

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**CENTRO DE FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM TRANSPORTES**

**FATORES HUMANOS COMO CAUSAS CONTRIBUINTES PARA ACIDENTES E  
INCIDENTES AERONÁUTICOS NA AVIAÇÃO GERAL**

**STEFAN SANTI**

**ORIENTADOR: ADYR DA SILVA**

**MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DA AVIAÇÃO CIVIL**

**PUBLICAÇÃO: E-TA-004A/2009**

**BRASÍLIA/DF: OUTUBRO/2009**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**CENTRO DE FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM TRANSPORTES**

**FATORES HUMANOS COMO CAUSAS CONTRIBUINTES PARA ACIDENTES E  
INCIDENTES AERONÁUTICOS NA AVIAÇÃO GERAL**

**STEFAN SANTI**

**MONOGRAFIA DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO SUBMETIDA AO CENTRO DE  
FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM TRANSPORTES DA  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ESPECIALISTA EM GESTÃO  
DA AVIAÇÃO CIVIL.**

**APROVADA POR:**

---

**ADYR DA SILVA, PhD (UnB)**  
**(Orientador)**

---

**JOSÉ MATSUO SHIMOISHI, PhD (UnB)**  
**(Examinador)**

---

**JOAQUIM JOSÉ GUILHERME DE ARAGÃO, PhD (UnB)**  
**(Examinador)**

**BRASÍLIA/DF, 02 DE OUTUBRO DE 2009**

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

SANTI, STEFAN	
Fatores Humanos Como Causas Contribuintes Para Acidentes e Incidentes Aeronáuticos na Aviação Geral	
xvi, 69p., 210x297mm (CEFTRU/UnB, Especialista, Gestão da Aviação Civil, 2009).	
Monografia de Especialização – Universidade de Brasília, Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes, 2009	
1. Fatores Humanos	2. Aviação Geral
I. CEFTRU/UnB	II. Título (série)

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

SANTI, S. (2009). Fatores Humanos Como Causas Contribuintes Para Acidentes e Incidentes Aeronáuticos na Aviação Geral, Monografia de Especialização, Publicação E-TA—004A/2009, Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 85p.

## **CESSÃO DE DIREITOS**

NOME DOS AUTORES: Stefan Santi

TÍTULO DA MONOGRAFIA: Fatores Humanos Como Causas Contribuintes Para Acidentes e Incidentes Aeronáuticos na Aviação Geral

GRAU / ANO: Especialista / 2009.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de especialização e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de especialização pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Stefan Santi

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho é resultado de um conjunto de influências, geradas por pessoas e acontecimentos. A estas pessoas meus sinceros agradecimentos.

À Superintendência de Estudos, Pesquisas e Capacitação (SEP) bem como seus colaboradores, que possibilitaram a realização do Curso (através do projeto da ANAC em parceria com a ICAO) e o acompanharam visando o seu constante aperfeiçoamento. Também a todos que acreditaram em meu potencial e depositam em mim um voto de confiança.

Aos meus colegas da Unidade Regional de Belém, por entenderem minhas ausências e pelo apoio prestando.

A todos os professores e colaboradores do CEFTRU, por compartilharem sua experiência de forma tão altruísta e dedicada. Ao meu orientador, Prof. Adyr da Silva, sempre disposto e motivador. À Silvia, incansável guerreira e amiga, lutando sempre pelo melhor para alunos e professores, mesmo quando necessário afastar-se de seus entes e compromissos particulares. Em especial, agradeço à minha noiva, Fernanda, a qual sempre esteve ao meu lado, apoiando nos momentos difíceis, sugerindo novas possibilidades, criticando quando necessário. Obrigado Fernanda, sem você eu não teria conseguido transpor tantas dificuldades que surgiram ao longo da pesquisa.

E, claro, agradeço a meus pais, que sempre demonstraram incentivo e apoio incondicional, direcionando meu caminho nos momentos de dúvidas. A vocês eu devo todas minhas conquistas e objetivos realizados. Muito obrigado à meu pai, Edyo, e à minha mãe, Mariblanca.

## RESUMO

O presente trabalho é uma análise dos fatores humanos como causas contribuintes para acidentes e incidentes aeronáuticos na aviação geral. Objetivando realizar um levantamento desses fatores, além de estudá-los e identificá-los, a partir do ponto de vista técnico e na ótica da legislação aeronáutica atual, visando à adequação desta para o objetivo da segurança de voo. Esta abordagem é realizada a partir de um tratamento quantitativo, utilizando o método comparativo-dedutivo. Para tanto, foi utilizada documentação retirada do acervo da ANAC além de bibliografia acerca dos Fatores Humanos em acidentes e incidentes aéreos. Não se esquecendo das Leis e Regulamentos que oferecem a riqueza de detalhes necessária para se nortear o desenvolvimento da pesquisa. Ao analisar os resultados obtidos com a pesquisa, conclui-se que o desconhecimento e a não observância dos limites de segurança faz dos fatores humanos uma grande fonte de contribuição para a ocorrência de acidentes e incidentes aeronáuticos na aviação geral.

**Palavras-chave:** Fatores Humanos, Acidentes Aeronáuticos, Aviação Geral, Segurança de Voo.

## **ABSTRACT**

This paper is an analysis of human factors as contributing causes of accidents and incidents in General Aviation. Aiming to survey these factors, study and identify them from the technical point of view and perspective of current aviation legislation, aiming at adapting this for the sake of flight safety. This is made from a quantitative approach, using the comparative-deductible method. Thus, a collection of documents removed from ANAC and bibliography on Human Factors in aviation accidents and incidents were used. Not forgetting the Laws and Regulations that provide the wealth of details necessary to guide the development of the research. After analyze the results of the research, concluded that lack of knowledge and not respect the limits of human factors is the major source of contribution to accidents and incidents in the General Aviation.

**KEY-WORDS:** Human Factors, Aeronautical Accidents, General Aviation, Flight Safety.

## SUMÁRIO

<b>Capítulo</b>		<b>Página</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>PROBLEMA</b>	<b>5</b>
<b>1.3</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>	<b>6</b>
<b>1.4</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>8</b>
<b>1.4.1</b>	<b>Objetivo Geral</b>	<b>8</b>
<b>1.4.2</b>	<b>Objetivo Específico</b>	<b>8</b>
<b>1.5</b>	<b>HIPÓTESE</b>	<b>9</b>
<b>1.6</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>9</b>
<b>1.7</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>14</b>
<b>1.7.1</b>	<b>Documentação Primária</b>	<b>15</b>
<b>1.7.2</b>	<b>Documentação Secundária</b>	<b>15</b>
<b>1.7.3</b>	<b>Pesquisa Bibliográfica</b>	<b>15</b>
<b>1.7.4</b>	<b>Análise Documental</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES NO BRASIL</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>EVOLUÇÃO</b>	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES NO BRASIL</b>	<b>19</b>
<b>2.3</b>	<b>SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE SEGURANÇA OPERACIONAL</b>	<b>20</b>
<b>2.4</b>	<b>SEGURANÇA DE VÔO</b>	<b>23</b>
<b>3</b>	<b>FATORES FISIOLÓGICOS</b>	<b>29</b>

<b>3.1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES BÁSICAS</b>	<b>29</b>
<b>3.2</b>	<b>DESORIENTAÇÃO</b>	<b>29</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Desorientação Espacial – Tipo I</b>	<b>30</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Desorientação Espacial – Tipo II</b>	<b>30</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Desorientação Espacial – Tipo III</b>	<b>31</b>
<b>3.3</b>	<b>ILUSÕES VISUAIS</b>	<b>33</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Forma Constante ou Tamanho Constante</b>	<b>33</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Buraco Negro</b>	<b>35</b>
<b>3.3.3</b>	<b>Autocinese</b>	<b>36</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Falso Horizonte</b>	<b>36</b>
<b>3.3.5</b>	<b>Ilusões Vestibulares</b>	<b>37</b>
<b>3.4</b>	<b>ÁLCOOL, FUMO E MEDICAMENTOS</b>	<b>37</b>
<b>3.5</b>	<b>DESRESPEITO AOS LIMITES E PROIBIÇÕES</b>	<b>38</b>
<b>3.6</b>	<b>SONO E FADIGA</b>	<b>42</b>
<b>3.7</b>	<b>RITMO CIRCADIANO</b>	<b>47</b>
<b>3.8</b>	<b>HIPÓXIA</b>	<b>48</b>
<b>4</b>	<b>FATORES PSICOLÓGICOS</b>	<b>50</b>
<b>4.1</b>	<b>EVOLUÇÃO</b>	<b>50</b>
<b>4.2</b>	<b>SAÚDE MENTAL – DESEQUILÍBRIO MENTAL</b>	<b>51</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Formas Endógenas</b>	<b>51</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Formas Reacionais</b>	<b>51</b>
<b>4.3</b>	<b>ESTRESSE</b>	<b>52</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Postura Angustiada</b>	<b>53</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Postura Fóbica</b>	<b>53</b>
<b>4.3.3</b>	<b>Postura Depressiva</b>	<b>53</b>

<b>4.3.4</b>	<b>Postura Histórica</b>	<b>53</b>
<b>4.4</b>	<b>ANGÚSTIA</b>	<b>53</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>64</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>67</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
<b>Tabela 1.1</b>	<b>Estatísticas do tráfego aéreo comercial entre 1927 e 1930</b>	<b>3</b>
<b>Tabela 2.1</b>	<b>Segurança dos meios de transporte</b>	<b>24</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
<b>Figura 1.1</b>	<b>O hidroavião atlântico</b>	<b>2</b>
<b>Figura 1.2</b>	<b>Acidentes aeronáuticos na aviação civil brasileira</b>	<b>4</b>
<b>Figura 1.3</b>	<b>Percentual de acidentes na aviação civil (1999-2008)</b>	<b>5</b>
<b>Figura 1.4</b>	<b>Contribuição dos fatores humanos ao longo do tempo</b>	<b>6</b>
<b>Figura 1.5</b>	<b>O modelo SHELL, modificado por Hawkings</b>	<b>10</b>
<b>Figura 1.6</b>	<b>Representação do modelo Reason</b>	<b>11</b>
<b>Figura 1.7</b>	<b>Modelo Heinrich – Teoria dos Dominós</b>	<b>14</b>
<b>Figura 2.1</b>	<b>Fatores contribuintes na aviação geral</b>	<b>24</b>
<b>Figura 2.2</b>	<b>Fator humano combinado com outros fatores</b>	<b>26</b>
<b>Figura 2.3</b>	<b>Fatores contribuintes (Humano e Material)</b>	<b>27</b>
<b>Figura 2.4</b>	<b>Fatores contribuintes dos acidentes aéreos</b>	<b>27</b>
<b>Figura 3.1</b>	<b>Cadeira rotatória eletricamente controlada</b>	<b>32</b>
<b>Figura 3.2</b>	<b>“Forma Constante” - A trajetória normal é a linha pontilhada</b>	<b>34</b>
<b>Figura 3.3</b>	<b>Ilusão visual “Constância no Tamanho”</b>	<b>34</b>
<b>Figura 3.4</b>	<b>Ilusão do tipo buraco negro</b>	<b>35</b>
<b>Figura 3.5</b>	<b>Ilusão do tipo buraco negro (Luzes da Cidade)</b>	<b>36</b>
<b>Figura 3.6</b>	<b>Porcentagem de fumantes na aviação</b>	<b>40</b>
<b>Figura 4.1</b>	<b>Fatores contribuintes em taxi aéreo</b>	<b>50</b>
<b>Figura 4.2</b>	<b>Influência dos aspectos fisiológicos e psicológicos</b>	<b>57</b>
<b>Figura 4.3</b>	<b>PP-AFS (Após Acidente)</b>	<b>60</b>
<b>Figura 4.4</b>	<b>Invalidez permanente entre os aeronautas</b>	<b>63</b>

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

<b>AAL</b>	<b>Administração Aeroportuária Local</b>
<b>ANAC</b>	<b>Agência Nacional de Aviação Civil</b>
<b>CENIPA</b>	<b>Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos</b>
<b>CG</b>	<b>Centro de Gravidade</b>
<b>CIAA</b>	<b>Comissão de Investigação de Acidente Aeronáutico</b>
<b>CNPAA</b>	<b>Comitê Nacional de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos</b>
<b>DAC</b>	<b>Departamento de Aviação Civil</b>
<b>DECEA</b>	<b>Departamento de Controle do Espaço Aéreo</b>
<b>DIESAT</b>	<b>Departamento Intersindical de Saúde do Trabalho</b>
<b>DIRENG</b>	<b>Diretoria de Engenharia da Aeronáutica</b>
<b>ECT</b>	<b>Empresa Brasileira de Correios e Telegrafo</b>
<b>FOD</b>	<b>Objetos Estranhos Que Possam Causar Danos a Aeronaves</b>
<b>IAC</b>	<b>Instrução de Aviação Civil</b>
<b>IBGE</b>	<b>Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística</b>
<b>ICA</b>	<b>Instrução do Comando da Aeronáutica</b>
<b>ICCA</b>	<b>Internatinal Congress and Convention Association</b>
<b>IFALPA</b>	<b>International Federation of Air Line Pilots Association</b>
<b>IFR</b>	<b>Regras de Vôo por Instrumentos</b>
<b>INFRAERO</b>	<b>Empresa Brasileira de Infra-estrutura Aeroportuária</b>
<b>MOA</b>	<b>Manual de Operações do Aeroporto</b>
<b>NASA</b>	<b>National Aeronautics and Space Administration</b>
<b>NTSB</b>	<b>National Transportation Safety Board</b>
<b>OACI</b>	<b>Organização de Aviação Civil Internacional</b>
<b>PAX</b>	<b>Passageiros</b>
<b>PCN</b>	<b>Número de Classificação de Pavimento</b>
<b>PIB</b>	<b>Produto Interno Bruto</b>
<b>PMD</b>	<b>Psicose Maníaco-depressiva</b>
<b>RBHA</b>	<b>Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica</b>
<b>ROTAER</b>	<b>Manual Auxiliar de Rotas Aéreas</b>
<b>SGSO</b>	<b>Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional</b>
<b>SESCINC</b>	<b>Serviço de Salvamento e Combate a Incêndio</b>

<b>SIPAER</b>	<b>Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos</b>
<b>SMS</b>	<b>Safety Management System</b>
<b>SNC</b>	<b>Sistema Nervoso Central</b>
<b>TECA</b>	<b>Terminal de Carga Aérea</b>
<b>TPS</b>	<b>Terminal de Passageiros</b>
<b>VASP</b>	<b>Viação Aérea São Paulo</b>
<b>VFR</b>	<b>Visual Flight Rules</b>

## GLOSSÁRIO

**ACIDENTE AERONÁUTICO:** É toda ocorrência relacionada com a operação de uma aeronave - entre o período em que uma pessoa nela embarca com a intenção de realizar um voo, até o momento em que todas as pessoas tenham dela desembarcado - em que ocorram situações nas quais qualquer pessoa sofra lesão grave ou morra; aeronave sofra dano ou falha estrutural; aeronave seja considerada desaparecida ou o local onde se encontre seja absolutamente inacessível.

**AERÓDROMO:** Toda área destinada ao pouso, decolagem e movimentação de aeronaves.

**AERONAUTA:** Aeronauta é o profissional habilitado pela Autoridade Aeronáutica, que exerce atividade a bordo de aeronave civil nacional, mediante contrato de trabalho.

**AEROPORTO:** Todo aeródromo público dotado de instalações e facilidades para apoio a aeronaves e ao embarque e desembarque de pessoas e cargas.

**ATIVIDADES EDUCATIVAS:** Eventos (tais como aulas, palestras e treinamentos) dirigidos a todos os envolvidos com a atividade aérea, nos quais são transmitidos conhecimentos afetos à segurança operacional.

**CADEIRA DE BARANY:** Cadeira com giro eletricamente controlado, utilizada como um modelo que simula a desorientação espacial, causada por estimulação do sistema vestibular.

**COMANDANTE DA AERONAVE:** Piloto responsável pela operação e segurança da aeronave. Exerce a autoridade que a legislação aeronáutica lhe atribui.

**COMISSÃO DE INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTE AERONÁUTICO (CIAA):** Grupo de pessoas designadas, de acordo com suas qualificações técnico-profissionais, para investigar um acidente aeronáutico, devendo ser adequado às características desse acidente.

**ERRO HUMANO:** Termo genérico que compreende toda ocasião nas quais a seqüência mental planejada de atividades mentais ou físicas falha em alcançar seu resultado pretendido. Trata-se de uma característica do comportamento normal do ser humano.

**ESTOL:** Situação em que a velocidade está abaixo da mínima requerida para que o efeito aerodinâmico produza força de sustentação suficiente para manter a aeronave voando.

**FADIGA DE VÔO:** Condição caracterizada por uma diminuição de eficiência do tripulante no desempenho da atividade aérea, relacionada com a duração ou repetição de vários estímulos ligados ao voo.

**FATORES CONTRIBUINTES:** Condição (ato, fato, ou combinação deles) que, aliada a outras, em seqüência ou como conseqüência, conduz à ocorrência de um acidente aeronáutico, de um incidente aeronáutico ou de uma ocorrência de solo, ou que contribui para o agravamento de suas conseqüências.

**FATOR HUMANO:** Se refere à complexidade biológica do ser humano em seus aspectos fisiológicos e psicológicos

**FATOR MATERIAL:** Se refere à aeronave em seus aspectos de projeto, de fabricação ou de manuseio, estocagem ou utilização inadequadas do material.

**FATOR OPERACIONAL:** Se refere ao desempenho do ser humano nas atividades relacionadas com o voo.

**FLAP:** Dispositivo, localizado nas asas, que objetiva aumentar a sustentação da aeronave para operações em velocidades reduzidas (sobretudo pousos e decolagens).

