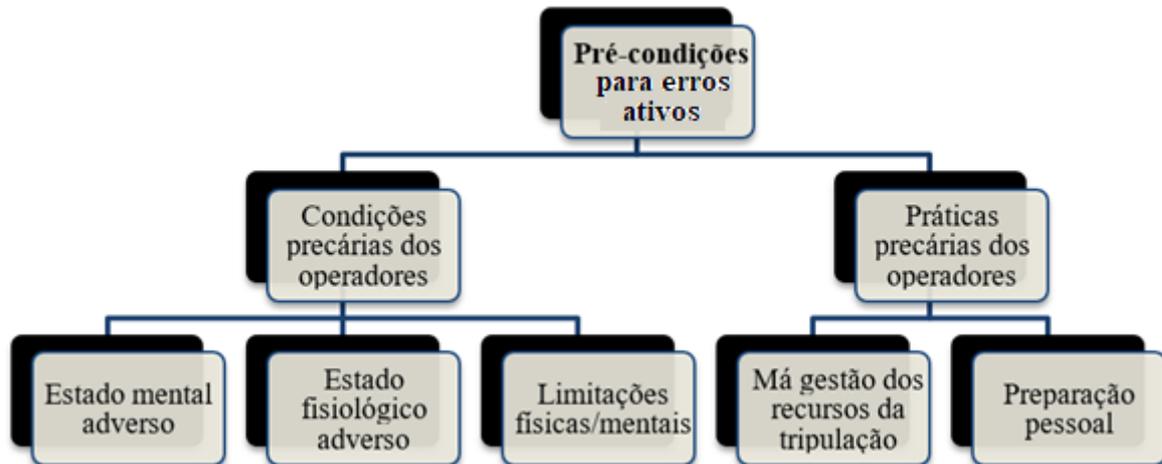
Fonte: adaptada pelo autor a partir de Shappell e Wiegmann, (2000)

6.3.4.2 – Pré-condições para erros ativos

Os erros ativos dos pilotos podem estar diretamente ligados a quase 80% de todos os acidentes da aviação. Todavia, apenas com uma investigação mais aprofundada do ambiente onde os acidentes ocorreram é que tornará a prevenção mais eficaz. Shappell e Wiegmann

(2000) apresentaram duas grandes subdivisões relacionadas às Pré-condições para erros ativos: Condições precárias dos operadores e Práticas precárias dos operadores (Figura 5).

Figura 5 – Representação das categorias das Pré-condições para erros ativos do HFACS



Fonte: adaptada pelo autor a partir de Shappell e Wiegmann (2000)

Segundo Shappell e Wiegmann (2000), as condições precárias dos operadores estão relacionadas à tripulação e pilotos e também se apresentam subdivididas em: Estado mental adverso, Estado fisiológico adverso e Limitações físicas e mentais.

Estar preparado mentalmente é de fundamental importância em praticamente todas as atividades, todavia, ainda mais na aviação. Para tanto, a categoria de estado mental adverso foi criada para explicar as condições mentais que afetam o desempenho (Tabela 4). Alguns exemplos podem ser citados, como: perda de consciência situacional, saturação de tarefas, distração e fadiga mental devido à perda de sono ou outros causadores de estresse. Também estão incluídos nesta categoria os traços de personalidade e atitudes perniciosas como excesso de confiança, complacência e perda de motivação.

Evidentemente, se um indivíduo estiver mentalmente cansado por qualquer motivo, a probabilidade de um erro acontecer será maior. De forma semelhante, o excesso de confiança e outras atitudes perniciosas, como arrogância e impulsividade, podem influenciar nas chances de violações serem cometidas. Assim, a existência de estado mental adverso deve ser investigada na cadeia casual dos eventos.

A segunda categoria, estados fisiológicos adversos, refere-se às condições médicas ou fisiológicas que impedem operações seguras (Tabela 4). Shappell e Wiegmann (2000) citam doenças, incapacidade fisiológica, fadiga física, estado fisiológico debilitado. Para a aviação os

autores citam as ilusões visuais e desorientação espacial, fadiga física, anormalidades farmacológicas e médicas conhecidas por afetar o desempenho.

A terceira e última condição envolve limitações físicas e mentais individuais. Especialmente, esta categoria refere-se aos casos em que as atividades atribuídas excedem a capacidade do indivíduo. Shappell e Wiegmann (2000) citam como exemplo de limitações físicas o tempo resposta insuficiente, limitações visual, inteligência e aptidão incompatíveis e capacidade física incompatível (Tabela 4). Na aviação, embora a desaceleração nem sempre seja uma opção, prestar atenção adicional aos instrumentos básicos de voo e aumentar a vigilância fará com que a margem de segurança cresça. Infelizmente, quando as precauções não são tomadas, o resultado pode ser catastrófico.

Além das limitações básicas de processamento sensorial e de informação descritas, existem ainda pelo menos duas instâncias adicionais de limitações físicas e mentais que necessitam de abordagem, embora muitas vezes são negligenciadas pela maioria dos profissionais de segurança. Estas limitações envolvem indivíduos que simplesmente não são compatíveis com a aviação, porque eles são inadequados fisicamente ou não possuem a capacidade de voar. Como por exemplo, alguns indivíduos não têm força física suficiente para operar em ambiente com a força da gravidade potencialmente alta, ou por razões físicas têm dificuldade em alcançar os controles do avião. Em outras palavras, as cabines dos aviões não foram projetadas para atender a todas as formas, tamanhos dos pilotos, da mesma forma que nem todos têm habilidade mental ou aptidão para pilotar uma aeronave, uma atividade que exige capacidade única de tomar decisões rapidamente e responder com precisão em situações de risco de vida. Uma tarefa difícil para o profissional de segurança é identificar se a aptidão pode ter contribuído para o acidente (SHAPPELL E WIEGMANN, 2000).

As práticas precárias dos operadores podem ser resumidas em duas categorias: Má gestão dos recursos da tripulação e Preparação pessoal.

Boas habilidades de comunicação e coordenação de equipe têm sido importantes, segundo especialistas, em organizações industriais e psicólogos, por décadas (SHAPPELL E WIEGMANN, 2000). Não surpreende, portanto, que uma boa gestão de recursos de equipe tenha grande importância na aviação nas últimas décadas (HELMREICH E FOUSHEE, 1993). Como resultado, a categoria de má gestão dos recursos da equipe foi criada para explicar as ocorrências de má coordenação entre o pessoal. Na aviação, isso inclui a coordenação dentro da aeronave e entre as mesmas com apoio do controle de tráfego aéreo, controle de manutenção, bem como com pessoal de apoio em solo, caso necessário. Mas a coordenação das tripulações

não termina durante o voo. Inclui também a coordenação antes e depois da decolagem com um breve diálogo de segurança entre os componentes da tripulação.

Em qualquer atividade se espera que os trabalhadores estejam aptos para realizar as suas tarefas do dia a dia de forma produtiva e segura. Na aviação como em outras profissões, as falhas de preparação pessoal ocorrem quando os indivíduos não conseguem se preparar fisicamente ou mentalmente para o desenvolvimento da atividade. Preparo físico excessivo – que pode resultar em fadiga, automedicação – que pode afetar o desempenho e o descumprimento do tempo de descanso da tripulação – que pode causar fadiga mental, são alguns exemplos de falta de preparação pessoal que podem levar ao erro e conseqüentemente a acidentes (Tabela 4). Shappell e Wiegmann (2000) afirmam que na aviação a falta de preparação pessoal corresponde a uma série de acidentes.

Tabela 4 – Exemplos de Pré-condições para erros ativos

CONDIÇÕES PRECÁRIAS DOS OPERADORES	PRÁTICAS PRECÁRIAS DOS OPERADORES
<p style="text-align: center;">- Estado mental adverso -</p> <ul style="list-style-type: none"> - Atenção canalizada; - Complacência; - Distração; - Fadiga mental; - Pressa; - Perda da consciência situacional; - Motivação errada; - Saturação de tarefas. <p style="text-align: center;">- Estado fisiológico adverso -</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estado fisiológico prejudicado; - Doença; - Incapacidade fisiológica; - Fadiga física. <p style="text-align: center;">- Limitações físicas e mental -</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tempo de reação insuficiente; - Limitação visual; - Inteligência e aptidão incompatíveis; - Capacidade física incompatível. 	<p style="text-align: center;">- Má gestão dos recursos da tripulação -</p> <ul style="list-style-type: none"> - Falha ao fazer backup; - Falha na comunicação/coordenação; - Falha no uso de recursos disponíveis; - Falha de liderança; - Má interpretação de comandos. <p style="text-align: center;">- Preparação pessoal -</p> <ul style="list-style-type: none"> - Treinamento físico excessivo; - Automedicação; - Descumprimento do tempo de descanso da tripulação.

Fonte: adaptada pelo autor a partir de Shappell e Wiegmann (2000)

6.3.4.3 – Supervisão insegura

De acordo com Shappell e Wiegmann (2000) a supervisão insegura pode ser dividida em quatro fatores: Supervisão inadequada, Planejamento inadequado das operações, Falha ao corrigir um problema e Violações de supervisão (Figura 6).

Figura 6 – Representação das categorias de Supervisão insegura do HFACS



Fonte: adaptada pelo autor a partir de Shappell e Wiegmann (2000)

A função de qualquer supervisor é proporcionar condições para o sucesso, não importando o nível da operação, portanto, deve fornecer orientação, treinamentos, liderança e motivação, bem como representar um modelo a ser seguido dentro da empresa. Infelizmente, nem sempre este modelo é visto nas organizações, pois não é fácil aceitar que algumas pessoas envolvidas em processos de segurança sejam preteridas em treinamentos, reciclagens, dentre outros. Uma boa orientação profissional e supervisão são ingredientes essenciais de qualquer organização bem-sucedida. Capacitar os indivíduos para tomar decisões e agir de forma independente é essencial, mas não se pode retirar a responsabilidade do supervisor. A falta de orientação e supervisão provou ser um terreno fértil para muitas violações que se introduzirem na aviação. Qualquer investigação aprofundada de fatores causais de acidentes deve considerar o papel desempenhado pela supervisão, verificando se a mesma foi inapropriada ou até mesmo se não houve (SHAPPELL E WIEGMANN, 2000).