**GESTÃO DA SEGURANÇA OPERACIONAL:** Conjunto de ações, métodos e procedimentos a serem adotados, no âmbito de uma organização, para prevenção de acidentes.

**INCIDENTE AERONÁUTICO:** É a ocorrência anormal, que não um acidente, associada à operação de uma aeronave, havendo intenção de voo, e que afete ou possa afetar a segurança aeronáutica, visando à segurança operacional.

**INVESTIGAÇÃO TÉCNICA:** é a análise técnico-científica de um acidente ou incidente aeronáutico, dos quais se retiram valiosos ensinamentos. Esse aprendizado, transformado em

linguagem apropriada, é traduzido em recomendações de segurança específicas e objetivas ao fato.

**JET LAG:** é uma fadiga de viagem, uma condição fisiológica consequente de alterações no ritmo circadiano, provocando mudanças no trabalho do organismo. Cada organismo está acostumado com o tempo de rotação da Terra e quando uma pessoa viaja em um avião, mudando de meridianos, pode ocorrer que o dia passe mais rápido e provoque o *Jet lag*.

**PISTA:** Área retangular definida em um aeródromo terrestre, preparada para o pouso e decolagem de aeronaves.

**RELATÓRIO FINAL:** Documento formal, baseado nos dados do relatório preliminar, destinado a divulgar a conclusão oficial do SIPAER com relação à ocorrência de um acidente aeronáutico, de um incidente aeronáutico ou de uma ocorrência de solo, visando, única e exclusivamente, à prevenção de novas ocorrências.

**SEGURANÇA OPERACIONAL:** Estado no qual o risco de lesões às pessoas ou danos aos bens se reduz e se mantém em um nível aceitável, ou abaixo deste, por meio de um processo contínuo de identificação de perigos e gestão de riscos.

**TETO:** Altura, acima do solo ou água, da base da mais baixa camada de nuvens, abaixo de 6000 m (20.000 pés) que cobre mais da metade do céu.

**VÔOS POR INSTRUMENTOS:** refere-se a uma habilitação que permite ao piloto realizar a navegação e os procedimentos de aproximação para pouso baseado em indicações dos instrumentos de bordo.

**VRef:** Velocidade de Referência para Pouso. Equivale à Velocidade recomendada para a aeronave cruzar a cabeceira da pista em um procedimento de pouso. Varia de acordo com peso e Flap escolhido para o pouso.

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 APRESENTAÇÃO

Ícaro, jovem rapaz movido pelo deslumbramento de sua condição de ultrapassar seus próprios limites e viver o prazer de voar, desconsiderou todos os avisos do pai Dédalo, de que se mantivesse afastado o bastante da superfície do mar, para que as penas de suas asas não se encharcassem, e do sol, para que a cera não derretesse, soltando as mesmas. Aproxima-se demasiadamente do sol e permite que o calor desmantele suas asas, fazendo-o precipitar ao Mar Egeu, que passou, a partir de então, se chamar Mar de Ícaro.

O que nos remete essa estória mitológica é que o processo de formulação de uma motivação, a atividade aeronáutica, se faz presente no homem desde os tempos mais remotos, aqui dimensionados pelo mito de Dédalo e Ícaro. Este mito também caracteriza a vivência do primeiro acidente aeronáutico: Ícaro morre por não cumprir as normas e regulamentos impostos pelas prescrições de vôo que teria que estar atento e que foram normatizadas por seu pai, criador das asas, para possibilitar não só que ele vivesse o prazer e o poder trazido pelo vôo, mas, também, para garantir seu prazer consciente na continuidade de sua vida e na perspectiva de um vôo seguro. (BRANDÃO,1994: 23)

Entre as inúmeras máquinas utilizadas pelo homem a aeronave está entre aquelas que neste século teve desenvolvimento tecnológico e crescimento no seu emprego dos mais acentuados.

O transporte aéreo, inexistente no começo do século passado, pois foi só em 1906 que o brasileiro Alberto Santos Dumont realizou em Paris, França, o primeiro vôo com uma aeronave mais pesada que o ar, hoje em dia é utilizado diariamente por milhões de pessoas. (BARBOUR, 1962: 293-301)

A Aviação iniciou-se no Brasil com um vôo de Edmond Plauchut, a 22 de outubro de 1911. O aviador, que fora mecânico de Santos-Dumont em Paris, decolou da Praça Mauá. Voou sobre a Avenida Central e caiu no mar, da altura de 80m, ao chegar à ilha do Governador. Neste período era bem grande o entusiasmo pela aviação.

No dia 14 de outubro, fundava-se o Aeroclub Brasileiro, que em janeiro do ano seguinte teria sua escola de aviação. Em 17 de julho de 1922, os portugueses Gago Coutinho e Sacadura Cabral chegaram ao Brasil, concluindo seu vôo pioneiro, da Europa para América do Sul. Em 1927 seria terminada com êxito a travessia do Atlântico, pelos aviadores brasileiros João Ribeiro de Barros e Newton Braga, no avião "JAÚ".

A aviação comercial brasileira só iniciou em 1927, sendo a primeira empresa do Brasil a transportar passageiros a: Condor Syndikat, no hidroavião "Atlântico", ainda com matrícula alemã D-1012. Em 22 de fevereiro, iniciava-se a primeira linha regular, a chamada 'Linha da Lagoa', entre Porto Alegre, Pelotas e Rio Grande. Em julho de 1927 era fundada a Viação Aérea Rio-Grandense "VARIG", sendo transferido para a nova empresa o hidroavião "Atlântico" que passou por Santos em 1927, a caminho do Porto Alegre, onde daria início à Varig e recebeu o prefixo nacional P-BAAA (Figura 1.1).



**Figura 1.1 - O Hidroavião atlântico**

**Fonte: Lufthansa**

Em 1 de dezembro do mesmo ano, a Condor Sydikat, que acabara de inaugurar sua linha Rio-Porto Alegre, era nacionalizada, com o nome de Sindicato Condor Limitada, mas tomaria, durante a Segunda Guerra Mundial, o nome de Serviços Aéreos Cruzeiro do Sul. Em novembro de 1927, inaugurando a linha para a América do Sul da nova companhia francesa Aeropostale, chegava ao Rio, Jean Mermoz, que se tornaria o mais famoso aviador da época.

Em 1929, a New York-Rio-Buenos Aires Line (Nyrba) iniciava o serviço aéreo entre essas cidades, tendo sido fundada no Brasil a Nyrba Do Brasil S.A, com a linha semanal entre Belém e Santos e que se transformaria na Panair Do Brasil, extinta em 1965.

**Tabela 1.1 - Estatística do tráfego aéreo comercial entre 1927 e 1930**

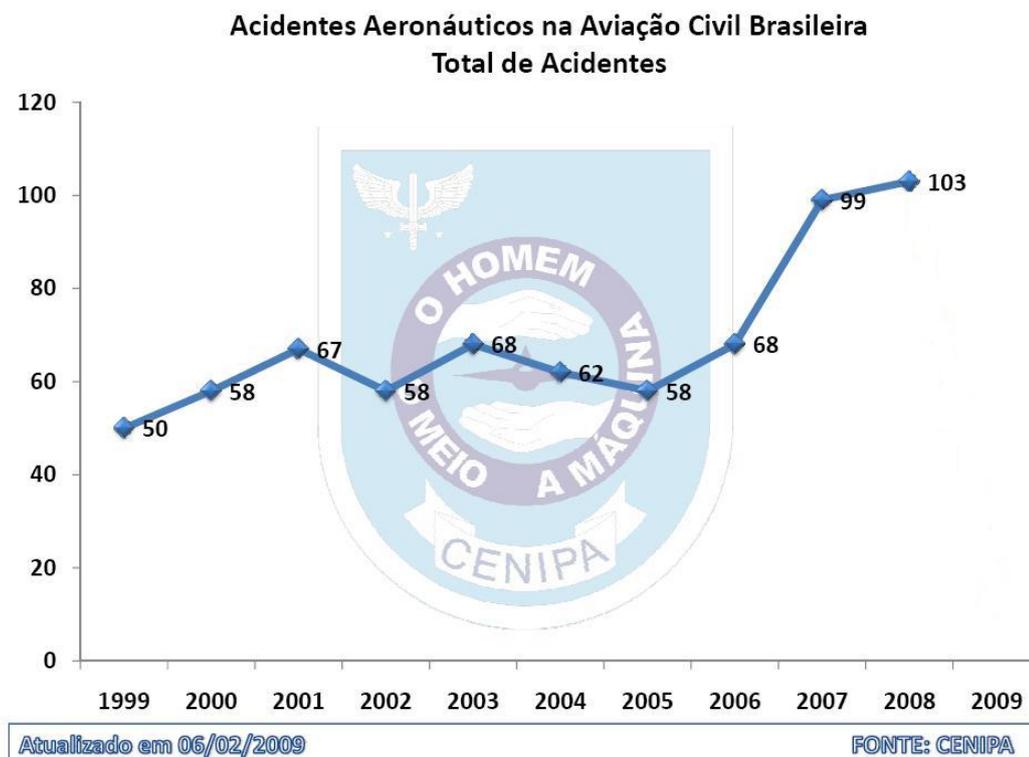
Estatísticas do Tráfego Aéreo Comercial Entre 1927 e 1930										
A N O S	Linhas	Pessoal e material de vôo em serviço		Tráfego Efetuado			Transportes Efetuados			
		Extensão média (Km)	Aeronaves	Pilotos	Nº de Vôos	Percurso Kilometros.	Duração dos vôos (horas)	Passageiros	Peso Bruto Correio (Kg)	Bagagens (Kg)
1927	6.355	13	12	143	109.208	769	643	257.646	5.789	210
1928	6.595	57	24	1.178	912.359	6.615	2.504	9.668.386	20.259	1.911
1929	7.245	51	23	1.476	1.144.720	8.257	3.651	24.050.527	29.617	7.778
1930	13.643	62	39	1.767	1.617.977	12.013	4.667	31.946.271	23.864	9.508

Fonte: <http://zrak7.ifrance.com/aero-00.pdf>

A fundação Aerolóide Iguaçu, com a linha inicial São Paulo-Curitiba, logo se estendendo a Florianópolis, marcou o ano de 1933. No ano seguinte, era fundada a Viação Aérea São Paulo (VASP), que iniciaria em 1936 o vôo regular entre o Rio de Janeiro e São Paulo, a linha de maior tráfego da aviação brasileira.

A extensão do país e a precariedade de outros meios de transporte fizeram com que a aviação comercial tivesse uma expansão rápida e bem sucedida no Brasil (Figura 1.2). Em 1960, o país tinha a maior rede comercial do mundo em tráfego, depois dos Estados Unidos. Na década de 50, operavam 16 empresas brasileiras, algumas apenas com dois ou três aparelhos e fazendo principalmente ligações regionais. No fim da década de 70, com a crise, o Governo Federal estimulava às fusões das empresas reduzindo para três o número das mesmas, com isso muitas cidades pequenas saíram do mapa aeronáutico.

Mais atualmente, o número total de acidentes da aviação civil brasileira tem-se mantido relativamente constante até o ano de 2005, quando as estatísticas oficiais do CENIPA demonstram um preocupante aumento, conforme podemos ver na figura abaixo (Figura 1.3):



**Figura 1.2 – Acidentes aeronáuticos na aviação civil brasileira**

**Fonte: CENIPA**

A Aviação Geral engloba todos os setores da aviação civil que não estão envolvidos com o transporte aéreo regular de passageiros e cargas e, em especial, o setor representado pelos aviões e helicópteros, particulares ou operados por empresas de táxi aéreo, que voam no Brasil prestando serviços de transporte aéreo não - regular.

Entende-se por transporte aéreo não-regular todo o vôo que não possui um HOTRAN, ou seja, uma autorização da Autoridade Aeronáutica para explorar regularmente determinada rota aérea com horários e frequências pré-estabelecidos.

Ao considerar os diversos segmentos da aviação civil, a Aviação Geral representa, sem qualquer dúvida, a maior fonte de acidentes e incidentes aeronáuticos, conforme demonstrado com os dados estatísticos oficiais do CENIPA (Figura 1.4):

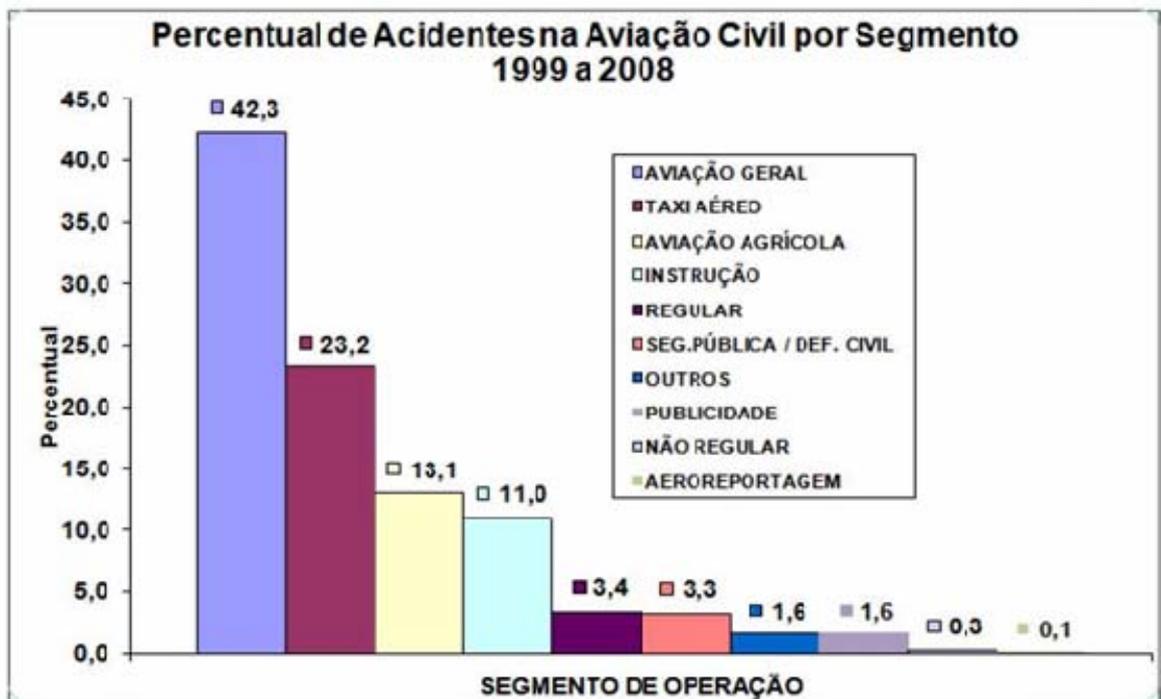


Figura 1.3 – Percentual de acidentes na aviação civil (1999-2008)

Fonte: ICA 3 -2 / 2009

Os fatores contribuintes para a ocorrência de acidentes e incidentes aeronáuticos dividem-se basicamente em três grupos distintos, porém interligados entre si: o Operacional, o Humano e o Material. Neste trabalho de pesquisa ver-se-á com maior profundidade os Fatores Humanos<sup>1</sup>, que se referem à complexidade biológica do ser humano em seus aspectos fisiológicos e psicológicos.

## 1.2 PROBLEMA

Como diminuir a contribuição dos Fatores Humanos em acidentes e incidentes aeronáuticos, de modo a reduzir o número destas ocorrências?

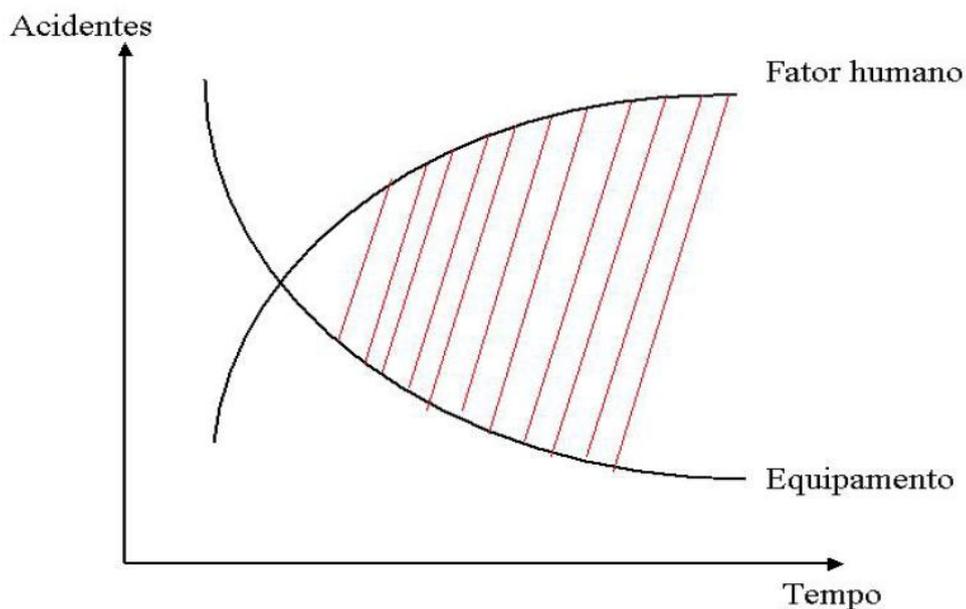
<sup>1</sup>Área de abordagem da Segurança que se refere ao complexo biológico do ser humano, nos seus aspectos fisiológicos e psicológicos. O Fisiológico é a participação de variáveis físicas ou fisiológicas no desempenho da pessoa envolvida, já o aspecto Psicológico refere-se à participação de variáveis psicológicas individuais, psicossociais ou organizacionais no desempenho da pessoa envolvida.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Os Fatores Humanos têm sido definidos como o conjunto de interações entre pessoas e máquinas, pessoas e procedimentos, pessoas e o meio ambiente e entre pessoas e pessoas. Essa definição, embora seja aparentemente vaga em um primeiro momento, representa o maior campo de pesquisa na área de segurança aeronáutica da atualidade.