Shappell e Wiegmann (2000) explicam que eventualmente, o ritmo operacional e a programação da tripulação aérea é tal que as pessoas são postas em riscos inaceitáveis. Essas situações ocorrem e são aceitas em situações de emergência, mas não se pode aceita-las em situações normais de trabalho. Portanto, a segunda categoria de planejamento inadequado das operações foi desenvolvida para explicar essas falhas. Alguns exemplos de planejamento inadequado das operações, são: Falha ao fornecer dados corretos, Falhas ao fornecer *briefing*

adequado, Apoio inadequado, Missão que não está de acordo com as regras e regulamentos e fornece oportunidades inadequadas para a equipe de trabalho (Tabela 5).

Tabela 5 – Exemplos de Supervisão insegura

<p style="text-align: center;">- Supervisão inadequada -</p> <ul style="list-style-type: none"> - Falha ao fornecer orientação; - Falha ao fornecer doutrina operacional; - Falha ao fornecer supervisão; - Falha ao fornecer treinamento; - Falha ao rastrear qualificações; - Falha ao acompanhar o desempenho. <p style="text-align: center;">- Planejamento inadequado das operações -</p> <ul style="list-style-type: none"> - Falha ao fornecer dados corretos; - Falha ao fornecer <i>briefing</i> adequado; - Manejo inadequado; - Missão que não está de acordo com as regras e regulamentos; - Fornecer oportunidades inadequadas para a equipe de trabalho. 	<p style="text-align: center;">- Falha ao corrigir um problema -</p> <ul style="list-style-type: none"> - Falha ao corrigir um documento com erros; - Falha ao identificar um avião em risco; - Falha ao iniciar ações corretivas; - Falha ao relatar situações inseguras. <p style="text-align: center;">- Violações de supervisão -</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perigo desnecessário autorizado; - Não implementar regras e regulamentos; - Tripulação não qualificada autorizada para voo.
---	---

Fonte: adaptada pelo autor a partir de Shappell e Wiegmann, 2000

A Falha ao corrigir um problema é a terceira das causas de supervisão insegura e é representada pelas falhas em corrigir problemas conhecidos. Esta categoria ocorre quando o supervisor “conhece” certos problemas como falhas em equipamentos, falta de treinamento ou outros problemas relacionados à segurança e não toma nenhuma ação. Um exemplo claro é o supervisor reconhecer que um piloto é incapaz de voar com segurança e, ainda assim, permitir o voo. Dessa forma, a incapacidade de corrigir ou disciplinar comportamentos inapropriados certamente promove uma atmosfera insegura com violação às regras. Algumas das falhas mais conhecidas são: Falha ao corrigir um documento com erros, Falha ao identificar um avião em risco, Falha ao iniciar ações corretivas e Falha ao relator situações inseguras (Tabela 5). A história da aviação é rica em situações de supervisão insegura (SHAPPELL E WIEGMANN, 2000).

As violações de supervisão, sendo a última das supervisões inseguras, são reservadas para os casos em que as regras e regulamentos existentes são livremente ignoradas pelos supervisores. Existem ocasiões em que os indivíduos foram autorizados a operar uma aeronave sem qualificação ou licença atualizada. Shappell e Wiegmann (2000) explicam que embora raras e difíceis de serem eliminadas, essas práticas implicam em violações das regras, por parte de alguns supervisores quando tratam de assuntos sob o seu domínio, e conseqüentemente

preparam o cenário para a trágica sequência de eventos que causarão um possível acidente. Os exemplos mais comuns, são:

- Perigo desnecessário autorizado;
- Não implementar regras e regulamento;
- Tripulação não qualificada autorizada para voo (Tabela 5).

6.3.4.4 – Influências organizacionais

As falhas ocorridas nos níveis gerenciais afetam diretamente as práticas de supervisão, bem como nas condições e ações dos operadores. Infelizmente, esses erros organizacionais muitas vezes passam despercebidos pelos profissionais envolvidos na segurança, em grande parte devido à ausência de um sistema claro e bem definido para investigá-los. De um modo geral, as falhas latentes estão relacionadas a três fatores: Gestão de recursos, Clima organizacional, Processos operacionais (Figura 7).

Figura 7 – Representação das categorias de Influências organizacionais do HFACS



Fonte: adaptada pelo autor a partir de Shappell e Wiegmann, 2000

Para Shappell e Wiegmann (2000) a gestão de recursos se apresenta em nível gerencial, ou seja, de onde saem as decisões referente à alocação e manutenção de bens da organização, como recursos humanos (pessoal), investimentos financeiros, equipamentos e instalações (Tabela 6). Em geral, as decisões gerenciais sobre como esses recursos devem ser aplicados giram em torno de dois objetivos distintos: Segurança e Operações pontuais que gerem lucros. Em momentos de prosperidade, estes dois objetivos seguem equilibrados. Todavia, em momentos de dificuldades, a história mostra que a segurança é muitas vezes deixada de lado e os quesitos treinamento e investimento em segurança são os primeiros a sofrerem com os cortes.

O corte excessivo de custos pode resultar na aquisição de equipamentos inadequados para o tipo de operação realizada pela empresa, na falta de manutenção de equipamentos e treinamentos, além do que, na aviação, pode acontecer a perda dos melhores pilotos que saem da organização em busca de melhores condições de trabalho resultando em um cenário envolvendo pilotos não qualificados e que voam em aeronaves antigas e malconservadas sob o aspecto da manutenção. As consequências para a segurança da aviação não são difíceis de imaginar (SHAPPELL E WIEGMANN, 2000).

O clima organizacional refere-se a uma classe de variáveis organizacionais que influenciam o desempenho do trabalhador. Em geral, pode ser visto como o ambiente de trabalho dentro da organização. Se percebe o clima organizacional de uma empresa pela sua estrutura, refletida na ordem de comando, delegação, autoridade e responsabilidade, canais de comunicação e responsabilização formal pelas ações (Tabela 6). Se a administração e os funcionários de uma organização não estão se comunicando, ou se ninguém sabe quem está no comando, a segurança organizacional sofre e os acidentes acontecem (MUCHINSKY, 1997).

A política e a cultura de uma organização são bons indicadores do seu clima. As políticas direcionam as decisões da administração sobre coisas como: contratação e demissão, promoção, aumento salarial, licenças por doença, horas extras, investigação de acidentes e o uso de equipamentos de segurança. A cultura, por outro lado, refere-se às regras não oficiais, valores, crenças e costumes de uma organização. A cultura é a real forma como as coisas são feitas na empresa (SHAPPELL E WIEGMANN, 2000).

Quando as políticas são mal definidas, contraditórias ou conflitantes, ou quando são precedidas por regras e valores não oficiais, tendem a crescer dentro da organização causando desordem, ou seja, a segurança está sujeita a sofrer sob tais condições.

Os processos organizacionais referem-se às decisões e regras que dominam as atividades rotineiras na empresa, incluindo o estabelecimento e uso de procedimentos operacionais padrão e métodos formais para manter o controle e equilíbrio entre trabalhadores e a gerência. Como exemplos desta categoria podem ser citados: tempo operacional, pressão do tempo, horário de trabalho, planejamento deficiente, cotas de produção, entre outros (Tabela 6).

Na aviação, pode haver casos em que alguém do corpo gerencial da empresa determine a necessidade de aumentar o tempo operacional excedendo a eficiência de um piloto que por sua vez, para atender o acréscimo da demanda operacional, pode fazer uso de procedimentos inadequados, colocando em risco a tripulação e aumentando a probabilidade de um acidente

acontecer. Com isso, as empresas devem ter procedimentos oficiais em vigor para enfrentar eventuais contingências, bem como procedimentos de monitoramento de riscos.

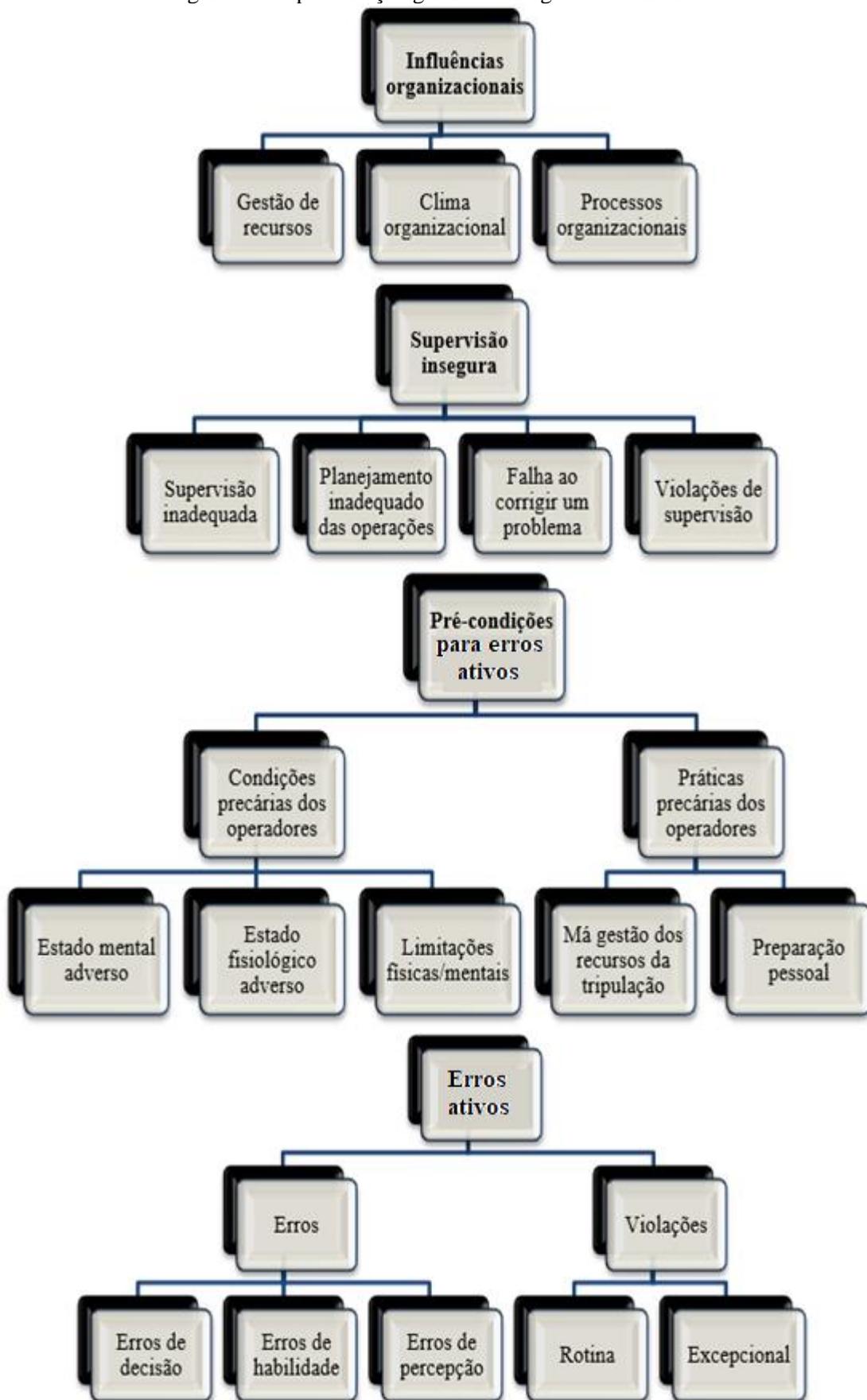
Reinhart (1996) afirma que nem todas as organizações têm estes procedimentos operacionais padronizados para monitoramento de erros de tripulação e problemas de fatores humanos através de relatórios anônimos e auditorias de segurança. Desta forma, os supervisores e gerentes desconhecem os problemas até que o acidente ocorra. É um compromisso da organização a busca e correção das falhas antes que provoquem uma catástrofe.