Há 30 anos a proporção de acidentes aeronáuticos causados pela máquina era da ordem de 23%, enquanto que a dos causados pelos homens era de 77%, no que se chamava na época de “erro do piloto”.

Hoje em dia, o progresso da tecnologia e a implementação de novas técnicas e processos de engenharia tendem a reduzir o número de acidentes causados pela máquina, aumentando proporcionalmente a porcentagem dos causados pelo homem (Figura 1.5). Isso porque os progressos tecnológicos não foram acompanhados por progressos equivalentes na área das ciências humanas. Ou melhor, na compreensão dos mecanismos que proporcionam o erro.



**Figura 1.4 – Contribuição dos fatores humanos e do equipamento, ao longo do tempo**

**Fonte: CENIPA**

O que era chamado de “erro do piloto” é hoje uma expressão obsoleta. Ao se pesquisar “porque” o erro foi cometido, encontra-se invariavelmente um ou mais fatores que

influenciaram ou induziram esse erro, como deficiência de projeto, instrução de procedimento operacional ambíguo, manutenção inapropriada, condições ambientais desfavoráveis, pressões comerciais, situações latentes muitas vezes conhecidas, mas não tratadas, e tantas outras. É justamente o estudo dessa combinação complexa de fatores que constitui o que chamamos de Fatores Humanos e que serão vistos e analisados durante este trabalho.

Podemos considerar que o Homem é o “elo mais fraco” no que diz respeito à prevenção de acidentes. Sabe-se que vários acidentes tiveram como fatores contribuintes a perda de consciência situacional, a violação de normas e procedimentos, o erro na hora de cumprir alguma instrução ou executar algum procedimento, enfim, muitas vezes vimos o Homem como um ser falível contribuir de forma decisiva para uma tragédia. A citação abaixo demonstra e justifica essa afirmação:

*O elemento humano é a parte mais flexível, e valiosa do sistema de aviação. Mas ele é também a parte mais vulnerável a influências, podendo afetar negativamente seu desempenho. Lapsos no desempenho humano são citados fatores causais na maioria dos incidentes/acidentes que são comumente atribuídos a “erro humano”. Fatores humanos têm sido progressivamente desenvolvidos para aumentar a segurança de sistemas complexos, como a aviação, pela promoção da compreensão das limitações humanas previsíveis e suas aplicações para que seja possível lidar adequadamente com o erro humano. É somente quando vemos tal erro de um ponto de vista de sistema complexo, que podemos identificar as causas que levam a ele e dar atenção a essas causas. (MANUAL, 2004: 45)*

Se observarmos as estatísticas citadas em praticamente todas as obras e textos relacionados com segurança de vôo, não restarão dúvidas: “o Homem é o elo mais fraco a bordo de uma aeronave”.

O desenvolvimento no campo da engenharia fez com que o fator material aparecesse cada vez menos como fator determinante de um acidente aeronáutico. As estruturas dos aviões foram melhoradas, os instrumentos aperfeiçoados, as particularidades da aerodinâmica cada vez mais conhecidas, porém, o homem aviador praticamente não mudou desde o primeiro vôo de Santos Dummont, em 23 de Outubro de 1906.

O homem no desempenho da atividade aérea é pressionado pelas mais variadas circunstâncias, que podem afetar a condução da operação. Evidentemente isto não é apanágio do aviador, pois qualquer indivíduo sofre, no desempenho profissional, pressões diversas, inerentes ou não a ele, mas que podem afetar sua conduta. Por razões muito particulares, na atividade aérea, estas circunstâncias podem propiciar o aparecimento de reações inesperadas, conduzindo o indivíduo a falhas nos momentos mais críticos de sua produtividade. (ALBUQUERQUE, 1991: 33)

Embora o elemento humano seja o componente mais adaptável do sistema de aviação, esse é influenciado por muitos fatores que afetarão o desempenho humano, como fadiga, perturbação do ritmo cardíaco, privação do sono, saúde, estresse e outros que afetem sua integridade e bem estar. Outros fatores, ao assumirem valores extremos ou anormais, também afetam o desempenho, entre eles os causados por restrições ambientais, como temperatura, ruído, umidade, luz, vibração ou por restrições funcionais como horário de trabalho e carga de trabalho. (MANUAL, 2004: 48) São estes fatores que veremos com maior profundidade no decorrer desta pesquisa.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo Geral**

Este trabalho de pesquisa tem como objetivo principal realizar um levantamento sobre os Fatores Humanos como contribuintes para a ocorrência de acidentes e incidentes aeronáuticos na aviação civil brasileira.

### **1.4.2 Objetivo Específico**

E, como objetivo secundário, estudá-los e identificá-los no segmento da aviação geral, a partir do ponto de vista técnico e na ótica da legislação aeronáutica atual, visando à adequação desta para o objetivo da segurança de vôo.

## 1.5 HIPÓTESE

“O desconhecimento e a não observância dos limites faz dos Fatores Humanos uma grande fonte de contribuição para a ocorrência de acidentes e incidentes aeronáuticos”

## 1.6 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

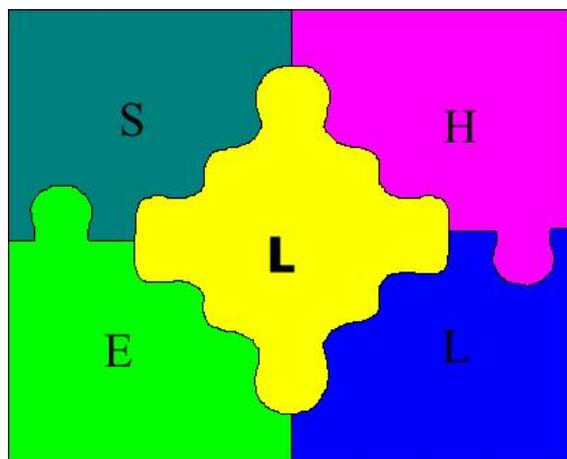
Na busca de uma melhor compreensão e justificativa da influência dos aspectos psicológicos e fisiológicos no desempenho funcional do homem, à prevenção de acidentes, o suporte teórico utiliza os Modelos *Shell* e *Reason* de análise dos Fatores Humanos, haja vista propiciarem base explicativa e maior percepção das variáveis envolvidas no contexto da relação homem (piloto) – máquina (avião).

O modelo *SHELL* foi desenvolvido em 1972 por Edwards e, mais tarde, em 1984, publicado sob a forma de trabalho técnico, devidamente justificado na Comunidade Européia por Hawkins. Este modelo é representado pela imagem de um quebra-cabeça cujas peças representam determinados fatores, sendo eles:

- Software (S); ou suporte lógico, composto por informação escrita, automatização ou por requisitos normativos.
- Hardware (H); ou a própria máquina por assim dizer, representando a ergonomia dos equipamentos (desenho, controles, comandos e apresentação visual) e espaço de trabalho (disposição, assento e comodidade, etc).
- Environment (E); ou ambiente, diz respeito às condições do espaço físico interno à aeronave, como temperatura, umidade, vibrações e ruídos e externo, como as condições meteorológicas, a visibilidade, as características do aeródromo e apoio de solo (abastecimento, manutenção entre outros).
- Liveware (L); ou o próprio elemento humano com suas capacidades e limitações Biológicas (visão, audição, sono, atributos antropométricos, enfermidades, vícios); Psicológicas (personalidade, motivação, hábitos, memória, atenção, percepção,

tomada de decisão, estresse, confiança) e Sociais (relações familiares, relações no ambiente de trabalho, problemas financeiros, etc).

O ser humano é representado como elo central do modelo, interagindo entre si e com os demais elementos. Nas interações do elemento humano temos indivíduos interagindo com outros indivíduos; indivíduos interagindo com grupos de pessoas e grupos interagindo com outros grupos. (MANUAL, 2004: 46) A figura abaixo demonstra a representação do modelo SHELL:



**Figura 1.5 – O modelo SHELL, modificado por Hawkings**

**Fonte: Manual de segurança de vôo dos operadores aeronáuticos, 2004: 46**

Tendo em vista que a compreensão da interação do homem com o ambiente organizacional é de vital importância para a prevenção de acidentes, utiliza-se, para essa compreensão, outro Modelo teórico: o Modelo *Reason*, elaborado por James Reason, cuja principal contribuição consiste em proporcionar uma base para a compreensão dos “acidentes organizacionais”, traçando o desenvolvimento de uma seqüência de acidente, a partir das decisões organizacionais e gerenciais, passando pelas condições em vários postos de trabalho e chegando aos fatores pessoais e situacionais que levam aos erros, podendo estes culminar em um acidente ou incidente aeronáutico.

O conceito (Figura 1.7) está baseado nas camadas de defesa, anteriores, que representam as defesas que mitigariam os resultados das condições de insegurança. As caixas (pedaços do queijo) representam outras camadas de condições inseguras e precondições, tais, como, fadiga, stress, práticas operacionais, treinamento, manutenção, ou tomada de decisão.

Caso as funções tenham como objetivo as defesas do sistema, o perigo está controlado e um acidente prevenido. As deficiências da segurança estão representadas, como buracos nas defesas, para mostrar a importância em se reduzir ou eliminar as deficiências do sistema.

Idealmente, cada camada de defesa seria impenetrável. Mas, em realidade, as camadas são como camadas de queijo com buracos que abrem, fecham e transferem a sua localização, continuamente. Quando os acidentes ocorrem, os buracos das muitas “camadas”, momentaneamente, se alinham permitindo que o perigo entre em contacto com um domínio protegido. Podemos notar isso na figura abaixo:



**Figura 1.6 – Representação do modelo Reason**

**Fonte: Manual de Treinamento Facilitador – (ANAC, 2009: 09)**

Podemos dizer então que o equilíbrio entre as diversas variáveis que condicionam o desempenho humano no trabalho gera eficácia, segurança e bem-estar, enquanto que a ruptura desse equilíbrio pode provocar atos ou condições inseguras bem como acidentes.

Na aproximação do sistema considera-se que os humanos falham e os erros são esperados, mesmo nas melhores organizações. Os erros são considerados mais como conseqüências do que como causas, tendo suas origens nem tanto na natureza perversa do ser humano, mas em fatores sistêmicos que estão acima destes. As medidas de segurança baseiam-se no fato de que não podemos mudar a natureza humana, mas sim as condições sob as quais os seres humanos trabalham. A idéia central é a dos sistemas de defesa, ou seja, toda tecnologia perigosa possui barreiras e salvaguardas. Quando um evento adverso ocorre o importante não é quem cometeu o erro, mas sim como e porque as defesas falharam (REASON, 2000: 778).

Reason cita como exemplo o acidente de Chernobyl, no qual um operador violou as regras da planta nuclear e desligou um a um os sistemas de segurança, levando à explosão do núcleo do reator. Os seguidores da aproximação pessoal terminam a análise neste ponto, ou seja, o operador errou, sem discutir as condições anteriores que conduziram para este procedimento.

Gerenciar os fatores de risco humanos nunca será 100% efetivo. As falhas humanas podem ser controladas, mas nunca eliminadas. O processo de gerenciamento do erro é tão importante quanto o próprio produto ou serviço considerado

Groeneweg afirma que o erro humano pode ser visto como uma falha em se atingir uma meta da forma que a mesma foi planejada, tanto do ponto de vista local como geral, devido a comportamento intencional e não-intencional. As ações planejadas podem falhar na busca dos objetivos por uma das quatro razões: a) as ações não ocorrem conforme planejadas (*slips*); b) as ações não são executadas (*lapses*) que correspondem a um comportamento não intencional; c) Inadequação do plano (*mistakes*); d) ocorrência de desvios do plano original (violações).

Já o Modelo Heinrich, concebido por H. W. Heinrich em 1931 considera que ações aparentemente não relacionadas podem desencadear uma seqüência de eventos que podem culminar num acidente.

As pesquisas tem mostrado que na maioria dos acidentes o componente erro humano está presente e este modelo procura focar o erro humano como fator contribuinte do acidente. (PEREIRA, 2001: 31)

Para tanto, inicialmente, cabe distinguir os dois tipos de erros considerados: Erro Ativo e Erro Latente.

O Erro Ativo, de modo geral, é associado ao desempenho do indivíduo e costuma ser sentido tão logo acontece. Uma decisão equivocada de um membro da tripulação durante as operações de pouso fazendo a aeronave ultrapassar o comprimento da pista, por exemplo, caracteriza um Erro Ativo.

O Erro Latente, por sua vez, corresponde aos atos decisórios da gerência organizacional que, autorizando ou se omitindo, diante de determinadas situações, pode criar condições que permanecem adormecidas no interior do sistema e que apenas se tornam evidentes por ocasião da combinação com outros fatores, vindo a romper as defesas de segurança do sistema. As políticas que determinam excessiva carga de trabalho, a despreocupação com o treinamento, o baixo incentivo profissional são exemplos de Erros Latentes. (PEREIRA, 2001: 32)

Os indivíduos, no desempenho normal de suas atividades, cometem erros, como é característica da atuação humana e estes, chamados de Erros Ativos, somando-se aos Erros Latentes pré-existentes, são submetidos ao sistema de defesas da organização. Quando esse sistema defensivo encontra-se funcionando conforme foi planejado, naturalmente evita a possibilidade de acidente. Porém, quando essas defesas não são suficientes para conter a seqüência de erros desencadeada, o acidente torna-se inevitável. Os incidentes são os eventos que costumam ocorrer quando falhas menores são executadas.

O modelo de Heinrich (Figura 1.8) utiliza os dominós para representar como, através as da sua queda progressiva, uma seqüência de eventos pode culminar num acidente.



**Figura 1.7 - Modelo Heinrich – Teoria dos Dominós**

**Fonte: O Autor**

A Teoria dos Dominós de Heinrich tem sido utilizada para identificar aquelas atividades que potencialmente representam risco elevado para que um adequado sistema defensivo seja estruturado de forma a ser capaz de perceber e corrigir os erros antes que estes venham ocasionar desastrosas conseqüências.

## **1.7 METODOLOGIA**

A pesquisa será desenvolvida a partir de uma abordagem quantitativa e qualitativa, utilizando o método comparativo-dedutivo. Para tanto será utilizada uma documentação secundária retirada do acervo da ANAC além de bibliografia que fala acerca dos fatores humanos para acidentes e incidentes aéreos. Não esquecendo das Leis e Regulamentos que oferecem a riqueza de detalhes necessária para se nortear o desenvolvimento da pesquisa.

No intuito de se alcançar maior compreensão sobre o tema foram realizados aprofundamentos com base na legislação internacional e nacional vigente e publicações teóricas a cerca do tema proposto.

Quanto aos objetivos estabelecidos, a natureza das pesquisas foi descritiva, explicativa e documental. Com relação aos procedimentos técnicos de coleta de dados utilizados durante os estudos foram: bibliográfica, documental e de estudo de casos, com coleta e registro de dados relevantes, este já realizado através dos dados que a ANAC e o CENIPA compilam através de

gráficos comparativos, os quais serão analisados conforme o período e tipo de operação de interesse.

Ao final com a obtenção dos dados de caráter quantitativo e qualitativa, se buscará travar um paralelo entre a teoria, as estatísticas e os regulamentos pertinentes, visando alcançar o objetivo proposto.

Para a execução do trabalho de monografia estão relacionadas a seguir as técnicas de pesquisa, bem como os procedimentos a serem adotados para cada fonte:

### **1.7.1 Documentação Primária**

Não foi necessária uma visão mais prospectiva já que a presente pesquisa se ateve a dados já publicados e obras sobre o tema, pois estas ofereceram profundidade e fluidez necessárias para auxiliar durante o processo de elaboração deste trabalho.

### **1.7.2 Documentação Secundária**

Para uma visão maior e mais especifica a cerca do tema proposto foi utilizado uma documentação secundaria retirada do acervo da ANAC além de bibliografia sobre os fatores humanos:

### **1.7.3 Pesquisa Bibliográfica**

Foram realizadas pesquisas teóricas em obras técnicas e periódicos sobre medicina aeroespacial, segurança de vôo e psicologia na aviação. Pesquisaram-se, ainda, as teorias elaboradas no campo dos Fatores Humanos, para melhor aprofundamento do estudo. Ressalta-se a utilização de obras específicas sobre os Fatores Humanos, mas, também, obras genéricas relacionadas a segurança de vôo. Estas foram consideradas para se obter maior grau de complementaridade e integração, julgados importantes para o presente trabalho.

#### **1.7.4 Análise Documental**

Nesta análise, diversas legislações regendo a Aviação Civil brasileira oferecem requisitos e padrões de procedimentos em relação ao tema proposto. São eles: os Regulamentos Brasileiros de Homologação Aeronáutica, o Código Brasileiro de Aeronáutica, a Lei 7.183 – Lei do Aeronauta – bem como outras relacionadas com o tema. Concomitantemente, será feita uma análise de gráficos e estatísticas, buscando um paralelo entre os dados de caráter quantitativos e a teoria, com fins de se obter alcançar o objetivo proposto.

## 2 INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES NO BRASIL

### 2.1 EVOLUÇÃO

Assim como os riscos têm estado presentes desde o vôo da primeira aeronave, a prevenção de acidentes vem evoluindo juntamente com a própria aviação, uma vez que sua finalidade é garantir à operação da aeronave um crescente grau de confiabilidade, seja como meio de transporte ou no desporto. Conseqüentemente, o acidente aeronáutico torna-se foco de maior atenção, justificando esforços para encontrar mecanismos que evitem sua ocorrência.

Com o crescimento do transporte aéreo, surgiu a necessidade de se estabelecer normas padronizadas que garantissem seu desenvolvimento de forma segura e ordenada. Desta forma, realizou-se em 1944, na cidade de Chicago, a Convenção sobre Aviação Civil Internacional ou, como passou a ser conhecida, Convenção de Chicago. O fato mais importante desta Convenção refere-se à celebração de um Tratado – firmado por 52 nações incluindo o Brasil – que estabeleceu a criação da Organização da Aviação Civil Internacional – OACI (ou ICAO, do inglês *International Civil Aviation Organization*).

A OACI foi criada com as funções de coordenar e regular o transporte aéreo internacional, determinando regras acerca do espaço aéreo, registro de aeronaves e segurança de vôo, bem como os direitos dos membros, hoje em número de 190.

Para enfatizar a importância de revisão contínua dos regulamentos a OACI, hoje uma Agência Especializada da ONU, emite documentos formais conhecidos como “Anexos à Convenção”, que estabelecem Normas<sup>2</sup> e Práticas Recomendadas<sup>3</sup> para contribuir com a segurança, regularidade e desenvolvimento da aviação civil internacional.

Atualmente, os Anexos à Convenção são 18, tratando de assuntos específicos conforme demonstrado abaixo:

---

<sup>2</sup> Normas que devem ser adotadas pelos países signatários da OACI. Fica resguardado aos países membros seu direito de soberania, ou seja, justificadamente algumas Normas podem ser alteradas ou suprimidas, contudo é responsabilidade do país informar à OACI suas “diferenças” às normas.

<sup>3</sup> Práticas que, apesar de não possuírem caráter obrigatório, revelaram-se adequadas para prover maior nível de segurança, facilidade e organização.

- Anexo 1: Licenças de Pessoal
- Anexo 2: Regras do Ar
- Anexo 3: Serviço meteorológico para a Navegação Aérea Internacional
- Anexo 4: Cartas Aeronáuticas
- Anexo 5: Unidades de medida
- Anexo 6: Operação de aeronaves
- Anexo 7: Marcas de Nacionalidade e Matrícula de aeronaves
- Anexo 8: Aeronavegabilidade
- Anexo 9: Facilitações
- Anexo 10: Telecomunicações Aeronáuticas
- Anexo 11: Serviços de Tráfego Aéreo
- Anexo 12: Busca e Salvamento
- Anexo 13: Investigação de Acidentes e Incidentes Aeronáuticos
- Anexo 14: Aeródromos
- Anexo 15: Serviços de informação aeronáutica
- Anexo 16: Proteção do Meio Ambiente
- Anexo 17: Proteção da Aviação Civil Internacional contra atos de Interferência Ilícita
- Anexo 18: Transporte de Artigos e Cargas Perigosas por meio aéreo

Já no Brasil, a organização da aviação precede em muito à Convenção de Chicago. O primeiro órgão responsável pela aviação civil foi a Diretoria de Aeronáutica Civil, na época subordinada ao Ministério da Viação e Obras Públicas e criado pelo decreto nº 19.902, assinado pelo então presidente da República Getúlio Vargas, em 22 de abril de 1931.

No mesmo ano de instituição da Força Aérea Brasileira (FAB), 1941, o decreto nº 2.961 cria o Ministério da Aeronáutica, reunindo o DAC e as aviações militar e naval. Mais tarde, em setembro de 1969 seu nome foi modificado para Departamento de Aviação Civil (DAC), organização participante do mais alto nível do Ministério, cujos objetivos eram estudar, orientar, planejar, controlar, incentivar e apoiar as atividades da Aviação Civil pública e privada, além de manter o relacionamento com outros órgãos no trato dos assuntos de sua competência.

Em 2006, o Departamento de Aviação Civil foi extinto, tendo suas funções absorvidas pela Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, criada através da Lei 11.182 de 27 de setembro de 2005. Conforme previsto em sua Lei de Criação, a ANAC passou a atuar como autoridade Brasileira de Aviação Civil, passando a ter responsabilidades e competências inerentes ao sistema de aviação civil, excetuando-se as atividades de investigação de acidentes e incidentes aeronáuticos, controle de tráfego aéreo e operações de busca e salvamento.

## 2.2 INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES NO BRASIL

Para suprir a investigação de acidentes e incidentes pensou-se em um sistema próprio para este fim e, em 1951, nasce a sigla SIPAER para identificar o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Em 1971, através do Decreto Nº. 69.565, nasceu o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - CENIPA - como órgão central do SIPAER.

Com a ativação do CENIPA, uma nova filosofia foi criada e começou a ser difundida. Os acidentes, anteriormente investigados com o objetivo específico de atribuir responsabilidades, ou seja, “encontrar culpados”, passaram a ser vistos a partir de uma perspectiva voltada exclusivamente à prevenção de novos sinistros. Tornou-se mais importante investigar acidentes visando identificar as falhas e erros que contribuíram para a ocorrência, de forma a encontrar medidas que auxiliem a evitá-los no futuro, em concordância com o Anexo 13 da Convenção de Chicago, do qual o Brasil é signatário como membro da OACI (Organização de Aviação Civil Internacional) desde sua criação. O constante desenvolvimento técnico aliado ao aprendizado obtido com a análise dos erros e falhas permitem a elaboração de *Recomendações de Segurança*, que resumem-se em ações de prevenção com o objetivo de evitar novos acidentes. Este trabalho recebe o nome de Investigação Técnica.

Para auxiliar no entendimento, cita-se as principais premissas que norteiam a nova filosofia do CENIPA:

- Todos os acidentes resultam de uma seqüência de eventos e nunca de uma causa isolada
- Todo acidente tem um precedente
- Todos os acidentes podem ser evitados

- A prevenção de acidentes é uma tarefa que requer mobilização geral (todos são responsáveis e colaboram na prevenção)
- O propósito da prevenção de acidentes não é restringir a atividade aérea, mas sim, estimular seu desenvolvimento com segurança
- Reportar incidentes é prevenir acidentes
- A segurança de vôo é um processo contínuo, onde homens com o mesmo ideal, conscientes e em ação, procuram atingir e garantir seus ideais, dentro da mais perfeita e harmoniosa cooperação
- Se for verdade que nada é perfeito, também é verdade que tudo pode ser melhorado

O conhecimento adquirido com organizações de segurança de vôo estrangeiras e a experiência acumulada ao longo dos anos, aperfeiçoaram a doutrina de segurança de vôo. Dessa forma, foram desenvolvidas as bases de pesquisa fundamentadas no trinômio: "o Homem – o Meio – a Máquina", pilar da moderna filosofia SIPAER. Assim, as investigações são concentradas nos aspectos básicos, identificados e relacionados com a atividade aeronáutica, agrupados nos fatores Humano (homem), Material (máquina) e Operacional (relação homem e máquina).

O crescimento da atividade aérea no país provocou a necessidade de dinamizar as atividades de segurança de vôo. Conceitos foram atualizados e, conforme o decreto 87.249/82, de 7 de junho de 1982, o CENIPA passou a ser uma organização autônoma. Esse novo patamar administrativo permitiu ao Centro tornar-se mais funcional, objetivo e dinâmico no seu trabalho de prevenção de acidentes e incidentes aeronáuticos. Nessa mesma ocasião foi criado o Comitê Nacional de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - CNPAA, em cujo fórum, sob a direção e coordenação do CENIPA, reúnem-se os representantes de diversas entidades nacionais e estrangeiras, públicas e privadas, direta ou indiretamente ligadas às atividades aeronáuticas. Participam, ainda, organizações civis representativas de classes (sindicatos).

### **2.3 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE SEGURANÇA OPERACIONAL**

A ICAO vem, há alguns anos, buscando ferramentas administrativas para aumentar o nível de Segurança Operacional com foco na eficácia das ações de gestão nos vários Sistemas de Aviação Civil espalhados pelo mundo. Em 2003, durante uma reunião do *Human*

*Performance Committee da IFALPA* (International Federation of Air Line Pilots' Association), em Washington, foi apresentado o *SMS – Safety Management System*, para a Aviação Civil, hoje em estado embrionário no Brasil e conhecido como *SGSO – Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional*. E foi este sistema o elegido pela ICAO para auxiliar o transporte aéreo a atingir melhores índices de segurança. Segundo Júnior:

*O SMS não é, definitivamente, algo novo no mundo. Criado para avaliar riscos em sistemas de prevenção pró-ativos e preditivos, ele tem uma extensa história na esfera da segurança e da saúde ocupacional, na fabricação de produtos químicos, na geração e investigação no setor de energia nuclear, no meio-ambiente e em outras tantas atividades. Entretanto, é certo que sua aplicação na aviação é relativamente recente, apesar de já ser utilizado, de forma obrigatória, no serviço de tráfego aéreo na Europa, na Austrália e na Nova Zelândia, há bastante tempo. (JUNIOR, 2007).*

A parte operacional da Aviação Comercial tem sofrido mudanças contínuas a fim de manter sua modernidade, confiabilidade e relevância, e, além disto, permanecer como base de apoio de um meio de transporte fundamental na vida da sociedade contemporânea. E frente a isto, o SMS surge na aviação para ser um processo contínuo de melhoramentos, orientado para reduzir as falhas do sistema e com o compromisso de possibilitar a execução de ações de segurança preventiva.

Ainda segundo **Célio Eugênio de Abreu Júnior**:

*O Sistema de Aviação Civil está cada vez mais globalizado e, por isso mesmo, mais complexo. Atualmente, são poucos os negócios realizados no setor aéreo que se sustentam confinados nas fronteiras de um só país. Com isto, tornou-se possível, diuturnamente, avaliar o desempenho da aviação em outros países, de maneira tal que passou a ser uma rotina observar-se, em tempo real, as suas melhores práticas administrativo-operacionais sendo executadas e aprimoradas ao redor do mundo, especialmente aquelas ligadas à segurança da atividade como um todo. (JUNIOR, 2007).*

Hoje em dia, as características de complexidade, de diversidade e de flexibilidade cultural, comportamental, gerencial e tecnológica do setor, agregam-se à necessidade de uma boa

gestão dos recursos de segurança operacional, situação essencial para a manutenção de uma gerência de risco adequada à atividade aérea. E, atualmente, o SMS é visto como o melhor caminho para incrementar até mesmo os índices de Segurança Operacionais já considerados altos. Na verdade, o SMS é uma ferramenta organizacional, e/ou sistêmica, capaz de bem integrar a Segurança Operacional ao mercado da aviação civil, pela sua alta capacidade de avaliar os riscos intrínsecos à atividade.

Assim sendo, podemos dizer que o SMS, para a Aviação Civil, é um processo documentado de gerenciamento de riscos que integra e compatibiliza o sistema técnico-operacional com os recursos humanos e financeiros disponíveis, objetivando assegurar a manutenção da Segurança Operacional num nível adequado, garantindo, antes de tudo, um transporte seguro aos seus clientes e usuários. Além disto, ele é um procedimento sistemático, explícito e compreensivo de auxílio no gerenciamento de ameaças à segurança da aviação. O SMS depende, e muito, da formação de um bom Banco de Dados, interligado com outros tantos que possuam informações importantes para a gerência da Segurança Operacional, o qual possibilita a análise das várias situações que podem fragilizar o Sistema de Aviação. Este Banco de Dados permite, ainda, uma visão macro-sistêmica que facilita o encontro de soluções possíveis, as quais produzam a elevação dos níveis de segurança, ou a manutenção de altos níveis naqueles segmentos que já estejam acima do mínimo esperado.

Vale lembrar que um bom SMS deve ter como base uma Cultura Produtiva de Segurança Operacional, a qual privilegie o livre fluxo de informações de segurança. Tratado de forma não-punitiva permite o levantamento de importantes dados a partir da confissão de erros dos operadores, com o objetivo único de aprimorar a segurança do sistema. Esta cultura encoraja a prática de relatórios de perigo, material-base para uma atividade de prevenção eficaz.

O modelo de gerenciamento da aviação civil, adotado pelo Brasil, com a criação de uma Agência Reguladora, trouxe a necessidade de uma reestruturação das atribuições e das responsabilidades sobre a infra-estrutura aeronáutica brasileira, em que os sistemas estabelecidos encontram-se atualmente divididos entre a Autoridade Aeronáutica, exercida pelo Comando da Aeronáutica (COMAER), e a Autoridade da Aviação Civil, exercida pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

A perspectiva da implantação do SMS (*Safety Management System*) – que no Brasil é reconhecido como Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional (SGSO) – também concita a todos os participantes deste cenário da aviação brasileira a buscarem entendimento e orientações que, em última análise, têm influência direta nos serviços prestados ao usuário da aviação civil.

O SIPAER é um modelo sistêmico, único no mundo por abranger a investigação e a prevenção de acidentes tanto no âmbito da aviação civil como da aviação militar. Está vinculado à Autoridade Aeronáutica, porém dotado de autonomia técnica, com atribuições e responsabilidades no âmbito de toda a aviação civil. As atividades de prevenção em exercício no SIPAER, que não se limitam à investigação de acidentes aeronáuticos, já empregam as ferramentas previstas no SGSO, pois engloba o monitoramento dos processos e condições de trabalho, a identificação das condições latentes, a contenção das falhas ativas, bem como o reforço das defesas do sistema com o objetivo de melhorar a segurança operacional.

## **2.4      SEGURANÇA DE VÔO**

Chamamos Segurança de Vôo ao conjunto de medidas e procedimentos tomados para evitar incidentes e acidentes aéreos. Conforme Moura, “sob o ângulo da técnica da navegação aérea, a maior prestação de serviços é o transporte de pessoas e de mercadorias. É isto que empresta um caráter peculiar e essencial. Não somente um caráter, mas também um imperativo categórico, a segurança” (*MOURA, 1992: 52*)

Segurança de vôo é o objetivo principal da indústria da aviação. Um fator contribuinte importante para alcançar este objetivo é uma melhor compreensão dos fatores humanos e a ampliação de seus conhecimentos. Aumentar a conscientização dos fatores humanos na aviação resultará em um ambiente de trabalho mais seguro e mais eficiente. (*MANUAL, 2004: 45*)

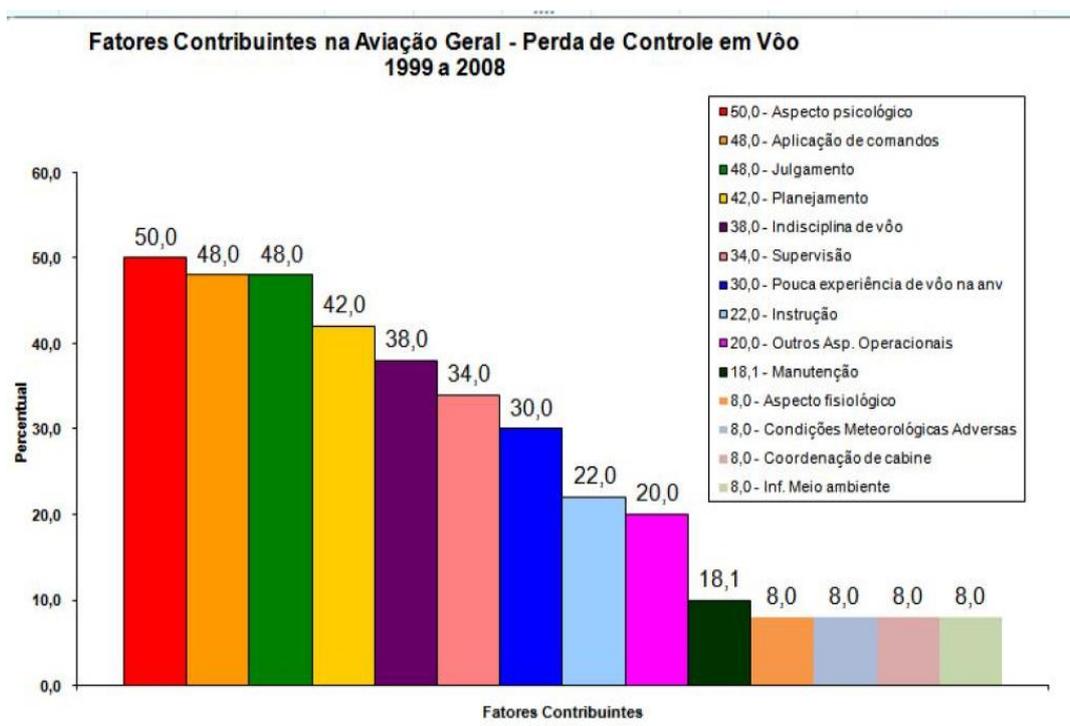
O avião é o meio de transporte mais seguro do mundo, pois apresenta menos de um óbito por cada milhão de passageiros embarcados - número esse bem mais baixo em relação aos demais meios de transporte disponíveis, como pode ser visto na tabela abaixo:

**Tabela 2.1 - Segurança dos meios de transporte**

MEIO DE TRANSPORTE	Óbitos Por Milhão de Passageiros
Automóvel / Ônibus	201.3
Transporte Aquático	5.3
Ferrovia	3.0
Transporte Aéreo Regular	1.0

**Fonte: CENIPA - Dados citados nos Relatórios Finais de Acidentes Aeronáuticos – RFAA, ano 2000**

O Brasil possui a segunda maior frota de aviões do mundo e a segunda maior rede aeroportuária com mais de 2.000 aeroportos. Em 2008, o movimento anual médio foi de 18,2 milhões de passageiros e 05 bilhões de toneladas de carga transportadas. Com média de 0,76 óbitos por cada milhão de passageiros, o que representou uma média de segurança acima da internacional. Em 2009, entretanto, o transporte aéreo regular brasileiro já apresenta média de acidentes acima da internacional. Muitos acidentes acontecem, por várias causas, entre elas está o envolvimento do fator humano:



**Figura 2.1 – Fatores contribuintes na aviação geral**

**Fonte: ICA 3-2 / 2009**

Com o desenvolvimento da aviação no mundo, o que se pode observar é o avanço, especialmente no contexto da tecnologia aeronáutica, de ações voltadas para oferecer condições cada vez mais eficientes e seguras aos aparatos artificiais que voam. Rapidez e precisão são dimensionadas na busca do aperfeiçoamento dessa tecnologia e do atendimento a demanda.