Tabela 6 – Exemplos de Influências organizacionais

- Gerenciamento de recursos / aquisições -	- Processo organizacional -
<ul style="list-style-type: none"> - Recursos humanos - Seleção; - Pessoal; - Treinamento. - Recursos monetários / orçamentário - Corte excessivo de custos; - Falta de fundo monetário. - Recursos de equipamentos / instalações - Compra de equipamentos inadequados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Operações - Tempo operacional; - Pressão do tempo; - Cotas de produção; - Incentivos; - Medição / avaliação; - Horários; - Planejamento deficiente. - Procedimentos - Padrões; - Objetivos claramente definidos; - Documentação; - Instruções. - Supervisão - Gerenciamento de riscos; - Programas de segurança.
<p style="text-align: center;">- Clima organizacional -</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estrutura - Cadeia de comando; - Delegação de autoridade; - Comunicação; - Responsabilidade formal por ações. - Políticas - Contratação e demissão; - Promoção; - Drogas e álcool. - Cultura - Normas e regras; - Valores e crenças; - Justiça organizacional. 	

Fonte: adaptada pelo autor a partir de Shappell e Wiegmann, 2000

Figura 8 – Representação geral das categorias do HFACS



Fonte: adaptada pelo autor a partir de Shappell e Wiegmann, 2000

7 – O CENIPA⁴

O Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (Cenipa) trata-se de uma Organização Militar (OM) - com sede em Brasília, criada em 1971, para ser o órgão central do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (Sipaer), vinculada ao Comando da Aeronáutica (Comaer) e diretamente subordinada ao Comandante da Aeronáutica. Dentre as várias atribuições do Cenipa podem ser destacadas as ações de planejamento, gerenciamento, controle e execução de atividades relacionadas com a prevenção e investigação de acidentes aeronáuticos ocorridos no Brasil e sua criação representou o surgimento de uma nova cultura prevencionista no país no que diz respeito a acidentes aéreos, sempre em consonância com as normas internacionais de aviação (Brasil, 2017).

O Cenipa desenvolve atividades educacionais, operacionais e regulamentares anualmente, oferta cursos de capacitação de profissionais da esfera aeronáutica para atuar na prevenção de acidentes aeronáuticos, além de oferecer também um curso exclusivo para a formação de investigadores para o Sipaer.

7.1 – DA ESTRUTURA

O Cenipa dispõe de Laboratório de Destroços, que é utilizado para cursos de formação de investigadores de acidentes e curso de segurança de voo, onde reúne várias peças de aeronaves que sofreram acidentes, além de dispor também de Laboratório de Leitura e Análise de Dados de Gravadores de Voo (LabData), que é responsável pelas análises dos dados contidos nas caixas-pretas, como são chamados os gravadores de voo. As informações contidas nesses gravadores são usadas na investigação do acidente ou incidente aeronáutico.

7.2 – PROGRAMAS DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS

Como o Cenipa também atua no campo prevencionista de acidentes aeronáuticos o órgão mantém três importantes programas de gerenciamento destinados à prevenção, que são eles:

⁴ CENIPA. Força Aérea Brasileira. São Paulo. Disponível em < <http://www2.fab.mil.br/cenipa/>> Acesso em 16 de julho de 2017.

- a) Risco baloeiro – onde são tomadas medidas educativas e preventivas no tocante à soltura de balões;
- b) Risco da fauna – ações desenvolvidas principalmente nas comunidades no entorno de aeroportos e dentro dos mesmos e que trata do risco do perigo aviário;
- c) Risco de emissão de raio laser – onde são realizadas campanhas para evitar a incidência de raios laser diretamente nas aeronaves quando da aproximação para pouso ou durante a decolagem.

7.3 – SERVIÇOS REGIONAIS DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS (SERIPA)

Devido à grande extensão territorial brasileira e para facilitar a disseminação da cultura de segurança de voo no Brasil, foram criadas, através de Portarias, sete novas OM, denominadas de Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (Seripa), que têm a função de planejamento, gerenciamento e execução das atividades preventivas na aviação em suas respectivas áreas de atuação. Tecnicamente e operacionalmente os Seripas são subordinados ao Cenipa e são distribuídos na seguinte forma:

- Seripa 1 [Belém-PA] - Abrange os estados do Maranhão e Amapá;
- Seripa 2 [Recife-PE] - Abrange a região nordeste do país (exceto Maranhão);
- Seripa 3 [Rio de Janeiro-RJ] - Abrange os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo;
- Seripa 4 [São Paulo-SP] - Abrange os estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul;
- Seripa 5 [Canoas-RS] - Abrange a região sul do país;
- Seripa 6 [Brasília-DF] - Abrange os estados do Tocantins, Goiás, Mato Grosso e Distrito Federal;
- Seripa 7 [Manaus-AM] - Abrange a região norte do país (exceto Amapá).

8 – METODOLOGIA

Este trabalho é fruto de uma pesquisa bibliográfica, de caráter quantitativo e qualitativo, baseado na análise de relatórios de acidentes aéreos investigados pelo Cenipa.

8.1 – FONTES DOS RELATÓRIOS DE INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES

Os relatórios com as informações sobre os acidentes aéreos, objetos desta dissertação, foram pesquisados no sítio eletrônico do Cenipa, disponíveis na página do Seripa II, que é responsável pelas investigações dos acidentes aéreos ocorridos nos estados de: Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe.

8.2 – LOCAL DOS ACIDENTES SELECIONADOS PARA ANÁLISE

O local onde ocorre o sinistro é que determina qual Seripa irá proceder com as investigações, ainda que seja aeronave de nacionalidade estrangeira. Durante a consulta aos relatórios, percebeu-se que todos os estados da federação que fazem parte da abrangência do Seripa II tiveram acidentes durante o período pesquisado.

A Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica (NSCA 3-1), classifica as ocorrências em: Acidentes, Incidente grave, Incidente e Ocorrência de solo, situações que envolve aeronave ou infraestrutura ligada à aviação.

8.3 – PERÍODO DEFINIDO PARA ANÁLISE

Foram selecionados para pesquisa os relatórios emitidos pelo Seripa II, órgão responsável por investigar acidentes no ocorridos no Nordeste do Brasil, no período compreendido entre 2006 e 2016.

8.4 – RELATÓRIOS DE INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES

Os relatórios de investigação de acidentes aéreos estão disponíveis para consulta pública no sítio eletrônico do Cenipa na aba de Investigação. Os relatórios de investigação encontrados no endereço eletrônico do Cenipa basicamente seguem uma mesma padronização de

informações a serem preenchidas quando da investigação do acidente, e seguem descritas na Tabela 7:

Tabela 7 – Informações sobre acidentes fornecidas pelo Cenipa

- Informações do Acidente:	Modelo da aeronave; Matrícula; Fabricante; Operador; Data/hora; Local; Município; Estado e Tipo do acidente.
- Informações da Investigação:	Histórico da ocorrência; Danos pessoais; Danos à aeronave; Outros danos; Informações acerca do pessoal envolvido; Informações acerca dos tripulantes; Informações acerca da aeronave; Informações meteorológicas; Auxílio à navegação; Comunicações; Informações acerca do aeródromo; Gravadores de voo; Informações acerca do impacto e dos destroços; Informações médicas, ergonômicas e psicológicas; Informações acerca de fogo; Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave; Exames, testes e pesquisas; Informações organizacionais e de gerenciamento; Aspectos operacionais; Informações adicionais; Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.
- Análise	
- Conclusões:	Fatos; Fatores contribuintes; Fator humano; Fator material.
- Recomendação de Segurança de Voo (RSV)	

Fonte: Relatório Final de investigação de acidentes do Cenipa

8.5 – DADOS ANALISADOS

Os dados analisados foram extraídos exclusivamente dos relatórios finais dos acidentes aéreos, não foram acrescentados dados que não constavam nos citados relatórios.

Foram analisados somente os dados que constavam o capítulo “Fatores Contribuintes” do relatório, por facilitação de interpretação. Os demais foram descartados.

8.6 - SELEÇÃO DO HFACS PARA ANÁLISE DOS DADOS

Analisar relatórios de acidentes aéreos levando-se em consideração unicamente as falhas mecânicas e erros do piloto não relata a real situação por trás das tragédias que acontecem no mundo.