Em paralelo está o homem que atua com essa tecnologia, mostrando-se como o componente crítico do sistema aeronáutico, por isso, sobre ele recai toda uma preocupação diante de questões que envolvem a segurança de um voo.

A aviação tem mudado de forma tão veloz quanto seus próprios aviões, que se modificaram no que se refere à tecnologia, porém, o homem, fisiologicamente, mantém sua estrutura básica de ser humano nas mesmas condições anteriores a estes avanços.

Edith Seligmann Silva, cientista brasileiro da condição humana com relação ao trabalho, diz, com muita precisão, que as configurações inesperadas do mundo do trabalho dos tempos de hoje desafiam as capacidades humanas de interpretação e tomadas de decisões participativas nos contextos do trabalho sofisticado, e entende-se a dimensão da aviação de hoje num padrão de sofisticação que vem exigindo daqueles que a fazem uma permanente disponibilidade de lidar e superar imprevistos e incertezas no cotidiano de suas atividades.

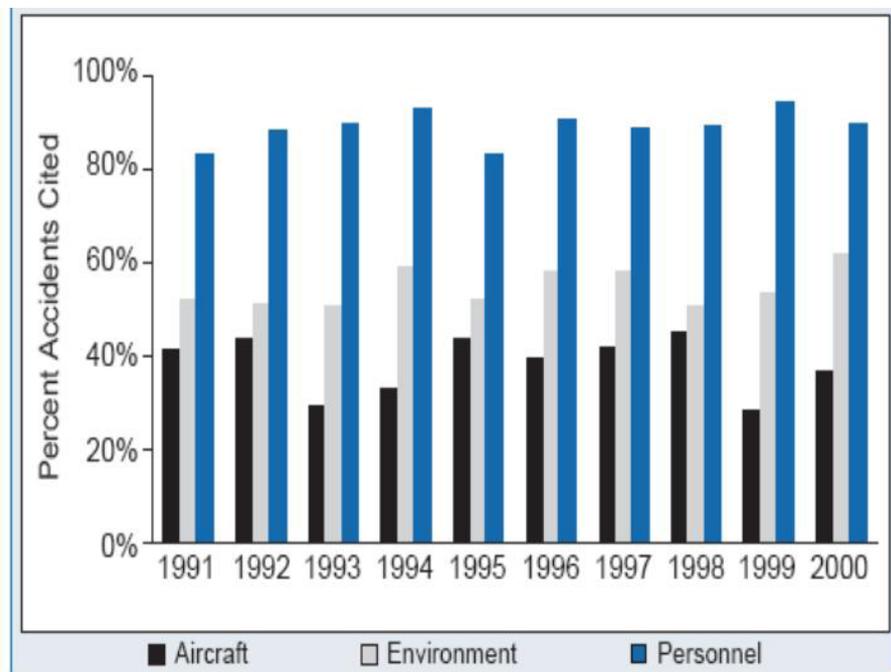
Partindo desse pressuposto, avançar tecnologicamente é importante e faz parte da evolução da humanidade, porém não se pode perder de vista que cada avanço tecnológico gera no homem novas formas de comportamentos, novas formas de subjetivação e novas respostas nas suas ações. Daí a importância em estudarmos cada vez mais a influência dos fatores humanos.

Dentro da segurança de voo temos os chamados: fatores contribuintes, condição (ato, fato, omissão ou combinação deles) que, aliada a outras, em seqüência ou como consequência, conduz à ocorrência de um acidente ou incidente aeronáutico. Os fatores contribuintes classificam-se de acordo com área de abordagem da segurança de voo, em três áreas: de fator humano (FH), a qual engloba o aspecto fisiológico e o aspecto psicológico; de fator material (FM), englobando deficiências de projeto, de fabricação e de manuseio do material; de fator operacional (FO), referente a condições meteorológicas adversas; deficiência de infraestrutura; deficiência de instrução, de manutenção, de aplicação dos comandos, de

coordenação de cabine, de julgamento, de planejamento; esquecimento; imprudência e negligência de tripulante, indisciplina de vôo, influência do meio ambiente; omissão; pouca experiência de vôo na aeronave; deficiência de pessoal de apoio e supervisão.

A área de fator humano, no aspecto psicológico, trata também dos acidentes que envolvem causas determinadas por características psicológicas e clima psicossocial.

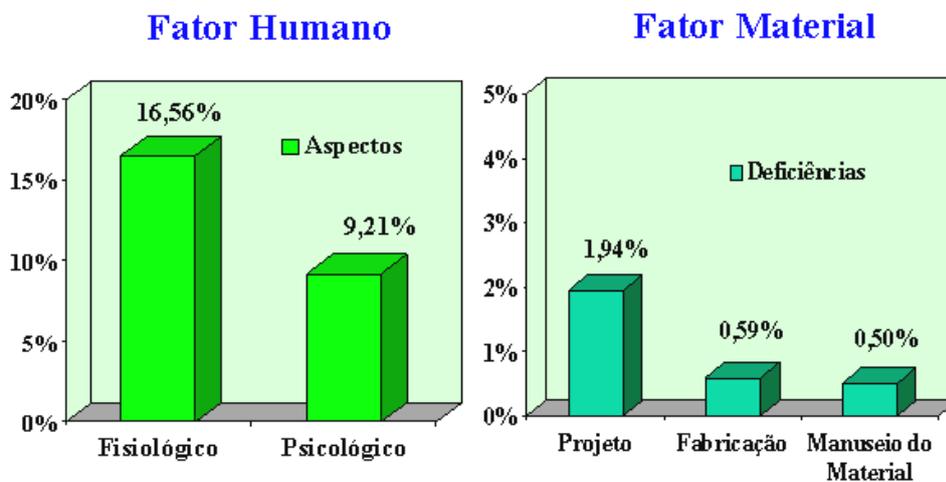
A Figura 2.2 apresenta o fator humano combinado com outros fatores causadores de acidentes e a Figura 2.3 mostra o fator MATERIAL comparado com o FATOR HUMANO:



**Figura 2.2 – Fator humano combinado com outros fatores**

Fonte: [www.ntsbn.net](http://www.ntsbn.net)

## ACIDENTES AERONÁUTICOS - Fatores Contribuintes 1990 - 2000

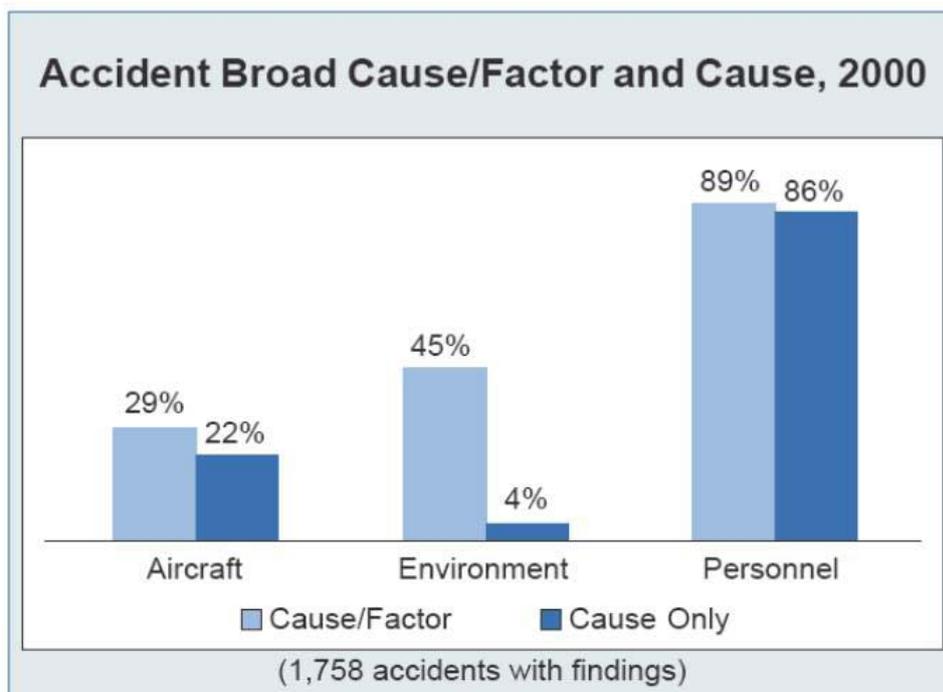


Fonte: DIPAA / DAC

**Figura 2.3 – Fatores contribuintes (Humano e Material)**

Fonte: [www.cenipa.gov](http://www.cenipa.gov)

A figura 2.2 e a figura 2.3 (apresentada pelo NTSB, 2005) mostram que o maior componente de participação nos acidentes com aeronaves é o fator humano, onde o peso de sua participação nas estatísticas é muito maior que a soma de todos os outros fatores somados.



**Figura 2.4 - Fatores contribuintes dos acidentes aéreos**

Fonte: [www.ntsbn.net](http://www.ntsbn.net)

A reconstrução de acidentes aeronáuticos se direciona para todos os elementos que contribuem para a ocorrência do fato não planejado ou a não conformidade no voo com reflexos indesejados e prejudiciais a pessoas e destruição de bens.

Fatores contribuintes como omissão, erros ou falhas no universo do Fator Humano, Material e Operacional que resultam em incidentes ou acidentes aeronáuticos é entendido por **Jenkins** (JENKINS, 2004: 42) como:

- Fator Humano (os aspectos cognitivos (fisiológicos e psicológicos).
- Fator Material (a aeronave e o complexo de engenharia aeronáutica)
- Fator Operacional (o homem no exercício de atividade aérea)

Assim, conforme demonstram as estatísticas, dentre os três fatores acima mencionados, o Humano (em seus aspectos fisiológicos e psicológicos) representa a maior participação como causas contribuintes para a ocorrência de acidentes e incidentes aeronáuticos, exigindo maior preocupação e estudos, apesar de sua complexidade. A interação destes aspectos como causas contribuintes serão mais profundamente abordadas nos capítulos seguintes.

### **3 FATORES FISIOLÓGICOS**

#### **3.1 CONSIDERAÇÕES BÁSICAS**

O ser humano possui sua melhor adaptação fisiológica quando exposto a certos limites de temperatura e pressão. Assim sendo, não foi o humano feito para viver em grandes altitudes, onde o ar rarefeito torna a quantidade de oxigênio insuficiente, sem falar da baixa temperatura.

Historicamente a primeira referência existente sobre as alterações fisiológicas sofridas com a altitude, foi produzida em 1590: corresponde à extraordinária e meticulosa descrição do padre Jesuíta José de Acosta acerca das moléstias sentidas e sofridas na travessia do Paricaca, nos Andes peruanos. Depois foram as subidas de balão, no século XVIII, a gerarem várias referências dos efeitos físicos experimentados pelos homens nelas envolvidos.

Paul Bert (1833-1886), fisiologista francês, considerado o “Pai da Fisiologia de Altitude” e também o “Pai da Medicina Aeronáutica”, desenvolveu importante trabalho teórico, já com o recurso à câmara hipobárica ou de altitude, dissertou acertadamente sobre as causas do mal de altitude e do envenenamento pelos gases (oxigênio e nitrogênio). Descrevia de modo correto as alterações da performance dos aviadores justificada pelos efeitos da hipóxia, da hipotermia, do mal-estar do vôo e das mudanças de pressão.

A rápida expansão tecnológica no campo aeronáutico levou a um incremento da velocidade, da altitude, da performance e da complexidade da máquina voadora. Conseqüentemente os parâmetros físicos e as necessidades de treino impostas aos aviadores foram sendo, também, cada vez maiores.

Abaixo alguns dos fatores fisiológicos com maior relevância nos acidentes e incidentes aeronáuticos:

#### **3.2 DESORIENTAÇÃO**

A orientação do piloto em vôo depende de três mecanismos básicos: visão, equilíbrio (sistema vestibular), e da sensação de 'sentir o avião'.

Apesar da capacidade de adaptação da fisiologia humana, quando afastada do ambiente natural terrestre, tal adaptação não é ilimitada. Em relação à orientação em vôo isso não ocorre, pois este ambiente diferenciado não proporciona estímulos adequados para os sentidos acostumados à vida na terra. Nesta situação, os referenciais para o equilíbrio e orientação são diferentes, surgindo um conflito de informações provenientes desses mesmos sentidos que podem provocar a perda da capacidade de orientar-se no espaço, ou seja, a desorientação espacial. (BENSON, 1998: 277)

A aviação mundial refere que cerca de 10% dos acidentes aéreos têm como causa preponderante a desorientação espacial, sendo que destes cerca de 90% são fatais. Frente à impossibilidade de adaptação fisiológica, o foco reside, então, na área da prevenção desse fenômeno, no sentido de minimizar a participação da desorientação espacial na gênese de acidentes aéreos. (GILLINGHAM; PREVIC, 1996: 309)

De maneira geral, pode-se dividir a desorientação em três grupos. São eles: não-reconhecida (Tipo I), reconhecida (Tipo II) e incapacitante (Tipo III):

### **3.2.1 Desorientação Espacial Tipo I**

Na desorientação não-reconhecida (Tipo I), o piloto não tem consciência do que está ocorrendo e, portanto, não percebe qualquer manifestação de desorientação, ou seja, não identifica qualquer disparidade em relação ao senso de orientação, não suspeita de um mau funcionamento dos instrumentos e tampouco sente que a aeronave pode estar em atitude anormal.

Neste tipo, o piloto, obviamente desorientado, voa e comanda a aeronave de acordo com uma falsa percepção em relação à orientação: “morre com sorriso na face!”. (GILLINGHAM; PREVIC, 1996: 310)

### **3.2.2 Desorientação Espacial Tipo II**

Na desorientação reconhecida (Tipo II), o piloto identifica que está desorientado e opta por atuar de acordo com a indicação dos instrumentos de vôo do painel da aeronave (em vôo solo), ou por entregar o comando ao segundo piloto (em vôo duplo). Neste caso, um piloto

treinado, em situações semelhantes poderá reagir de maneira adequada, se conseguir reconhecer o fenômeno antes que a atitude da aeronave ou mesmo a altitude impeçam alguma manobra corretiva. (GILLINGHAM; PREVIC, 1996: 313) Assim, a prevenção a partir do treinamento tem sido uma constante na formação e manutenção operacional dos pilotos em todo mundo, pois o que se deseja é que o piloto, frente à ocorrência de desorientação espacial, possa reconhecer o fenômeno a tempo de adotar uma atitude corretiva adequada, a partir de uma correta leitura dos instrumentos do painel da aeronave. (BENSON, 1998: 280)

### **3.2.3 Desorientação Espacial Tipo III**

Neste tipo de desorientação, o piloto sofre efeitos fisiológicos que o incapacitam, daí sua denominação: Desorientação Incapacitante. Um dos estímulos prejudiciais aos sentidos, decorrentes da desorientação espacial – o *nistagmo vestibular* – pode comprometer tanto a leitura dos instrumentos no painel da aeronave quanto impedir uma visão estável de referências fora da aeronave. Também é possível ocorrer reflexos *espino-vestibulares*, a ponto de o piloto não conseguir controlar a aeronave. Pode haver, ainda, pânico ou medo extremo por parte do piloto, como decorrência do processo de desorientação espacial, a ponto de o mesmo se tornar incapaz de adotar uma atitude racional. O importante a respeito deste tipo de desorientação espacial é que o piloto está desorientado e reconhece o fenômeno, mas não consegue fazer nada a respeito. (GILLINGHAM; PREVIC, 1996: 320)

Um dos instrumentos mais utilizados no mundo para treinar pilotos e astronautas para prevenir a ocorrência de desorientação espacial é a Cadeira de Barany (Figura 3.1), criada pelo médico fisiologista Robert Barany, que provoca aceleração angular idêntica à que ocorre em vôo. Diversos sistemas, como os simuladores de vôo, podem reproduzir as acelerações encontradas em vôo, porém, com elevado custo de aquisição, de manutenção e de utilização. (GILLINGHAM; PREVIC, 1996: 321)



**Figura 3.1 – Cadeira rotatória eletricamente controlada**

**Fonte:** [http://www.ipct.pucrs.br/biomed/portugues/projetos/imagens/tn\\_barany1.jpg](http://www.ipct.pucrs.br/biomed/portugues/projetos/imagens/tn_barany1.jpg)

Em relação ao homem, não há qualquer tipo de adaptação fisiológica possível à desorientação espacial, ainda que se possa avançar no conhecimento profundo da fisiologia humana. No entanto, estudos apontam que há menor susceptibilidade à desorientação espacial quanto maior a vivência do indivíduo, o que estimula o treinamento dos pilotos. (READ, 1988: 41)

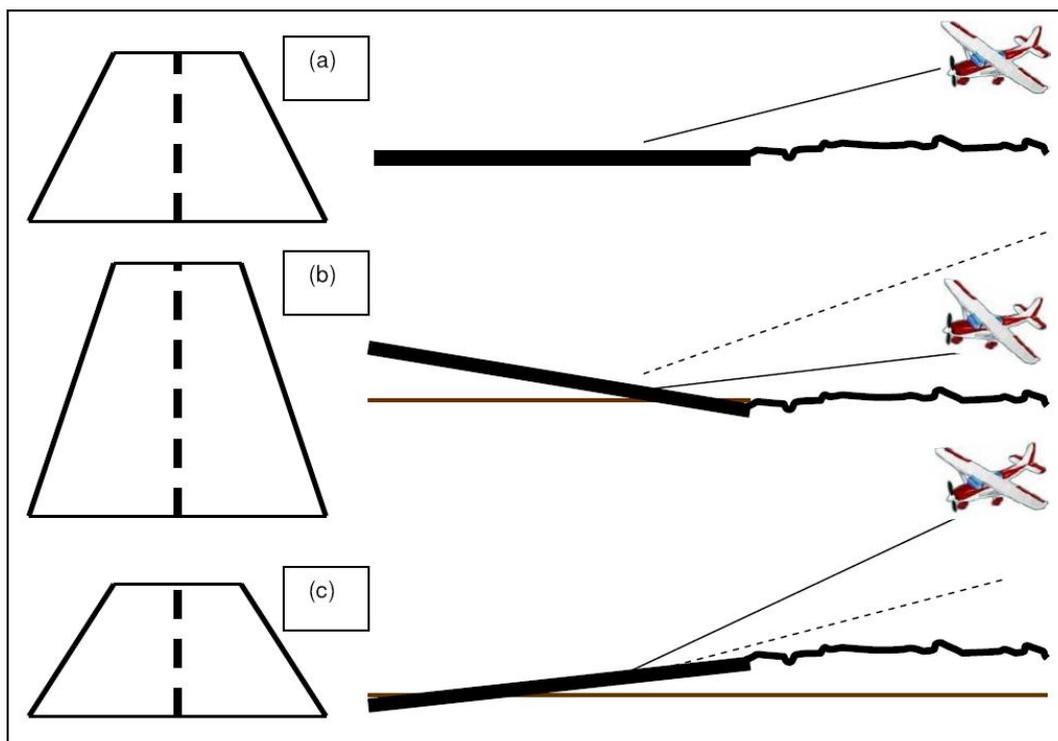
Apesar dos avanços tecnológicos, a ocorrência de desorientação espacial persiste provocando acidentes com perdas humanas e materiais, o que reforça o papel da prevenção, a partir do treinamento.