Como forma de ampliar as análises, buscando entender que mesmo as falhas dos pilotos podem ter sido motivados por causas ligadas aos erros humanos, nos relatórios selecionados para a elaboração desta dissertação, a escolha do HFACS foi de fundamental importância por se tratar de um método criado exclusivamente com a finalidade de analisar estes erros

causadores de eventos indesejados e que foi testado com eficiência na aviação militar norte-americana, além de ser um método utilizado mundialmente nas análises dos acidentes.

Utilizando este método de análise de acidente nos relatórios desta pesquisa foi possível perceber que vários fatores pontuados nos relatórios do Cenipa como possíveis causas da tragédia podem estar ligados a apenas uma condição no HFACS (Tabela 8).

A redução dos itens na classificação para o método HFACS foi de fundamental importância para a elaboração desta dissertação pois foi possível fazer uma análise mais criteriosa de mais de um fator analisado ao mesmo tempo.

Tabela 8– Comparativo entre classificação do Cenipa e do HFACS

ANÁLISE NO RELATÓRIO CENIPA	ANÁLISE NO HFACS
- Julgamento de pilotagem; - Planejamento de voo; - Pouca experiência do piloto.	- Planejamento inadequado das operações.
- Processo decisório; - Aplicação dos comandos.	- Erros de decisão.
- Percepção; - Processo decisório.	- Erros de percepção.
- Instrução; - Supervisão gerencial.	- Supervisão inadequada.
- Atenção; - Comunicação; - Coordenação de cabine.	- Fatores pessoais (Gerenciamento recursos de tripulação).
- Formação, capacitação e treinamento; - Cultura organizacional.	- Processo organizacional.

Fonte: Próprio autor (2018)

As informações encontradas nos relatórios do Cenipa apresentam um detalhamento maior no tocante às informações relativas ao acidente aéreo. Todavia, quando as informações são analisadas à luz dos fatores humanos detalhados no HFACS, fica possível o enquadramento de mais de uma informação do Cenipa em uma quantidade menor de fatores humanos, favorecendo uma melhor análise e comparação das informações.

8.7 - EXPERIÊNCIA DO PESQUISADOR

O pesquisador é familiarizado com os termos aeronáuticos, pois trabalhou durante 15 anos na Infraero, inclusive nos setores ligados diretamente às operações aeroportuárias.

Exerceu as funções de Coordenador de Segurança Operacional e Coordenador de Operações no Aeroporto Internacional de Maceió / Zumbi dos Palmares, atuou diretamente

como fiscal de pátio e pistas, além de estar ligado diretamente às legislações aeronáuticas disponíveis existentes.

Mesmo o pesquisador contando com toda esta vivência no setor aéreo, a classificação dos relatórios de acidentes aeronáuticos teve a análise de um especialista com experiência em fatores humanos contribuintes para o acidente, dando uma maior confiabilidade à análise dos dados.

8.8 – CATEGORIZAÇÃO DOS FATORES HFACS

Os fatores contribuintes para os acidentes encontrados nos relatórios de investigação do Cenipa foram classificados nas diferentes categorias do método HFACS, que estão descritas na Tabela 9. Todavia, em alguns casos, mais de um fator selecionados em um mesmo relatório do Cenipa teve a mesma classificação no HFACS, ou seja, só foi relacionado uma única vez. Exemplo: em um determinado relatório pode haver 3 fatores contribuintes para a categoria erro de decisão do HFACS, no entanto esta categoria foi computada apenas uma vez neste relatório.

Tabela 9 – Categorias do HFACS

- INFLUÊNCIAS ORGANIZACIONAIS -	
- Gestão de Recursos	Como os recursos humanos, monetários e de equipamentos necessários para realizar as metas são gerenciados.
- Clima Organizacional	Atmosfera/visão predominante dentro da organização, incluindo coisas como políticas, estrutura de comando e cultura.
- Processo Organizacional	Processo formal pelo qual a visão de uma organização é realizada, incluindo operações, procedimentos e supervisão, entre outros.
- SUPERVISÃO INSEGURA -	
- Supervisão Inadequada	Supervisão e gestão de pessoal e recursos, incluindo treinamento, orientação profissional e liderança operacional, entre outros aspectos.
- Planejamento Inadequado das Operações	Gestão e atribuição de trabalho, incluindo aspectos de gerenciamento de risco, emparelhamento de tripulação, tempo operacional, etc.
- Falha ao Corrigir um Problema	Aqueles casos em que as deficiências entre indivíduos, equipamentos, treinamento ou outras áreas de segurança relacionadas são "conhecidas" para o supervisor, mas podem continuar não corrigidas.
- Violações de Supervisão	O desrespeito deliberado por regras, regulamentos, instruções ou procedimentos operacionais padrão pelos gerentes no decorrer de suas funções.
- PRÉ-CONDIÇÕES PARA ERROS ATIVOS -	
	- Ambiente físico: Incluídos tanto a configuração operacional (por exemplo, clima, altitude, terreno) como a temperatura ambiente (por exemplo, como calor, vibração, iluminação, toxinas).

- Fatores Ambientais	- Ambiente tecnológico: Esta categoria abrange uma variedade de questões, incluindo o design de equipamentos e controles, características de exibição / interface, layouts de lista de verificação, fatores de tarefa e automação.
- Condição Precárias do Operador	<p>- Estados mentais adversos: Condições psicológicas e/ou mentais agudas que afetam negativamente o desempenho, como fadiga mental, atitudes perniciosas e motivação errada.</p> <p>- Estados fisiológicos adversos: Condições médicas e/ou fisiológicas agudas que impedem operações seguras, como doença, intoxicação e a miríade de anormalidades farmacológicas e médicas conhecidas por afetar o desempenho.</p> <p>- Limitações físicas e mentais: Doenças 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.</p>
- Fatores Pessoais	<p>- Gerenciamento de recursos de tripulação: Inclui uma variedade de questões de comunicação, coordenação e trabalho em equipe que afetam o desempenho.</p> <p>- Preparação pessoal: Atividades fora de serviço necessárias para desempenhar otimamente o trabalho, como aderir aos requisitos de descanso da equipe, restrições de álcool e outros mandatos fora de serviço.</p>
- ERROS ATIVOS -	
- Erros	<p>- Erros de decisão: Esses erros de "pensamento" representam um comportamento consciente e objetivo pretendido, conforme o planejado, mas o plano se revela inadequado ou inadequado para a situação. Esses erros geralmente se manifestam como procedimentos mal executados, escolhas impróprias ou simplesmente a má interpretação e/ou uso indevido de informações relevantes.</p> <p>- Erros baseados em habilidades: Comportamento altamente praticado que ocorre com pouco ou nenhum pensamento consciente. Esses erros de "fazer" aparecem frequentemente como quebras em padrões de varredura visual, ativação/desativação inadvertida de interruptores, intenções esquecidas e itens omitidos em listas de verificação. Até mesmo a maneira ou técnica com a qual se realiza uma tarefa está incluída.</p> <p>- Erros de percepção: Esses erros ocorrem quando a entrada sensorial é degradada, como é frequentemente o caso quando voa à noite, em mau tempo, ou em ambientes de outro modo visualmente empobrecidos. Diante de atuar em informações imperfeitas ou incompletas, a tripulação corre o risco de julgar mal as distâncias, a altitude e as taxas de descida, bem como de responder incorretamente a uma variedade de ilusões visuais/ vestibulares.</p>
- Violações	<p>- Rotina: Muitas vezes referido como "dobrando as regras", esse tipo de violação tende a ser habitual por natureza e muitas vezes é habilitado por um sistema de supervisão e gerenciamento que tolera tais desvios das regras.</p> <p>- Excepcional: Desvio da norma, não necessariamente como um indicativo típico do comportamento padrão do indivíduo nem tolerado pela administração.</p>

Fonte: Adaptada de Fajer (2009)

9 – RESULTADO GERAL

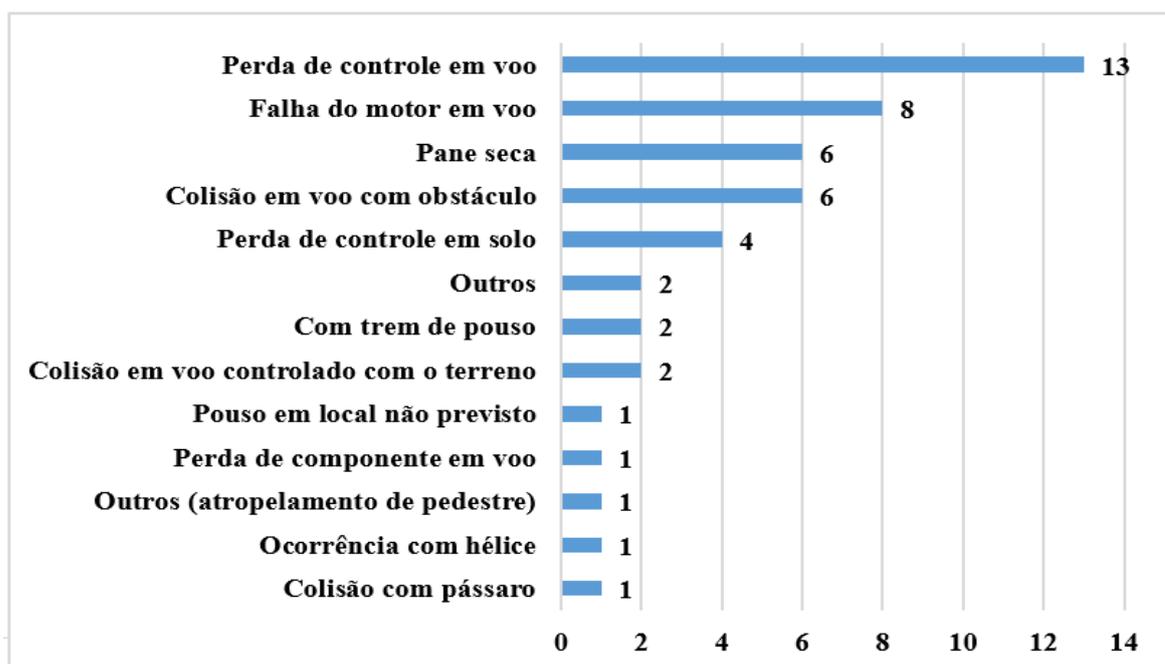
9.1 - QUANTIDADE DE RELATÓRIOS ANALISADOS

Foram analisados 93 relatórios finais de acidentes emitidos no período de examinado. Todavia, após uma análise mais aprofundada desses relatórios, observou-se que alguns deles não descrevia os fatores contribuintes para o acidente, o que dificultava sua categorização no HFACS. Após esta análise, foram desconsiderados 45 relatórios, restando apenas 48 para a análise objeto desta pesquisa. Dentre estes 45 relatórios desconsiderados não havia nenhum acidente ocorrido no estado da Paraíba.