### 3.3 ILUSÕES VISUAIS

Há diversas formas de se classificar e organizar as ilusões decorrentes de informações equivocadas por parte do sistema visual. A categorização da ilusão pode ser associada ao foco da visão ou ao ambiente. Veremos algumas delas no decorrer desse subitem:

#### 3.3.1 Forma Constante ou Tamanho Constante

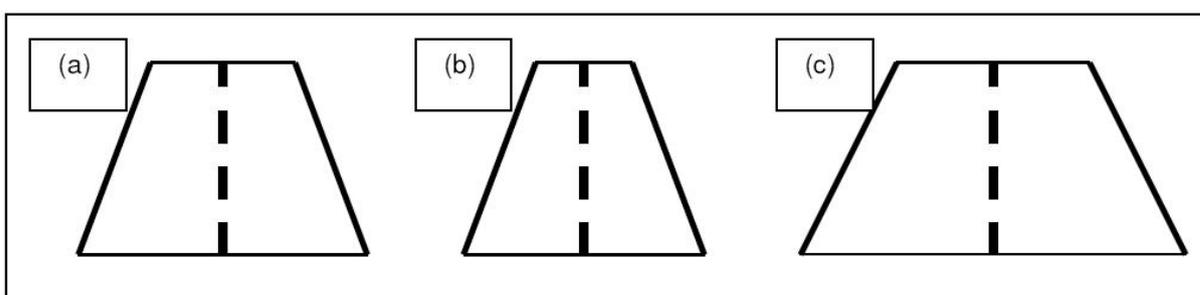
Destaca-se a que ocorre em decorrência de a pista assumir, na percepção do piloto, uma “constância na forma”, do inglês, *shape constancy*, ou, ainda, “forma constante”. Tendo o formato constante de uma pista na memória (Figura 3.2 a), ao se deparar com outra pista em aclive ou declive, o piloto pode ter uma ilusão. Por exemplo, numa situação de aproximação para pouso numa pista em aclive pode sofrer a ilusão de que está numa altitude mais alta, em função da perspectiva das linhas de contorno da pista, que parecerão mais longas e mais estreitas (quando comparadas ao “formato constante” da pista que tem na mente), fazendo com que ele venha a comandar a aeronave de forma a posicioná-la em altitude mais baixa em relação à pista (Figura 3.2 b). Tal situação fará com que o cruzamento da cabeceira ocorra em menor altitude do que a prevista, colocando a aeronave numa circunstância perigosa. O oposto disso ocorre quando a pista encontra-se numa situação de declive, o que fará com que o piloto possa ter a ilusão de que está em altitude mais baixa. Tal correção, à custa de uma ilusão, ocasionará um cruzamento da cabeceira da pista em altitude superior à prevista, o que também colocará a aeronave numa situação perigosa (Figura 3.3 c). (GILLINGHAM; PREVIC, 1996: 352)



**Figura 3.2 - “Forma Constante” - A trajetória normal é a linha pontilhada**

Fonte: ALVES, 2008: 72

Já o Tamanho Constante ocorre quando o piloto, baseado no padrão das pistas que opera normalmente, passa a considerar, na percepção dele, uma “constância no tamanho” da pista, do inglês, *size constancy*, ou, ainda, “tamanho constante” (Figura 3.3), como se existisse apenas um padrão fixo para todas as demais. Desta forma, uma pista mais estreita pode ser percebida pelo mesmo como uma aproximação em altitude acima do normal, pois ele a percebe como se ela estivesse ainda muito afastada (em comparação ao modelo de tamanho constante que traz na mente), o que implicará em correções enganosas e de risco para o procedimento de pouso. (GILLINGHAM; PREVIC, 1996: 353)



**Figura 3.3 - Ilusão visual “Constância no Tamanho”**

Fonte: ALVES, 2008: 73

### 3.3.2 Buraco Negro

Há, ainda, um tipo de ilusão ocasionada pela dificuldade de se estabelecer referências visuais em função de visibilidade restrita à noite, denominada “buraco negro”, do inglês, *black-hole*. Tal situação pode ocorrer no voo noturno sobre a água ou mesmo sobre o terreno sem iluminação próximo à pista, sem definição da linha do horizonte. Neste caso, somente se percebe as luzes de balizamento da pista. Como não há auxílio da visão periférica, dada a ausência de referenciais no ambiente que circunda o aeródromo, o piloto “tende a perceber” que a aeronave está estabilizada e que a pista é que está se movendo, portanto, ficando mal posicionada para a aproximação, o que o leva a fazer diversas correções, o que, comumente, induz a um pouso curto (Figura 3.4). Este tipo de ilusão também pode ocasionar grave desorientação em pilotos de helicóptero, que se utilizam bastante das referências do solo para aproximação para pouso. (GILLINGHAM; PREVIC, 1996: 360)

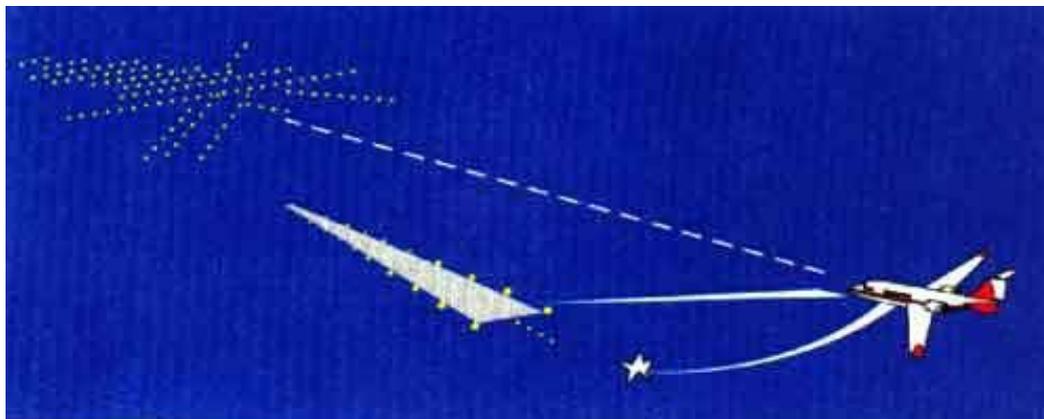


**Figura 3.4 - Ilusão do tipo buraco negro**

**Fonte: ALVES, 2008: 79**

Também durante a noite, ocorre outra variação de aproximação perigosa provocada pela ilusão do tipo buraco negro, essa ocorre quando a superfície terrestre está totalmente escura e não há, portanto, referências visuais, exceto as luzes da pista e de uma cidade, neste caso, localizada além do aeródromo. Nesta crítica condição, o piloto tende a tocar no solo antes da pista, pois mantém um ângulo de visada vertical constante em relação às luzes da cidade, que estão mais distantes, adiante da cabaceira da pista, o que o faz curvar na aproximação final,

abaixo da altitude prevista, uma vez que está se orientando por uma falsa referência (Figura 3.5). (GILLINGHAM; PREVIC, 1996: 372)



**Figura 3.5 - Ilusão do tipo buraco negro (Luzes da Cidade)**

Fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Visual11.jpg>

### **3.3.3 Autocinese**

Em relação às ilusões visuais, faz-se necessário, destacar, também, o fenômeno denominado autocinese, que ocorre quando uma única fonte luminosa, ou poucas luzes agrupadas, são percebidas como se estivessem se movendo, quando, na verdade, estão paradas.

Dentre as diversas orientações que os pilotos recebem para evitar o fenômeno da autocinese estão: evitar fixar de forma prolongada um ponto luminoso; posicionar o ponto luminoso em relação ao pára-brisa da aeronave a fim de estabelecer uma referência de posição; movimentar os olhos, a cabeça e o corpo para minimizar o mecanismo de desencadeamento do fenômeno; confiar sempre nos instrumentos de voo para resolver conflitos de percepção. (GILLINGHAM; PREVIC, 1996: 374)

### **3.3.4 Falso Horizonte**

Também pode ocorrer de o piloto ter a ilusão de o horizonte não estar na horizontal, ou seja, percebendo-o como estando inclinado, a partir de falsas referências no ambiente. Tal situação tende a ocorrer em voo sobre nuvens que possuem contorno inclinado ou em voo dentro de cânion, cujo relevo pode ser inclinado, especialmente à noite, quando o piloto pode confundir

o horizonte com o solo, em função da falta de referenciais ou mesmo confundir as estrelas com as luzes no solo. (GILLINGHAM; PREVIC, 1996: 378)

### **3.3.5 Ilusões Vestibulares**

E por último estão as ilusões vestibulares que ocorrem em função da falta de referência visual, quando passam a predominar os estímulos vestibulares oriundos dos canais semicirculares e dos órgãos otolíticos. As ilusões do tipo somatogiratórias (desnívelamento, a espiral mortal e o efeito Coriolis, por exemplo) estão relacionadas aos canais semicirculares; as do tipo somatogravitacionais, aos órgãos otolíticos (oculogravitacional, efeito de excesso de força G, inversão). (GILLINGHAM; PREVIC, 1996: 379)

## **3.4 ÁLCOOL, FUMO E MEDICAMENTOS**

Sabemos que um piloto intoxicado representa um sério risco à segurança de vôo. Nos Estados Unidos, aproximadamente 16% dos acidentes da aviação geral estão associados à ingestão de bebidas alcoólicas, índice que tem se mantido relativamente constante desde 1970. Ressaltando que essas estatísticas somente consideram aqueles acidentes nos quais o piloto possuía uma concentração de álcool acima de zero, não podemos esquecer que outros acidentes foram provocados por efeitos menos conhecidos do álcool como: náusea, fadiga e dor de cabeça.

Um dos principais problemas do uso do álcool é a utilização do mesmo como auxílio para dormir. O problema é que ele interfere com os padrões normais de sono, reduzindo sua qualidade mesmo quando o número de horas de sono se situa na faixa normal. O motivo disto é que o álcool antecipa o sono profundo, suprimindo o sono REM (movimento rápido dos olhos - *rapid eye movement*), fase na qual o sonho se manifesta. Isto pode acontecer com concentrações de álcool tão baixas quanto 0,025%. Dosagens maiores podem suprimir totalmente o sono REM. A mudança no padrão de sono ou a supressão do sono REM provoca sensações subjetivas de fadiga e dificulta a concentração no dia seguinte.

O equilíbrio ou sistema vestibular de uma pessoa pode ser comprometido pelo álcool e os seus sintomas são bem conhecidos por aqueles que, após uma noite de farra, acordam na manhã seguinte e descobrem que um simples movimento de cabeça provoca tontura e a

sensação de que o quarto está girando. Esta sensação é causada pela entrada do álcool nos canais semicirculares, que são sensores do movimento angular da cabeça. O álcool dilui o fluido nos canais, reduzindo sua densidade em grande escala. Um movimento de cabeça faz com que o fluido se desloque mais rápido e para mais longe do que normalmente, produzindo sinais exagerados de movimento de cabeça que são transmitidos ao cérebro. Este fenômeno, poderoso indutor de desorientação para quem está com os pés na terra, se torna muito mais intenso no cenário tridimensional do voo.

Outro fenômeno, denominado Coriolis, se caracteriza por uma severa sensação de vertigem quando se movimenta a cabeça fora do plano de rotação, simultaneamente estimulando uma parte dos canais semicirculares e desativando outra. Mesmo pequenas quantidades de álcool podem induzir este efeito, fazendo com que pequenos movimentos de cabeça em voo resultem em significantes sensações de vertigem e desorientação. Isto é particularmente perigoso em voos IFR, que acabam se tornando mais difíceis.

Enquanto as conseqüências da ingestão excessiva de álcool no desempenho humano são bem conhecidas, muitos ainda ignoram que a qualidade do desempenho pode ser prejudicada pelo álcool mesmo muito tempo depois que a concentração da substância no sangue voltar a zero. Por essa razão, mesmo baixa ou moderada, a quantidade de álcool ingerida na noite anterior pode comprometer seriamente a segurança do voo realizado na manhã seguinte.

### **3.5 DESRESPEITO AOS LIMITES E PROIBIÇÕES**

Como já visto no item 3.4, o tripulante que faz uso de álcool ou medicamentos sem observar os limites de dosagens e tempo que precede ao voo, age de forma contrária à segurança de voo, uma vez que gera uma sobrecarga de *stress* autoprovocada, gerando diminuição em sua concentração, sonolência e aumento dos tempos de resposta aos estímulos externos. Além disso, problemas como cefaléias, náuseas e outros podem incapacitar o tripulante, gerando alto risco de ocorrência de um acidente ou incidente.

Esta sobrecarga pode ser provocada consciente ou inconscientemente. No primeiro caso, o tripulante conhece os efeitos e assume o risco ao desrespeitar a proibição da automedicação ou de ingerir bebidas alcoólicas nas oito horas precedentes ao voo, conforme prevê o Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica número 91 (Regras Gerais de Operação

para Aeronaves Civis). No segundo caso, ocorre um desconhecimento do risco, ou seja, o tripulante não possui a noção do perigo que está enfrentando, sendo ainda mais preocupante, uma vez que desconhecendo o perigo a autoconfiança proporciona uma diminuição no nível de alerta. Assim, tanto o desrespeito como o desconhecimento, geram considerável aumento do fator de risco na atividade aérea, colaborando para o aumento da contribuição dos fatores humanos nos acidentes e incidentes aeronáuticos, sobretudo na aviação geral, onde o controle regulatório não é tão criterioso quando comparado ao transporte aéreo regular.

Entre os vários tipos de sobrecarga de “stress” autoprovocadas, o mau uso do álcool é inquestionavelmente o líder como causas de acidentes e perdas de vidas. Mas outro aspecto muito importante é o representado pelo fumo. (ALBUQUERQUE, 1991: 14)

### ***1. Dados do Acidente:***

***Modelo:*** AB-115 Aeroboero

***Matrícula:*** PP-FGE

***Operador:*** Aeroclube de Bragança Paulista

***Data/hora:*** 07 jun 92 – 09:30 P

***Local:*** Aeroporto Arthur Siqueira

***Cidade, UF:*** Bragança Paulista, SP

***Tipo:*** Colisão em Vôo com Obstáculo

### ***HISTÓRICO***

*A aeronave decolou com notificação de vôo local para o setor norte do aeródromo, onde o piloto faria treinamento para manutenção operacional.*

*Após a decolagem, o piloto começou a executar manobras acrobáticas sobre o aeródromo, com vôos rasantes.*

*Em uma passagem baixa a aeronave colidiu com um dos hangares.*

*O piloto sofreu ferimentos graves, duas pessoas que se encontravam nas proximidades sofreram ferimentos leves e a aeronave ficou totalmente destruída.*

### ***ANÁLISE***

*Os exames médicos atestaram que a concentração de álcool na corrente sanguínea do piloto era 1,8 g/l. O piloto possuía alto grau de alcoolemia, considerado de embriaguez psicótica,*

no qual há verdadeiro estado de alienação mental e ataxia motora. É um estado pré-comatoso, no qual não é capaz de coordenar seus atos e raciocínio, afetando sua capacidade de julgamento e seu nível de percepção.