9.2 –TIPO DE ACIDENTE

Os acidentes aéreos analisados foram classificados segundo o tipo de ocorrência, como mostra o Gráfico 2. Identifica-se que a *perda de controle em voo* com 13 aparições, representa 27,08% dos acidentes, seguida pela *falha de motor em voo* com 8 aparições, representando 16,66% e empatadas na terceira posição estão *pane seca e colisão em voo com obstáculo* ambas com 6 aparições, representando 12,5% cada. Estas quatro ocorrências representam 68,74% do total.

Gráfico 2 – Classificação de ocorrências dos relatórios finais Cenipa (N=48)



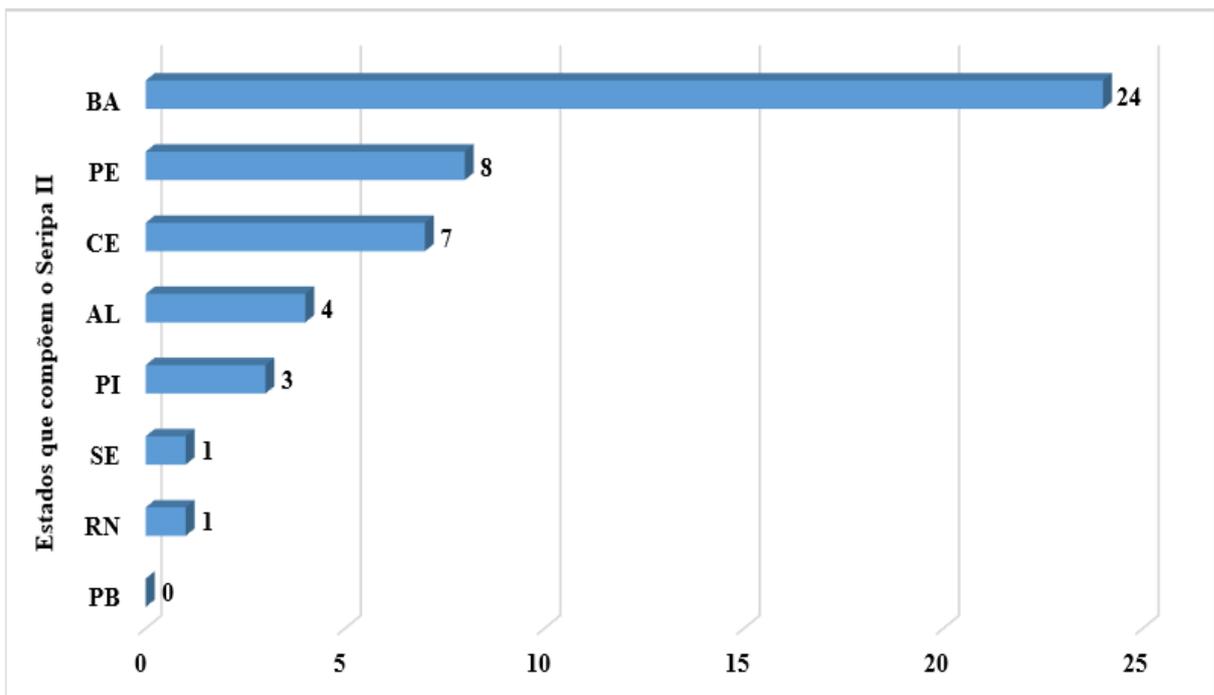
Fonte: Próprio autor (2018)

9.3 – ACIDENTES POR UNIDADE DA FEDERAÇÃO

Levando em consideração os 48 relatórios pode-se perceber a representatividade do quantitativo geral de pessoas envolvidas nos acidentes pesquisados bem como o nível de gravidade a que cada uma delas foi envolvida.

Realizando um comparativo entre todos os estados que compõem o Seripa II, o estado da Bahia teve a maior quantidade de acidentes no período pesquisado. Foram 24 acidentes, compreendendo 50% do total, em segundo lugar aparece Pernambuco com 8 acidentes, representando 16,66% e em terceiro lugar o Ceará com 7 acidentes (14,58%) (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Número de acidente por estado (N=48)



Fonte: Próprio autor (2018)

9.4 - QUANTIDADE DE VÍTIMAS

Nos relatórios examinado, foram registradas 186 pessoas vítimas dos acidentes aéreos. A Tabela 10 apresenta a quantidade de vítimas dos acidentes aéreos ocorridos no período em análise. O estado baiano foi quem apresentou a maior quantidade de vítimas, 89 vítimas (47,85%), em segundo lugar, o estado de Pernambuco com 47 (25,26%), seguido do estado do Ceará com 23 (12,36%) e em quarto lugar com 13 (6,99%) o estado de Alagoas.

Todavia, levando-se em consideração somente vítimas fatais em relação ao número total de vítimas, por estado, o Piauí lidera com 07 vítimas fatais (70%), Sergipe aparece em segundo com 01 fatalidade (50%), enquanto a Bahia fica em terceiro lugar com 38 (42,69%), seguida por Pernambuco com 19 (40,42%) e Alagoas com 05 vítimas fatais (38,46%). Paraíba e Rio Grande do Norte não apresentaram vítimas fatais no período.

Verificando os resultados de vítimas que saíram ilesas em relação ao número total de vítimas, o Ceará aparece como destaque, sendo o estado com o maior índice de pessoas que nada sofreram nos acidentes, com 11 (47,82%) do total. Em contrapartida, com relação às vítimas graves, o Ceará aparece com 07 (30,43%) das vítimas, enquanto os demais estados ficaram com resultados menos expressivos neste quesito.

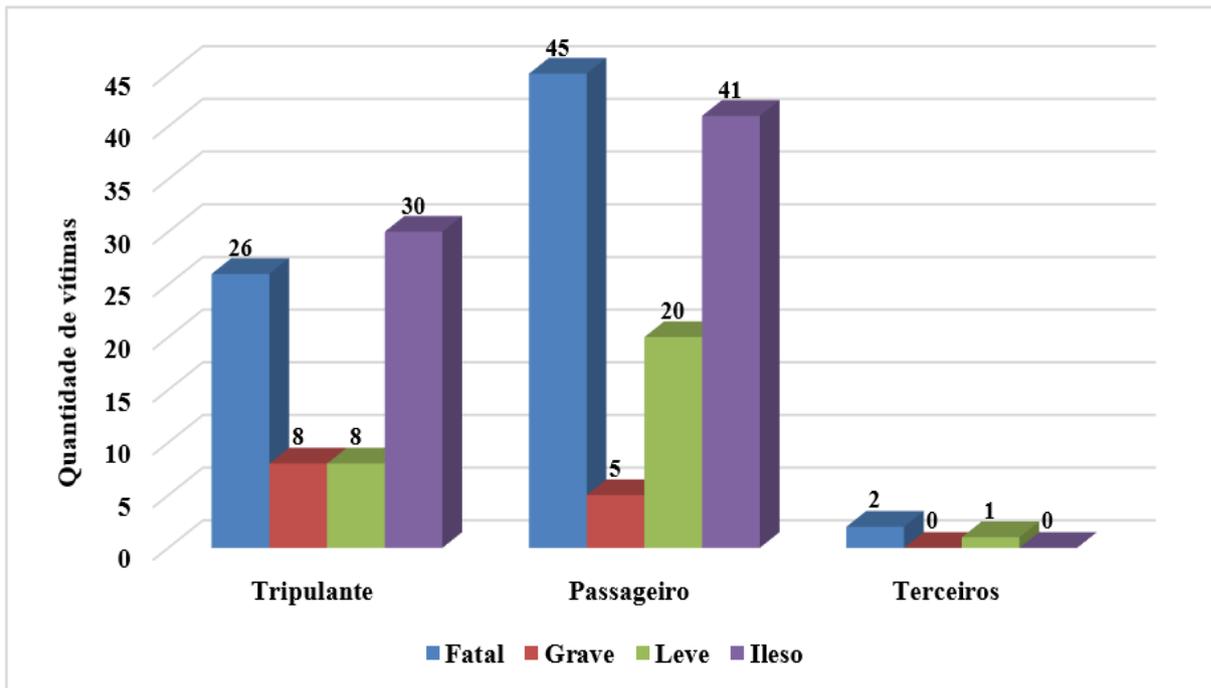
Tabela 10 – Classificação/quantitativo de vítimas por estado – (N=186)

ESTADO	Nº FATAIS (%)	Nº GRAVE (%)	Nº LEVE (%)	Nº ILESO (%)
Alagoas	05 (38,46)	0 (0,00)	02 (15,38)	06 (46,15)
Bahia	38 (42,69)	05 (5,61)	12 (13,48)	34 (38,20)
Ceará	03 (13,04)	07 (30,43)	02 (8,69)	11 (47,82)
Paraíba	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)
Pernambuco	19 (40,42)	01 (2,12)	09 (19,14)	18 (38,29)
Piauí	07 (70,00)	0 (0,00)	01 (10,00)	02 (20,00)
Rio Grande do Norte	0 (0,00)	0 (0,00)	02 (100,00)	0 (0,00)
Sergipe	01 (50,00)	0 (0,00)	01 (50,00)	0 (0,00)

Fonte: Próprio autor (2018)

O gráfico 4 apresenta o quantitativo das vítimas separando-os por tripulantes, passageiros e terceiros (pessoas que estavam fora da aeronave no momento do acidente). Observa-se que as 186 vítimas envolvidas nos acidentes aéreos, no período pesquisado, estão distribuídas da seguinte maneira: os passageiros, com 111 pessoas envolvidas nos acidentes, representam mais da metade do quantitativo total com 59,67%. Os tripulantes vêm em segundo lugar, com 72 ocupantes do avião, representando 38,70%, seguido das vítimas externas, com 3 envolvidos representando 1,61%.