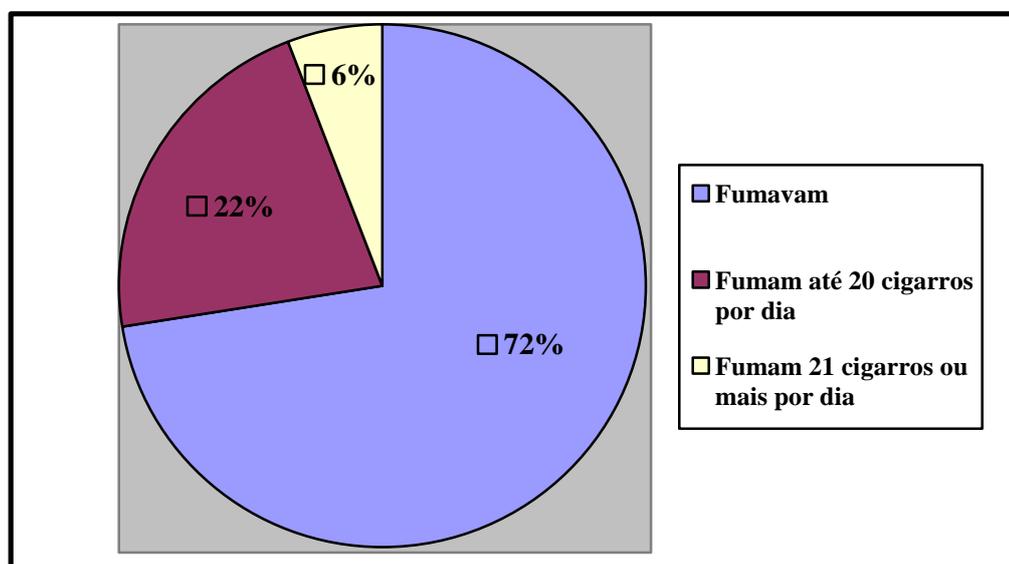
### **CONCLUSÃO**

*Fator Humano – Aspecto Fisiológico – Contribuiu*

*O estado de embriaguez pré-comatoso do piloto tornava-o incapaz de coordenar atos e raciocínio, incapacitando-o para a atividade aérea.*

*O aspecto psicológico não foi investigado (...)*

Hoje é quase unanimidade por parte dos profissionais de medicina a condenação do hábito de fumar cigarros. Afora considerações sobre câncer, doença coronária e doenças pulmonares, o cigarro com certeza prejudica a segurança de vôo. E segundo Palma, numa análise envolvendo fatores de risco cardíaco, apresentou-se o seguinte gráfico a cerca da porcentagem de fumantes na aviação: (PALMA, 2002: 109)



**Figura 3.6 – Porcentagem de fumantes na aviação**

Fonte: <http://portalteses.icict.fiocruz.br/>

A nicotina aumenta a pressão sangüínea e contrai os vasos sangüíneos. Aumenta a necessidade de oxigênio em 10 a 15 %. Pode aumentar o tempo de reação a duas vezes o tempo normal, pela paralisação das células nervosas. Além do monóxido de carbono, um dos subprodutos da queima do cigarro tem uma afinidade pela hemoglobina cerca de 120 vezes

maior que o oxigênio. Isto significa que, em presença do monóxido de carbono (CO), o nosso sangue deixa de transportar O<sub>2</sub> para as células, produzindo certo tipo de asfixia.

Mesmo estando ao nível do mar, aquelas pessoas que estão expostas à fumaça do cigarro já apresentam certo grau de hipóxia, ainda que nessas condições o piloto não apresente necessariamente sintomas, tudo se passa como se ele já estivesse numa altitude maior do que a real. Dessa forma, em um voo, os riscos serão maiores nas aeronaves onde se fuma. (ALBUQUERQUE, 1991: 14) Vale lembrar que, embora esteja proibido por decisão judicial fumar em aeronaves civis brasileiras, independentemente do tempo de duração do voo, não existe controle eficaz coibindo o uso de cigarros em aeronaves particulares da aviação geral.

O desempenho de um piloto também pode ser seriamente afetado por medicações, tanto as prescritas como aquelas que não possuem necessidade de receita para sua aquisição, assim como por condições médicas pelas quais elas estejam sendo administradas.

Muitas medicações, tal como tranqüilizantes, sedativos, fortes analgésicos e xaropes contra tosse, possuem efeitos primários que podem causar prejuízo ao julgamento, memória, vigilância, coordenação, visão e habilidade para cálculos. Outros, como anti-histamínicos, drogas para controle da pressão sangüínea, relaxantes musculares e agentes para controle de diarreia e enjôo, possuem efeitos colaterais que podem prejudicar as mesmas funções críticas, podendo levar a um acidente aéreo.

Um ponto que deve ser observado por pilotos e comissários antes da automedicação é que boa parte dos efeitos colaterais das drogas químicas podem ser acentuados pela altitude e muitos ainda são desconhecidos. Pouco se sabe sobre a relação dos medicamentos com a desorientação espacial e a redução da tolerância ao G, por exemplo.

Existem vários casos de acidentes aeronáuticos em que a causa básica foi uma deficiente performance do piloto, o qual fazia uso de algum medicamento potencialmente perigoso. Existem listas de medicamentos autorizados e proibidos para o voo que são do conhecimento dos médicos de aviação, que devem ser sempre procurados antes de se usar qualquer remédio.

### 3.5 SONO E FADIGA

Cerca de 21% dos acidentes reportados informalmente para a Aviation Safety Reporting System (ASRS) sugerem fadiga como fator. De fato, falhas da tripulação (onde a fadiga do piloto pode ter contribuído) têm sido relatadas em aproximadamente 75% das perdas de aeronaves desde 1959. Mas documentar a presença da fadiga em determinado momento, quantificar seus efeitos e avaliar os benefícios de medidas para solucioná-la – como um cochilo – é muito difícil. Desde 1950, cientistas vêm estudando o sono humano em laboratório, mas a sociedade tem ignorado o potencial letal da fadiga no mundo real. A edição de regras sobre sono e descanso dos pilotos é um dos temas mais controversos na indústria aeronáutica.

De acordo com a Flight Safety Foundation, a fadiga e a sonolência nas tripulações têm três causas principais. Provavelmente, a mais conhecida seja a ruptura do relógio biológico, tanto nas funções físicas, quanto nas psicológicas, o que produz o chamado efeito jet lag.

Esse efeito atinge tanto a parte mental, quanto a física e emocional dos indivíduos, provocando sintomas como desorientação, insônia, fadiga e ansiedade. O relógio biológico tem ciclos que chegam a mais de 24 horas, o que explica que é mais fácil atrasar o relógio que avançá-lo; isto quer dizer que quando os vôos são para o Leste as adaptações ao fuso horário são mais difíceis que quando se dirigem ao Oeste. O nível de capacidade do corpo de estar alerta a qualquer emergência está claramente ligado a estes processos cronobiológicos, que têm clara influência no nível de respostas do ser humano aos estímulos que recebe. A ruptura do relógio biológico produz uma queda na capacidade de alerta, tanto física como psíquica do piloto, diante de qualquer emergência. Recentes investigações da NASA abordaram uma questão fundamental no dia-a-dia dos tripulantes, principalmente os que fazem vôos de longo percurso: a importância de se dormir e descansar bem e as conseqüências de não seguir essas regras.

O corpo sofre os transtornos dos contínuos fusos horários nos vôos transoceânicos, a fadiga é maior. A pessoa dorme mais profundamente se deitar quando a temperatura do corpo é maior, ao anoitecer e, dorme menos quando a temperatura é mais baixa, por volta das quatro da madrugada.

A maioria dos motoristas de automóveis reconhece que, em algumas circunstâncias, o esgotamento físico, sobretudo à noite, piora o estado de sonolência, apesar da força que se faz devido à direção, e o constante exercício de controle psíquico realizado e dos estímulos visuais do caminho a percorrer. Este risco é muito maior para os pilotos de linhas de longo percurso, para quem os estímulos visuais do céu noturno são nulos, a tensão psíquica é muito pequena, devido ao sistema de piloto automático, além dos fusos horários que mudam de um país para outro.

Outro fator que não pode deixar de ser considerado para o aumento da fadiga e perda de sono é a idade. Pilotos com menos de vinte e cinco anos tiveram menos transtornos no sono depois de um vôo transoceânico que os pilotos com uma idade superior.

O problema da fadiga das tripulações e a ruptura dos padrões de sono são agravados conforme o aumento no número de vôos de grandes percursos programados pelas empresas aéreas. O jet lag e a acumulação de sono são cada vez maiores. Essa situação é ainda agravada pelo fato de os novos modelos de aviões terem pouca luz nas cabines, cada vez mais automatizadas.

Entre as soluções oferecidas, encontra-se a utilização de duas tripulações em um mesmo vôo. Os fabricantes de aviões, como a Airbus e a Boeing, já estão se antecipando a esta necessidade, com os modelos B747-400 e A340, nos quais existem espaços para descanso dos tripulantes.

Os investigadores da NASA também sugerem que as empresas de equipamentos aeronáuticos deveriam fabricar computadores de bordo de tal modo que ajudassem a reduzir os efeitos do sono e da fadiga, eles seriam fontes de estímulo aos pilotos durante os vôos longos. As conclusões desse estudo, elaborado pela NASA, recomendam que os fabricantes aeronáuticos e as empresas aéreas devem assumir ao menos que um membro da tripulação corre o risco de estar com o nível de alerta baixo durante significativo período de um vôo longo. Segundo eles, as normas sobre períodos de trabalho e descanso das tripulações aéreas deveriam levar em conta esses fatores.

Dentro do segmento da Aviação Geral, nota-se que os problemas com a fadiga estão mais presentes em empresas de Táxi Aéreo, operadores da aviação agrícola<sup>4</sup> e vôos de aeroclubes e escolas de aviação do que em pilotos e operadores particulares. O motivo básico para este cenário refere-se à maior exposição ao risco que a jornada de trabalho e as escalas de vôos que essas empresas propiciam.

Visando prevenir estes problemas foi sancionada em 1984 a Lei 7.183, a qual estabeleceu limites na jornada de trabalho e períodos mínimos de repouso e folga dos tripulantes. Contudo, essa Lei somente abrange e regula a profissão do Aeronauta, de forma que os operadores privados não possuem, hoje, nenhuma norma ou lei que imponha limite no número de pousos ou horas voadas em um único dia.

Através do relatório oficial do CENIPA, podemos notar um exemplo de acidente onde os fatores fisiológicos tiveram contribuição:

#### **1. Dados do Acidente:**

**Data/Hora:** 22 OUT 1995 – 18:20P

**Local:** Redenção – SNDL

**Cidade, UF:** Redenção, PA

**Modelo:** Beech95 B-55

**Matrícula:** PT-IMH

**Operador:** Particular

**Tipo:** Colisão Em Vôo Com Obstáculo

#### **HISTÓRICO**

A aeronave decolou do aeródromo de Redenção – PA, com 2 tripulantes e 6 passageiros a bordo, para realizar vôo panorâmico em comemoração ao Dia do Aviador, nas proximidades daquela cidade.

Às 18:20P, ao sobrevoar a pista no sentido 23/05, a aproximadamente 1500 ft de altura, a aeronave iniciou um giro sobre seu eixo longitudinal, nivelada, para o lado esquerdo, na

---

<sup>4</sup> Operações aéreas que tem por fim proteger ou fomentar o desenvolvimento da agricultura em qualquer de seus aspectos, mediante a aplicação em vôo de fertilizantes, sementes, inseticidas, herbicidas ou povoamento de água e combate a incêndios em campos e florestas. (RBHA 137, 1999: 05)

*vertical da cabeceira 05. Na seqüência, interrompeu a manobra na posição invertida (dorso), deixando o nariz cair e, após, girou duas vezes em altitude picada, iniciando então uma recuperação.*

*Com as asas niveladas, porém afundando, a aeronave colidiu com o telhado de um galpão próximo à pista e, em seguida, contra o solo, vindo a sofrer avarias acima de qualquer recuperação.*

*Os dois pilotos e cinco passageiros faleceram no local. Um dos ocupantes sobreviveu com ferimentos graves.*

### **ANÁLISE**

*Na noite anterior do acidente, houve a realização do baile do aviador, uma comemoração tradicional na comunidade aeronáutica. O piloto da aeronave acidentada era o responsável pela organização do baile e, segundo informações de testemunhas, ficou presente na festa até as seis horas da manhã do dia 22 de outubro, dia da ocorrência do sinistro ora analisado.*

*Durante o decorrer do dia 22 de outubro, o piloto participou de alguns eventos e, segundo declarações de testemunhas, tanto ele, como o co-piloto, ingeriram bebida alcoólica até, aproximadamente, seis horas antes do momento do acidente.*

*O dia transcorria normalmente para o piloto, que comemorava, à sua maneira, a festa dos aviadores. Não havia vôo programado para aquele dia, e sim para o dia seguinte. Desta forma, a ingestão de bebida alcoólica e a falta de descanso adequado do piloto naquele dia não teriam qualquer ligação com a atividade aérea, visto que esta não existiria.*

*No entanto, ao entardecer, colegas aviadores e até mesmo o co-piloto da aeronave acidentada compareceram à residência do piloto e, com certo sacrifício, convenceram-no a participar de um sobrevôo coletivo de oito aeronaves nas proximidades da cidade, em comemoração ao dia do aviador, antecipando o sobrevôo planejado para o dia 23 de outubro pela manhã.*

*O piloto aceitou, o que pode significar um comportamento de submissão a pressões externas, posto que inicialmente o mesmo não havia acatado a idéia.*

*Após, o piloto deslocou-se para o aeródromo e ocupou a aeronave sem ter realizado qualquer tipo de planejamento e brifim para o tipo de vôo proposto.*

*A realização de um sobrevôo de oito aeronaves em uma data comemorativa requer um planejamento adequado, com relação à coordenação dos vôos, proibição de realização de manobras a baixa altura e outros procedimentos impróprios. No entanto, a supervisão do*

*evento não proporcionou um planejamento adequado da atividade. Não houve, sequer, um briefim para os participantes do sobrevôo.*

*Dessa forma, a tripulação adentrou a aeronave, deu partida e decolou. Uma tripulação evidentemente acometida de fadiga e um bem provável embotamento cerebral etílico, em decorrência da falta de repouso adequado para a atividade aérea e do consumo de bebida alcoólica até um período de seis horas antecedentes ao vôo do sinistro.*

*O fato de a aeronave estar com duas pessoas a mais do que prevê o fabricante é um indício do baixo grau de comprometimento com a doutrina de segurança de vôo dos tripulantes. O nível de percepção do perigo estava, bem provavelmente, comprometido pela condição física e psicológica em que se encontravam naquele momento.*

*Testemunhos de pessoas ligadas ao piloto relatam que o mesmo constantemente solicitava a colegas aviadores que lhe ensinassem a realização de algumas manobras acrobáticas, mas que era desestimulado por aqueles, pois não possuía habilitação para tais procedimentos. Há relatos, também, de que o piloto era indisciplinado em alguns aspectos do vôo, quando realizava pousos e decolagens noturnos de aeródromos não homologados para operação noturna.*

*Dessa forma, tem-se que a hipótese mais provável para a ocorrência do sinistro foi a tentativa de realização de uma manobra acrobática por uma tripulação não habilitada nem qualificada para tal procedimento, em uma aeronave não homologada para manobras acrobáticas e com excesso de passageiros a bordo. Uma excessiva autoconfiança do piloto, aliada a uma atitude complacente do co-piloto e a um estado de fadiga e embotamento cerebral etílico, estiveram presentes na tomada de decisão pela tripulação ou pelo piloto isoladamente, que conduziu a aeronave a condições marginais de vôo até a sua colisão com o solo.*

## **CONCLUSÃO**

### *Fator Humano*

*(1). Aspecto Fisiológico – Contribuiu.*

*Houve a participação de variáveis fisiológicas no desempenho da tripulação, com relação à fadiga e ao consumo de bebida alcoólica em período próximo à realização do vôo.*

*(2). Aspecto psicológico – Contribuiu*

*Houve a participação de variáveis psicológicas em nível individual e psicossocial, relacionadas à aspectos de submissão diante de pressões externas, autoconfiança, falha de percepção do perigo (ausência de juízo crítico), motivação e complacência do co-piloto (...)*

### **3.6 RITMO CIRCADIANO**

O ser humano possui um "relógio" interno que faz, por exemplo, que haja um fluxo menstrual a cada 28 dias, que nasçam barbas, bigode e pelos pubianos somente a partir da adolescência, etc. Entretanto, vários fenômenos ocorrem dentro do nosso organismo de forma cíclica, regular, completando-se a cada 24 horas. A este ritmo de cerca de um dia chamamos de circadiano. É o caso do sono, fome e de outros fatores ligados ao nosso desempenho.

Todos estes fenômenos não ocorrem por meros fatores psicológicos, mas sim, devido à concentração de certos hormônios no nosso corpo, que variam em forma de ondas ao longo do dia. (ALBUQUERQUE, 1991: 15)

Quando este ritmo é rompido, chamamos o problema de dessincronose. Isto pode ocorrer de duas formas:

A primeira é quando, através de um avião, cruzamos rapidamente vários fusos horários, aumentando ou encurtando dia em que estamos. O nosso relógio interno tem dificuldades de se adaptar à nova situação. A quebra da relação dia-noite com o sono, a fome e a atenção podem provocar diversos sintomas como cefaléia, mal-estar, dispepsia, insônia, fadiga, irritação, que podem perdurar por vários dias até a completa cura. Essa demora é geralmente de um dia para cada fuso horário rompido.

Por outro lado, a *dessincronose* pode ocorrer quando forçamos o nosso corpo a trabalhar em horário que não seja habitual ou adequado à nossa fisiologia, como vãos à noite ou através da madrugada, ritmo irregular de trabalho, alternando dias e noites, desconsiderando períodos adequados de repouso e alimentação.