Gráfico 4 – Distribuição do tipo de vítimas por tipo de gravidade



Fonte: Próprio autor (2018)

No geral, todos os ocupantes da aeronave são vítimas fatais em potencial. Todavia, os acidentes aéreos podem causar tragédias também com pessoas que não estavam dentro do avião. No entanto, os resultados apresentados mostram que a minoria dos envolvidos em acidentes aéreos estavam fora da aeronave.

9.5 – ANÁLISE DOS DADOS UTILIZANDO HFACS

A Tabela 11 a seguir, apresenta os resultados obtidos utilizando o HFACS nos 48 relatórios investigados pelo Cenipa em cada unidade do Seripa II e divididos em seus grupos que são: Influências organizacionais, Supervisão insegura, Pré-condições para erros ativos e Erros ativos. Houve o detalhamento de cada grupo em subdivisões para uma melhor identificação das diferenças.

Tabela 11 – Classificação geral dos fatores por estado utilizando HFACS

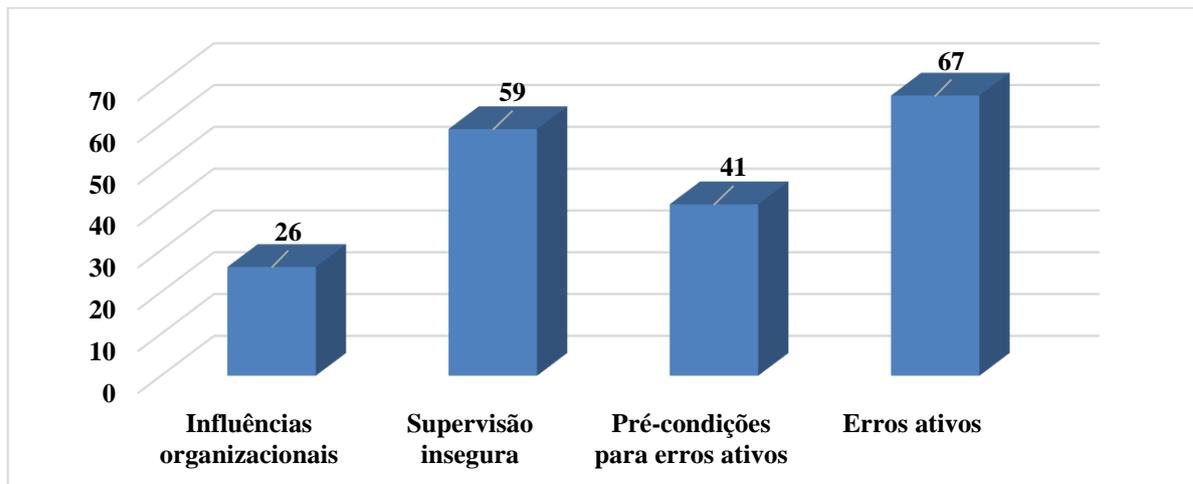
CLASSIFICAÇÃO HFACS	ESTADOS DA FEDERAÇÃO DO BRASIL								Total
	AL	BA	CE	PB	PE	PI	RN	SE	
Influências Organizacionais									
Gestão de recursos	1	0	1	0	0	0	1	0	3
Clima organizacional	0	2	0	0	1	0	0	0	3
Processo organizacional	1	12	2	0	3	1	1	0	20
Supervisão Insegura									
Supervisão inadequada	3	5	4	0	4	1	1	0	18
Planejamento inadequado das operações	1	21	2	0	4	2	0	1	31
Falha em corrigir um problema	1	0	2	0	1	0	0	0	4
Violações de supervisão	1	4	0	0	0	1	0	0	6
Pré-condições para Erros Ativos									
Fatores ambientais (Ambiente físico)	1	9	1	0	0	1	0	0	12
Fatores ambientais (Ambiente tecnológico)	1	1	1	0	2	1	0	0	6
Condições do operador (Estados mentais adversos)	1	3	1	0	1	0	0	0	6
Fatores pessoais (Gerenciamento de recursos de tripulação)	1	9	2	0	3	0	0	1	16
Fatores pessoais (Preparação pessoal)	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Erros Ativos									
Erros de decisão	1	10	4	0	3	2	0	1	21
Erros baseados em habilidades	2	9	4	0	3	1	0	0	19
Erros de percepção	0	6	0	0	3	0	0	0	9
Violações (Rotina)	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Violações (Excepcional)	1	9	1	0	5	1	0	0	17
Total por estado	16	101	25	0	33	11	4	3	
TOTAL GERAL									193

Fonte: Próprio autor (2018)

O total de fatores que contribuíram para que os acidentes ocorressem presentes nos relatórios do Cenipa foram classificados para o HFACS. Foi observado, na análise realizada nos relatórios, que os erros ativos se apresentaram como a categoria mais frequente nos relatórios analisados no período estudado, estando presente em 67 casos (34,71%), supervisão insegura apareceu logo em seguida com 59 (30,56%), enquanto as pré-condições para erros ativos foram identificados em 41 ocorrências (21,24%), finalizando com as influências organizacionais surgindo com 26 dos eventos indesejados (13,47%) (Gráfico 5).

O quantitativo encontrado de fatores quando classificados para o método HFACS e conseqüentemente a separação em grupos proporcionou uma análise individual, mostrando de forma detalhada o que cada fator representa dentro do grupo como um todo.

Gráfico 5 – Classificação geral dos fatores utilizando HFACS (n=193)



Fonte: Próprio autor (2018)

Separando os grupos e verificando de forma mais criteriosa cada um deles no que diz respeito às subdivisões das categorias, foi possível dar mais destaque aos fatores de maior relevância que de alguma forma influenciaram para que o acidente ocorresse.

Nas influências organizacionais, a subdivisão que mais teve destaque foi a dos processos organizacionais que aparecem com 20 (76,92%) ocorrências - caracterizando possíveis falhas em processos operacionais, procedimentos ou de supervisão, enquanto gestão de recursos e clima organizacional tiveram 3 ocorrências cada representando 11,53% (Tabela 12).

Tabela 12 – Subdivisão das influências organizacionais

Influências Organizacionais		
- Gestão de recursos	3	11,53%
- Clima organizacional	3	11,53%
- Processo organizacional	20	76,92%
Total geral = 26		

Fonte Próprio Autor (2018)

No item da supervisão insegura, observou-se que a subdivisão de planejamento inadequado das operações apareceu com 31 (52,54%) ocorrências, seguido de supervisão inadequada com 18 (30,50%) (Tabela 13). O maior valor surgido para planejamento inadequado das operações caracteriza, provavelmente, que a gestão de trabalho e gestão de riscos apresentam falhas em sua execução.

Tabela 13 – Subdivisão da supervisão insegura

Supervisão Insegura		
- Supervisão inadequada	18	30,50%
- Planejamento inadequado das operações	31	52,54%
- Falha em corrigir um problema	4	6,77%
- Violações de supervisão	6	10,16%
Total geral = 59		

Fonte: Próprio Autor (2018)

Fatores pessoais (gerenciamento de recursos de tripulação) e fatores ambientais (ambiente físico), foram as duas maiores representações do grupo de pré-condições para erros ativos com 16 ocorrências (39,02%) e 12 ocorrências (29,26%) respectivamente.

Os valores apresentados sugerem que a falta de conhecimento de alguns recursos por parte da tripulação, assim como o ambiente em que os mesmos laboram têm forte influência nas ocorrências de acidentes (Tabela 14).

Tabela 14 – Subdivisão das pré-condições para erros ativos

Pré-condições para Erros Ativos		
- Fatores ambientais (Ambiente físico)	12	29,26%
- Fatores ambientais (Ambiente tecnológico)	6	14,63%
- Condições do operador (Estados mentais adversos)	6	14,63%
- Fatores pessoais (Gerenciamento de recursos de tripulação)	16	39,02%
- Fatores pessoais (Preparação pessoal)	1	2,43%
Total geral = 41		

Fonte: Próprio autor (2018)

Com relação aos erros ativos, os erros de decisão aparecendo com 21 (31,34%) ocorrências, os erros baseados em habilidades com 19 aparições abrangendo 28,35% do total, seguidos das violações (excepcional) com 17 observações representando 25,37%, foram as maiores representatividades dentro do grupo em questão (Tabela 15). No que diz respeito aos erros de decisão o valor apresentado provavelmente está relacionado à procedimentos mal executados como também má interpretação de informações necessárias a uma boa operação. Não está necessariamente relacionado em sua totalidade apenas aos pilotos, mas em todas as esferas necessárias para uma operação de voo segura.

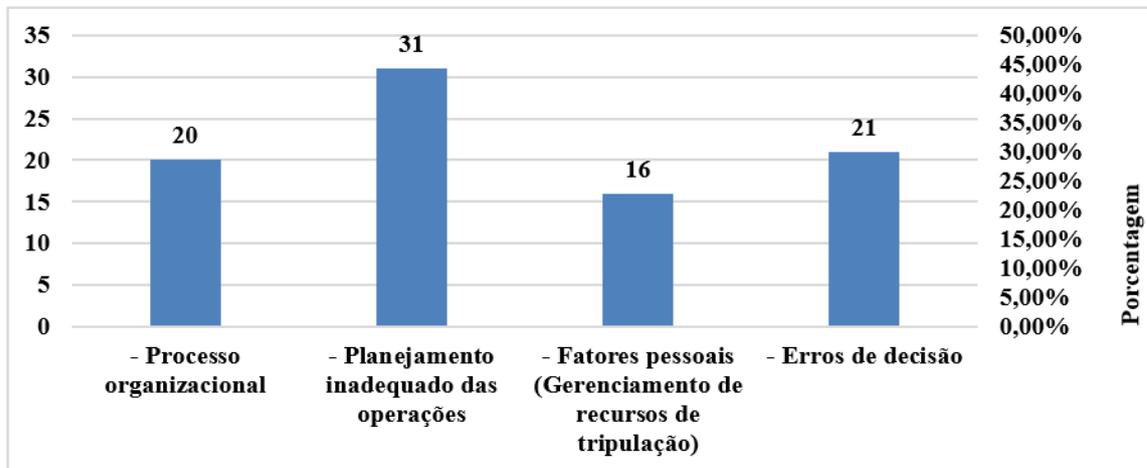
Tabela 15 – Subdivisão dos erros ativos

Erros Ativos		
- Erros de decisão	21	31,34%
- Erros baseados em habilidades	19	28,35%
- Erros de percepção	9	13,43%
- Violações (Rotina)	1	1,49%
- Violações (Excepcional)	17	25,37%
Total geral = 67		

Fonte: Próprio autor (2018)

Levando em consideração apenas os maiores valores encontrados em cada subdivisão do HFACS, verifica-se que o Processo organizacional, o Planejamento inadequado das operações, os Fatores pessoais (gerenciamento de recursos de tripulação) e os Erros de decisão representam quase a metade de todos os fatores humanos responsáveis pelos acidentes aéreos pesquisados e classificados no HFACS entre 2006 e 2016, com 88 ocorrências (45,60%) (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Subdivisão mais críticas de cada grupo HFACS (n=88)



Fonte: Próprio autor (2018)

9.6 – COMPARAÇÃO COM OUTROS PAÍSES

Com as informações levantadas após as análises feitas nos relatórios de acidentes do Cenipa (Seripa II), utilizando o modelo HFACS, foi possível realizar um comparativo com outros países, que já realizaram pesquisas semelhantes.

Esta comparação visa levantar e confrontar os principais fatores humanos que causaram os acidentes.

Apesar do modelo HFACS considerar separadamente as influências organizacionais, supervisão insegura, pré-condições para erros ativos e erros ativos, as mesmas não devem ser analisadas de forma isolada, ainda que estejam estatisticamente separadas, pois todas fazem parte da mesma cadeia de eventos (WIEGMANN *et. al*, 2005).

A Tabela 16, mostra inicialmente um comparativo entre os dois resultados obtidos em uma avaliação na aviação australiana com os resultados levantados nos relatórios do Cenipa (Seripa II). Pode-se perceber a diferença entre os quantitativos geral dos fatores humanos contribuintes para a ocorrência do evento indesejado nas duas avaliações utilizando o HFACS. Todavia, é notado que a consistência de algumas situações expressa semelhanças com relação aos fatores que mais contribuíram para o ocorrido.

Os erros ativos, por exemplo, nos dois estudos revelam um quantitativo bastante representativo no total de acidentes. Na análise australiana realizada por Shappell e Wiegmann (2004), eles aparecem com um valor de 129 (52,01%) do total de fatores humanos contribuintes, enquanto nos estudos realizados nos relatórios do Seripa II, mostram 67 (34,71%) erros ativos. Pode-se concluir que grande parte dos acidentes/incidentes ocorridos nestes estudos na aviação, foram causados por erros de decisão, erros baseados em habilidades, erros de percepção, violações de rotina ou excepcional (Tabela 16).

Outro item que revelou uma quantidade considerável de fatores humanos contribuintes foram as pré-condições para erros ativos. O quantitativo dos dados da aviação australiana Shappell e Wiegmann (2004) apresentado na Tabela 16, foi de 95 (38,30%), enquanto que os dados apresentados nos relatórios brasileiros foram de 41 ocorrências (21,24%).

Tabela 16 – Comparativo com análise australiana

CLASSIFICAÇÃO		
HFACS	Análise australiana - Shappell & Wiegmann (2004)	Seripa II
Influências Organizacionais		
- Gestão de recursos	4	3
- Clima organizacional	Não observado	3
- Processo organizacional	4	20
Supervisão Insegura		
- Supervisão inadequada	7	18
- Planejamento inadequado das operações	2	31
- Falha em corrigir um problema	3	4
- Violações de supervisão	4	6
Pré-condições para Erros Ativos		
- Fatores ambientais (Ambiente físico)	22	12
- Fatores ambientais (Ambiente tecnológico)	2	6
- Condições do operador (Estados mentais adversos)	33	6
- Condições do operador (Estados fisiológicos adversos)	2	Não observado
- Limitações físicas/mentais	19	Não observado
- Fatores pessoais (Gerenciamento de recursos de tripulação)	5	16
- Fatores pessoais (Preparação pessoal)	12	1
Erros Ativos		
- Erros de decisão	36	21
- Erros baseados em habilidades	61	19
- Erros de percepção	16	9
- Violações (Rotina)	16	1
- Violações (Excepcional)	16	17
Total Geral	248	193

Fonte: Próprio autor (2018)

Fazendo um comparativo dos valores encontrados nos relatórios do Seripa II com acidentes aéreos ocorridos entre 2000 e 2004 em países da África, como Quênia, Nigéria e África do Sul, percebe-se que os dados levantados por Munene (2016) apontam também para os erros ativos como os principais motivos para a ocorrência dos eventos catastróficos, assim como ocorreu no nordeste brasileiro – circunscrição do Seripa II.

Em sua análise, Munene (2016) confirma que os erros ativos como, erros de decisão, erros baseados em habilidades, erros de percepção e as violações, contribuíram com a maior parte para a ocorrência do total de acidentes com um valor de 58 (54,20%) erros, logo após aparecem as pré-condições para erros ativos com 34 ocorrências (31,77%), seguida das influências organizacionais, revelando um valor de 8 ocorrências (7,47%), aproximadamente o mesmo valor da supervisão insegura com 7 ocorrências (6,54%) (Tabela 17). Comparando os dados

africanos de Munene (2016) com os dados do Seripa II, conclui-se que os erros ativos figuram a principal causa dos acidentes aéreos nos dois estudos, com 54,20% e 34,71% respectivamente.

Assim como na pesquisa africana, os erros ativos também apresentaram os maiores valores nos resultados do Seripa II, sendo os maiores causadores das ocorrências com um percentual de 34,71%, os quais provavelmente estão ligados às operações de todos os envolvidos nos processos de segurança de voo. Todavia, para esta análise a supervisão insegura ficou na segunda colocação com uma representatividade de 30,56%.

Tabela 17 – Comparativo com análise africana

CLASSIFICAÇÃO		
HFACS	Análise africana	Seripa II
Influências Organizacionais		
- Gestão de recursos	2	3
- Clima organizacional	1	3
- Processo organizacional	5	20
Supervisão Insegura		
- Supervisão inadequada	2	18
- Planejamento inadequado das operações	4	31
- Falha em corrigir um problema	1	4
- Violações de supervisão	Não observado	6
Pré-condições para Erros Ativos		
- Fatores ambientais (Ambiente físico)	20	12
- Fatores ambientais (Ambiente tecnológico)	4	6
- Condições do operador (Estados mentais adversos)	2	6
- Condições do operador (Estados fisiológicos adversos)	1	Não observado
- Limitações físicas/mentais	Não observado	Não observado
- Fatores pessoais (Gerenciamento de recursos de tripulação)	6	16
- Fatores pessoais (Preparação pessoal)	1	1
Erros Ativos		
- Erros de decisão	10	21
- Erros baseados em habilidades	31	19
- Erros de percepção	6	9
- Violações	11	18
Total Geral	107	193

Fonte: Próprio autor (2018)

Os resultados apresentados no nordeste do Brasil com os apresentados nos estudos em território africano e na Austrália, serviram como comparativo e análise das influências dos fatores humanos nos acidentes aéreos quando aplicado o HFACS.

Nas três análises os erros ativos apareceram como os fatores principais para as ocorrências de acidentes o que provavelmente estão ligados às diversas etapas que envolvem as diferentes fases de um voo.

10 – LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Este estudo aplicou nos relatórios de acidentes aéreos ocorridos no Brasil e investigados pelo Cenipa um método HFACS que investiga possíveis fatores humanos que podem contribuir para a ocorrência de acidentes e criado inicialmente para ser utilizado na aviação americana.

Como o método HFACS foi aplicado nos relatórios elaborados pelo Cenipa, os resultados são influenciados pelo perfil dos investigadores e pelo método utilizado por eles. O que o método HFACS fez foi extrair dos relatórios já existentes dados referentes aos fatores humanos.

Uma proposta para futuros estudos seria a investigação dos acidentes aéreos utilizando um método que possibilitasse a classificação da contribuição dos fatores humanos, como o HFACS. Outra proposta de estudos futuros é investigar a influência dos investigadores do Cenipa nos resultados da investigação dos acidentes.

11 – CONCLUSÃO

Os erros humanos irão sempre acontecer. Mesmo o avião sendo considerado um dos meios de transporte mais seguros até hoje, os acidentes aéreos causam forte repercussão nos meios de comunicação do mundo inteiro. Para chegar a uma redução nas taxas dos acidentes, é preciso dedicação coletiva por todos os envolvidos nas operações aéreas, desde o planejamento do voo ainda em solo, passando pelo corpo gerencial e chegando até aos pilotos e tripulação.

Com os resultados revelados nas análises dos relatórios utilizando a categorização do HFACS para os fatores humanos que causaram os acidentes, foi possível verificar que os fatores contribuintes relacionados a erros ativos dos operadores apareceram mais nos relatórios analisados, presentes em 34,71% das ocorrências. Este resultado pode ser um indicativo que os investigadores do Seripa II, podem estar focando nos erros ativos, próximo ao acidente, deixando de lado os fatores organizacionais, que influenciam nos erros humanos.

Fazendo um comparativo com outros países com o intuito de aferir as informações levantadas, ficou evidente que os erros de decisão, os erros baseados em habilidades, os erros de percepção e as violações também foram os maiores responsáveis pelos acidentes aéreos nos países pesquisados.

O Cenipa, órgão responsável pelas investigações de acidentes aeronáuticos no território brasileiro através de suas representações regionais – Seripas, concentra relatórios suficientes e necessários para a realização de estudos em todas as regiões do país.

A utilização da metodologia do HFACS nestes relatórios para a elaboração desta dissertação, proporcionou a identificação do papel dos fatores humanos presentes nos acidentes aéreos, facilitando sua análise e compreensão, além de proporcionar o reconhecimento das falhas sistêmicas nas organizações que não são apontadas nos relatórios do Cenipa.

Ainda assim foi possível observar que mesmo o HFACS sendo uma ferramenta de análise de fatores contribuintes no caso de acidentes, o mesmo não deve ser utilizado de forma isolada numa investigação, mas sim como complemento a outras formas de avaliação, buscando sempre a melhoria constante nas técnicas de prevenção de acidentes.

O trabalho de pesquisa e análise de relatórios do Cenipa utilizando o modelo HFACS para analisar o papel dos fatores humanos nos acidentes aéreos objeto desta dissertação, apresenta-se como pioneiro na circunscrição do Seripa II.

REFERÊNCIAS

ADAMS, D. A Layman's Introduction to Human Factors in Aircraft Accident and Incident Investigation. **Australian Transport Safety Bureau**, Canberra City, Australian Capital, pg 33, jun 2006.

Assessoria de Comunicação Social da ANAC. 117,8 milhões de passageiros foram transportados no setor aéreo. **Agência Nacional de Aviação Civil- Anac**. Brasília – DF, 07 de outubro de 2016. Disponível em < <http://www.anac.gov.br/noticias/2016/117-8-milhoes-de-passageiros-foram-transportados-no-setor-aereo> >. Acesso em 20 de janeiro de 2018.

Aumenta o número de brasileiros dispostos a viajar este ano. **Ministério do Turismo**. Brasília – DF, 09 de mar de 2017. Seção Últimas Notícias. Disponível em <https://aviation-safety.net/statistics/geographical/worst_geo_loc.php>. Acesso em 26 de novembro de 2017.

BRASIL. Ministério da Aeronáutica. Departamento de Aviação Civil. Glossário de Termos Técnicos de Aviação Civil: MMA 58-1. [Rio de Janeiro], outubro. 1989.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. CONCEITUAÇÃO DE VOCÁBULOS, EXPRESSÕES E SIGLAS DE USO NO SIPAER: NSCA 3-1. Rio de Janeiro, 2008.

CAPELLUTO, M. Leonardo da Vinci 6 – Invenções e Desenhos. Saber Cultural.org. janeiro de 2012. Disponível em <<http://www.sabercultural.com/template/especiais/Leonardo-da-Vinci-Invencoes.html>> acesso em 25 de outubro de 2017.

CENIPA. Força Aérea Brasileira. São Paulo. Disponível em <<http://www2.fab.mil.br/cenipa/>> Acesso em 16 de julho de 2017.

CORREA, C. R. P; CARDOSO JUNIOR, M.M. Análise e classificação dos fatores humanos nos acidentes industriais. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 186-198, janeiro/abril 2007.

CROUCH, T.D. **Asas, uma história da Aviação**: das pipas à era espacial. São Paulo: Editora Record, 2008.

EDGAR JÚNIOR. Icao afirma que 3,5 bilhões de pessoas viajaram de avião em 2015. **ONU News**. Nova York. Disponível em <<https://news.un.org/pt/story/2015/12/1536121-icao-afirma-que-35-bilhoes-de-pessoas-viajaram-de-aviao-em-2015#.WmFfSginHIX>>. Acesso em 23 de setembro de 2017.

FAJER, M. Sistemas de investigação dos acidentes aeronáuticos da aviação geral – uma análise. 2009. p150. Dissertação de mestrado – Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, São Paulo, 2009.

FREIRE, C. **Tragédia: relembre oito acidentes aéreos que chocaram o BRASIL**. 2016, disponível em: <https://www.altoastral.com.br/acidentes-aereos-brasileiros/>. Acesso em 26 de outubro de 2017.

GALAN, J. Os piores acidentes de avião do Brasil. **El País**. Madri, 29 de nov de 2016. Seção Internacional. Disponível em <https://www.portalbrasil.net/aviacao_historia.htm>. Acesso em 23 de setembro de 2017.

GRANT, R.G. Flight. The Complete History. New York: DK Publishing; 2002.

HELMREICH, R.L.; et al. Culture, error and crew resource management. **Department of Psychology**, The University of Texas at Austin, p.21, 2001.

HELMREICH, R.L.; FOUSHEE, H.C. Why Crew Resource Management? Empirical and theoretical bases of human factors training in aviation. **Cockpit Resource Management**, pp. 3-45, San Diego, CA: Academic Press, 1993.

História da Aviação Civil. **Portal Brasil.net**. Brasília - DF. Disponível em <https://www.portalbrasil.net/aviacao_historia.htm>. Acesso em 24 de julho de 2017.

Human performance measurement technology. **Aeronautical technology directorate**. Seção [Research & Development](http://www.aero.jaxa.jp/eng/research/basic/flight/human/). Disponível em <<http://www.aero.jaxa.jp/eng/research/basic/flight/human/>>. Acesso em 20 de janeiro de 2018.

JOHNSON, W.B.; MADDOX, M. E. A PEAR Shaped Model For Better Human Factors. **Cat Magazine**, p. 20-21, março 2007.

LENNÉ, M. G.; ASHBY, K.; FITZHARRIS, M. Analysis of General Aviation Crashes in Australia Using the Human Factors Analysis and Classification System. **The International Journal of Aviation Psychology**, v 18, pg. 340–352, 2008.

LINDBERG, A. K.; HANSSON, S. O.; ROLLENHAGEN, C. Learning from accidents – What more do we need to know?. **Safety Science**, v. 48, pg. 714–721, 2010.

LUNDBERG, J.; ROLLENHAGEN, C.; HOLLNAGEL, E. What-You-Look-For-Is-What-You-Find – The consequences of underlying accident models in eight accident investigation manuals. **Safety Science**, 47, 1297-1311, 2009.

MALAGUTTI, A. O. Evolução da aviação civil no Brasil. **Consultoria Legislativa**. Câmara dos Deputados, p. 1927-1940, agosto 2001.

MARTINS, D. A.; et al. O conceito de Fatores Humanos na aviação. Diretoria Geral de Recursos Humanos, Faculdade de Ciências Médicas – UNICAMP, pg. 203-2018.

MARTINS, R.A.B. Classificação e análise de fatores humanos nos acidentes e incidentes na força aérea. 2016. p20. Dissertação de mestrado – Academia da Força Aérea, Sintra, 2016.

MEYER, P. B. The airplane as an open-source invention. Presses de Sciences po, Revue économique, v. 64, pg. 115-132, 2013.

MIRANDA, M. B. Aspectos históricos da aviação civil brasileira. **Revista Virtual Direito Brasil**, v. 8, n. 2, 2014.

MUCHINSKY, P.M. **Psychology applied to work**. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Publishing Co, 5. ed.,1997.

MUNENE, I. An Application of the HFACS Method to Aviation Accidents in Africa. **Hogrefe Publishing**, v. 6, pg. 33–38, 2016.

REASON, J. **Human Error**. New York: Cambridge University Press; 1990.

- REASON, J. Human error: models and management. **BMJ**, v.320, p.18, março 2000.
- REINHART, R.O. **Basic flight physiology**. New York: McGraw-Hill, 2. Ed,1996.
- RILEY, et al. Human Factors. **Office of Aviation Medicine**, U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Oklahoma City, 2008.
- SALMON, P. M.; et al. **Human Factors Methods and Accidente Analysis**. Burlington: Ashgate Publishing Company, 2011.
- SARAIVA, L.G. Sistema de Análise de Erros Humanos na Prevenção De Acidentes Aeronáuticos. In. Simpósio de Segurança de Voo, 4, 2011, Taubaté, **Anais....2011**.
- SARAIVA, L.G; OLIVEIRA, E.A. A.Q.; TADEUCCI, M.S.R. Análise dos fatores humanos na prevenção de acidentes aeronáuticos. In: International Congress on University-Industry Cooperation, 4, 2012, Taubaté – SP, **Anais...Taubaté**, 2012.
- SHAPPELL S. A.; WIEGMANN, D. A. The Human Factors Analysis and Classification System–HFACS. Office of Aviation Medicine, **U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration**, p. 19, fevereiro 2000.
- SHAPPELL, S. A; WIEGMANN, D. A. The Human Factors Analysis and Classification Systems – HFACS (2000), **Office of Aviation Medicine**, U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Washington, DC, Government Printing Office, 2000.
- SILVA, O. V; SANTOS, R. C. Trajetória histórica da aviação mundial. **Revista científica eletrônica de turismo**, Ano VI, n. 11, Junho de 2009.
- SKLET, S. Comparison of some selected methods for accident investigation. **Journal of Hazardous Materials**, v.111, p 29-37, 2004.
- SKLET, S. Comparison of some selected methods for accident investigation. **Journal of Hazardous Materials**, pg. 29–37, 2004.
- SMART. K. Credible investigation of air accidents. **Journal of Hazardous Materials**, v. 111 p.111–114, 2004.
- SOARES, F. **Os 10 maiores desastres aéreos da história**. 2014, disponível em: <https://36milpes.wordpress.com/2014/08/13/os-10-maiores-desastres-aereos-da-historia/>. Acesso em 26 de outubro de 2017.
- THADEN, T.; WIEGMANN, D.; SHAPPELL, S. Organizational Factors in Commercial Aviation Accidents. **The International Journal of Aviation Psychology**. P.239–261, 2006.
- VALDES, R. M. A.; COMENDADOR, F.G. Learning from accidents: Updates of the European regulation on the investigation and prevention of accidents and incidents in civil aviation. **Transport Policy**, v. 18, pg. 786–799, 2011.
- WIEGMANN, D. A.; SHAPPELL, S. A. Human error analysis of commercial aviation accidents: application of the Human Factors Analysis and Classification Systems (HFACS). **Aviation, Space, and Environmental Medicine (ASEM)**. v.72, nº 11, 2001.

WIEGMANN, D. et al. Human error and general aviation accidents: A comprehensive, fine-grained analysis using HFACS. **Federal Aviation Administration, Office of Aerospace Medicine**. Washington, DC, 2005.

Worst geographical regions. **Aviation Safety.net**. seção Estatistic. Disponível em <https://aviation-safety.net/statistics/geographical/worst_geo_loc.php>. Acesso em 25 de outubro de 2017.

UFBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL - PEI

Rua Aristides Novis, 02, 6º andar, Federação, Salvador BA

CEP: 40.210-630

Telefone: (71) 3283-9800

E-mail: pei@ufba.br

Home page: <http://www.pei.ufba.br>