Ou seja, os sintomas da disritmia circadiana podem incluir: perturbação do sono, interrupções das refeições, eliminação de hábitos, lassidão, ansiedade e irritabilidade, levando a uma reação mais lenta, ou seja, um maior tempo de resposta para tomadas de decisões. Inexatidão

da memória e erro de cálculo que poderão afetar diretamente o desempenho operacional e a segurança.

### **3.7 HIPÓXIA**

Hipoxemia é o teor reduzido da concentração de oxigênio no sangue arterial, o que leva a hipóxia, que normalmente é a baixa disponibilidade de oxigênio para os tecidos orgânicos.

A hipóxia pode ocorrer tanto se houver quantidade normal de oxigênio no sangue arterial (neste caso há uma alteração nos mecanismo de transporte de oxigênio para órgãos específicos, que é chamada de hipóxia em tecido. Exemplos dessa anomalia são o infarto agudo do miocárdio e o acidente vascular cerebral. Quando a quantidade de oxigênio ficar significativamente reduzida nos vasos arteriais, chamamos de hipóxia generalizada. Ela então afeta o corpo todo e acontece se, por exemplo, houver deslocamento do indivíduo para áreas com concentrações baixas de oxigênio no ar.

Já a Hipoxia decorrente da exposição à altitude se dá somente pela redução das pressões barométricas encontradas em altitude, apesar da concentração de oxigênio na atmosfera permanecer em torno de 21% do chão ao espaço.

Embora a deterioração da visão noturna ocorra a uma altitude pressão da cabine tão baixa quanto 5.000 pés, outros efeitos significantes relacionados à hipoxia de altitude normalmente não ocorrem abaixo de 12.000 pés em um piloto são. De 12.000 até 15.000 pés de altitude ocorre prejuízo de julgamento, memória, vigilância, coordenação e habilidade de efetuar cálculos, incidindo dor de cabeça, sonolência, tontura e ou senso de bem estar (euforia) ou agressividade. Os efeitos vão aparecendo seguidos por períodos cada vez mais curtos de exposição a altitudes crescentes. Na realidade, a performance do piloto pode se deteriorar seriamente dentro de 15 minutos a 15.000 pés.

Na altitude pressão (cabine) acima de 15.000 pés, o campo visual periférico se reduz a ponto de somente restar à visão central (visão em túnel). As pontas dos dedos assim como os lábios assumem uma coloração azulada (*cyanosis*). A 18.000 pés a habilidade de adotar correções e ações protetoras é perdida entre 20 a 30 minutos de exposição e a 20.000 pés entre 5 a 12 minutos, seguido logo depois de inconsciência.

A altitude em que ocorrem os efeitos significativos da hipóxia pode ser reduzida por um número de fatores. Monóxido de carbono inalado por fumante ou gases exalados, hemoglobina baixa (anemia) e certos medicamentos podem reduzir a capacidade de transporte de oxigênio no sangue a níveis onde a quantidade de oxigênio fornecida aos tecidos do corpo já será equivalente ao oxigênio fornecido aos tecidos quando expostos a altitude pressão [cabine] de várias centenas de pés. Uma pequena quantidade de álcool e baixas doses de certas drogas, tais como anti-histamínicos, tranqüilizantes e analgésicos, podem, através do seu efeito depressor, deixar o cérebro muito mais suscetível a hipóxia. Calor e frio extremo, febre e ansiedade elevam a demanda de oxigênio exigida pelo corpo e conseqüentemente a sua suscetibilidade a hipóxia.

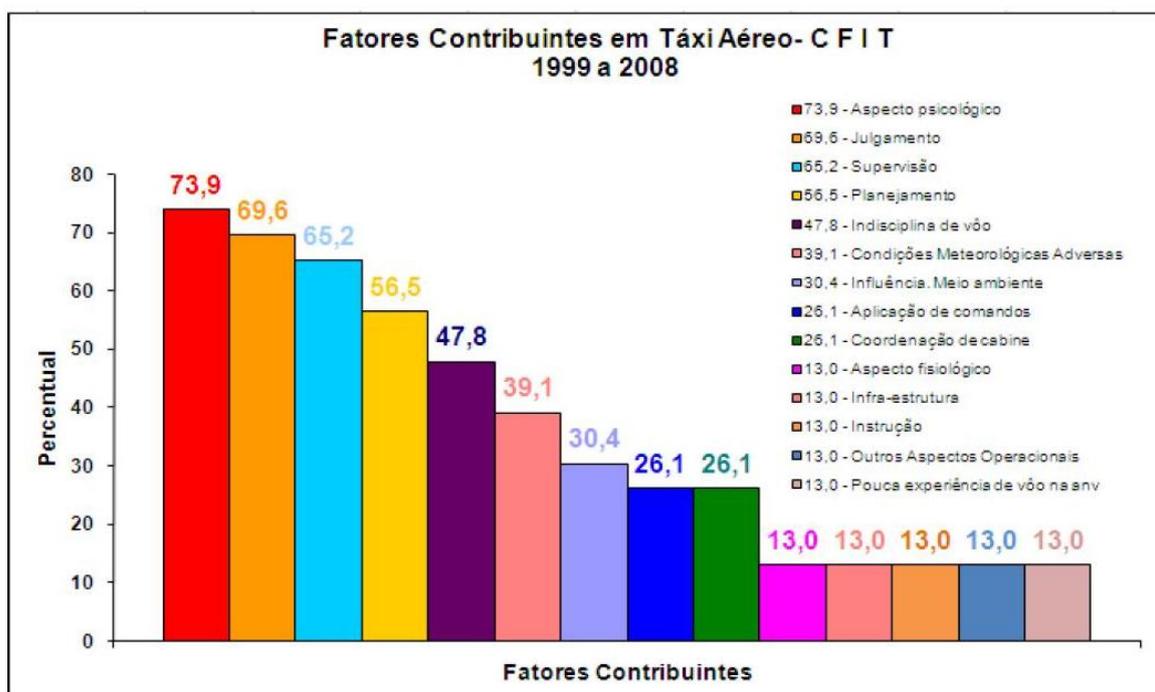
Infelizmente, os efeitos da hipóxia são normalmente bem difíceis de se reconhecer, especialmente quando eles ocorrem gradualmente. Já que os efeitos da mesma não variam entre as pessoas.

## 4 FATORES PSICOLÓGICOS

### 4.1 EVOLUÇÃO

A Psicologia de Aviação tem origem na II Guerra Mundial com a seleção de pilotos, e seus estudos vêm se ampliando e se consolidando em uma atividade pró-ativa, cujo objetivo é a antecipação do somatório de falhas latentes em todo sistema aeronáutico para não resultar no acidente. Sistema este composto por: Homem-Máquina-Ambiente-Organização e cujo elo mais flexível, frágil e vulnerável mesmo com todo avanço tecnológico ainda é o Fator Humano.

Vale ressaltar que, atuando-se preventivamente nos aspectos psicológicos do desempenho humano, alguns dos procedimentos atribuídos ao fator operacional também tornar-se-ão mais seguros, haja vista, muitas vezes, as falhas operacionais terem sua origem associada à influência dos condicionantes psicológicos do desempenho humano.



**Figura 4.1 – Fatores contribuintes em taxi aéreo**

Fonte: ICA 3-2 / 2009

Daí, a aplicabilidade e importância da Psicologia, que será mais vista e analisada nos subitens abaixo:

## **4.2 SAÚDE MENTAL – DESIQUILÍBRIO MENTAL**

O desequilíbrio mental pode ser classificado pelas formas apresentadas a seguir:

### **4.2.1 Formas Endógenas**

São geradas por fatores desconhecidos e não se consegue compreender o que está se passando com os desequilibrados deste tipo. Geralmente são chamados de loucos, isto é, não são capazes de levar uma vida normal, seus atos são incoerentes, suas idéias absurdas. Tamanha é a transformação que se opera nesses indivíduos, que qualquer pessoa capta a doença. O desequilíbrio endógeno é incompatível com qualquer trabalho, sendo afastado, por si só, ou pela comunidade que o leva a um tratamento.

Estes desequilíbrios são chamados de psicoses e são doenças mentais de caráter grave. Temos como exemplos: Esquizofrenia e Psicose Maníaco-depressiva (PMD). O fato de estes doentes serem logo afastados do seu local de trabalho torna-os sem importância para o nosso assunto, mas não deve deixar de ser citado.

### **4.2.2 Formas Reacionais**

São geradas por fatores externos também chamados de estímulos negativos. Estes estímulos podem ser quaisquer acontecimentos que sejam desagradáveis, podendo ser de qualquer natureza, às vezes até insignificantes para todos, menos para aqueles que o está sentindo. Vão desde perturbações familiares (esposa, filhos), até a simples perda de objetos.

Os acontecimentos desagradáveis, quando permanecem preocupando o indivíduo, transformam-se em tensões que trazem um desequilíbrio passageiro ao Sistema Nervoso Central (SNC), produzindo o que se chama de STRESS, ou seja, mal-estar e angústia indescritíveis.

O STRESS provoca uma alteração nas maneiras de agir, pensar e sentir, que chamamos de respostas negativas, ou seja:

*Podemos, então, definir as formas reacionais de desequilíbrios psíquicos como sendo “desequilíbrios passageiros do sistema nervoso central (S.N.C)”, desencadeados por estímulos provenientes do meio ambiente (acontecimentos, frustrações), que provocam uma alteração nas maneiras de agir, pensar e sentir. (ALBUQUERQUE, 1991: 20)*

É claro que os acontecimentos desagradáveis (tensões) vão atingir as pessoas de modo diferenciado. Além do cansaço físico é um fator que coopera, aumentando a sensibilidade.

As formas reacionais são passageiras, acontecem num grande número de pessoas, daí a sua grande importância nos acidentes aeronáuticos.

### **4.3 ESTRESSE**

O estresse pode ser encontrado em muitas tarefas, e o ambiente de aviação é particularmente rico em fatores potenciais de estresse, sendo associado às viagens internacionais e, em menor grau, às domésticas é resultado de vários fatores psicológicos, que têm seu efeito aumentado pelo congestionamento dos sistemas de transporte (PAGE, 2001: 244). O estresse de viagem pode ser atribuído a: ansiedades anteriores ao vôo; problemas no vôo; *jet lag*; medos e fobias e entre outros fatores psicológicos.

Este está associado também a eventos da vida independente do sistema da aviação, sendo fortemente relacionado ao elemento humano. Tais eventos podem ser tristes (como uma separação familiar) ou felizes (como casamento ou nascimento de filhos). Em todas as situações, respostas individuais ao estresse põem diferir de uma pessoa para outra e qualquer dano resultante seria atribuído à resposta que a pessoa deu ao estresse, e não ao fator estressante em si.

O homem submetido a tensões, desequilibrado e estressado, sofre uma modificação na sua estrutura, o que prejudica sobremaneira o seu desempenho. Se este desequilíbrio persistir, o indivíduo adotará uma das seguintes posturas (atitudes) abaixo relacionadas:

#### **4.3.1 Postura Angustiada**

É aquela onde a agitação aparece em primeiro plano. Seus atos são inseguros e atropelados, freqüentemente vários movimentos são feitos ao mesmo tempo.

#### **4.3.2 Postura Fóbica**

Nesta, o medo prevalece, às vezes, muito escondido. O pânico é um acontecimento esperado.

#### **4.3.3 Postura Depressiva**

Nesta, prevalece a tristeza, choro fácil. Os movimentos são lentos. É uma postura muito perigosa, pois, às vezes, inconscientemente o indivíduo se deixa levar para a morte, suicídio por ato falho.

#### **4.3.4 Postura Histérica**

É aquela em que o indivíduo inventa uma série de doenças, dores, etc., para fugir da sua realidade, isto é, esquecer seus problemas.

Como vimos, pela sua própria fragilidade, o homem é sujeito a uma série de apreensões que podem alterar qualquer setor do seu organismo. Os desajustes psíquicos tornam-se muito importantes no desempenho de qualquer profissão devido à negação que se faz. Na profissão de aeronauta este fator torna-se ainda mais relevante.

### **4.4 ANGÚSTIA**

A angústia pode ser definida como medo do desconhecido, medo este que se dá a sensação de que algo vai acontecer. É uma sensação desagradável, com a qual o ser humano se depara sempre que se coloca diante de uma situação onde não tenha controle direto e total dos fatos.

A atividade aérea, por si, deixa o indivíduo em uma condição de angústia. No alto, ele se vê como um condutor à mercê da máquina (que ele produziu) e das intempéries. O fenômeno do vôo pouco depende do homem, e sim, de uma série de fatores inerentes a ele, nos quais, às

vezes, não há possibilidade de intervenção. A máquina não pode falhar e ele não é a máquina. Este conjunto lhe causa medo, produto da angústia.

No entanto, outro fator que se sobrepõe é a motivação, verdadeira fixação em voar, ganhar os céus, dominar a máquina, sentir-se livre. Essa motivação produz no avião uma força gigantesca que o ajuda a vencer o medo, a angústia, o mal-estar, promovendo uma integração perfeita entre ele e a máquina, fazendo com que as atitudes corretas sejam tomadas, controlando seu sistema nervoso, enfim, ajustando seu invento às suas necessidades.

Sabe-se, contudo, que o homem, para desempenhar o seu trabalho, tem que estar de posse de suas estabilidades físicas e psíquicas, sem as quais desaparecerá a motivação, que sucumbirá frente a novos temores do dia-a-dia e não se terá a tão desejada integração homem/máquina.

Vários são os fatores que impedem essa integração do homem à máquina. O homem desequilibrado, sofrendo influências do meio ambiente (familiares, econômicas, profissionais, etc.), tornar-se-á vulnerável, o que contribuirá sobremaneira à prática de atos falhos e desastrosos, provocadores de acidentes. (ALBUQUERQUE, 1991: 19)

Num enfoque diferenciado, a autora Maria da Conceição Pereira (2001) engloba os aspectos psicológicos em fatores condicionantes de qualidade e quantidade de tarefas executadas pelo homem. São eles: os individuais, tais como personalidade, experiência, atitude, motivação e hábitos. São também os psicossociais – relativos aos fenômenos que ocorrem na relação do indivíduo com as pessoas que integram os ambientes de trabalho, familiar e social. E, ainda, os organizacionais, aqueles ligados aos aspectos da Organização que influenciam os comportamentos dos indivíduos e grupos que dela fazem parte, tais como cultura, normas e condições de trabalho.

Dentro dos condicionantes individuais temos os aspectos cognitivos, a atitude e o estado emocional:

Aspectos Cognitivos: referem-se ao conhecimento profissional, experiência e processo de raciocínio no desempenho da atividade. Por exemplo, durante o voo o piloto é submetido a uma série de estímulos provenientes do ambiente interno e externo da cabine, há uma necessidade de manter uma atenção constante, por vezes difusa e por vezes concentrada, para

que os estímulos sejam percebidos e identificados. O piloto deve reagir a estes estímulos e, para isso, necessita elaborar um julgamento sobre a situação, analisar as alternativas de ação possíveis, para decidir sobre a mais adequada, e implementá-la através de uma resposta motora. Em todo esse processo, o piloto freqüentemente recorre à memória para auxiliá-lo, e este apoio ocorre continuamente, sem que ele se dê conta. (PEREIRA, 2001: 40-41)

Os aspectos cognitivos envolvem grandes limitações, sendo extremamente vulneráveis a influencias relacionadas às condições dos indivíduos – tanto físicas quanto psicológicas. De acordo com os dados do CENIPA, referentes aos relatórios finais dos acidentes ocorridos no período de 1992 a 1996, as áreas de atenção/percepção e processo decisório contribuíram para 14,98% e 14,68%, respectivamente, dos acidentes aeronáuticos. Nessas áreas, a desatenção e a tomada de decisão errada destacam-se como os principais aspectos contribuintes.

Atitude: diz respeito à tendência do indivíduo a agir de determinada maneira diante de situações, pessoas e objeto. Baseia-se nas experiências anteriores e ajuda a determinar, nas situações específicas, “o que” vai ser percebido e “como”.

A atitude do piloto frente às atividades de segurança, ao seu trabalho e à organização, indica a probabilidade de realizar um voo seguro e pode fazer a diferença entre a ocorrência ou não de um acidente. Nos períodos entre 1992 e 1996, o aspecto psicológico de maior incidência nos acidentes foi atitude (24,46%).

Dentre aquelas atitudes consideradas incompatíveis com o voo seguro estão: o excesso de autoconfiança, o exibicionismo, a complacência, a improvisação, a negligência e o descaso com operações e procedimentos.

Estado Emocional: responsável por 14,37% da contribuição do aspecto psicológico na aviação. Toda atividade que envolve riscos em sua execução necessita que o operador aprenda a lidar com as emoções de modo a não comprometer a segurança, durante o desempenho da tarefa, principalmente nas situações de emergência, onde a mobilização emocional é muito intensa e, de acordo com as características individuais, pode levar a uma reação apressada, lenta ou até mesmo ao bloqueio de qualquer reação.

A ansiedade elevada, principal aspecto contribuinte nessa área, prejudica a percepção, o julgamento e, conseqüentemente, a tomada de decisão e a ação do indivíduo.

Já os condicionantes psicossociais, presentes em 7,64% dos acidentes aeronáuticos, referem-se aos relacionamentos interpessoais que se estabelecem no trabalho e fora dele. No caso específico da atividade aérea, são exemplos as relações entre os tripulantes, passageiros, pessoal responsável pela manutenção e controlador de tráfego aéreo.

Outro aspecto que pode interferir na tomada de decisão do piloto é a cultura do grupo com o qual se relaciona no trabalho. Cultura é um conjunto de crenças e valores compartilhados por todos ou quase todos os membros de um grupo e é a partir dessas crenças e valores que se estabelecem os comportamentos e a percepção de mundo das pessoas. É uma programação mental coletiva que diferencia um grupo de outro. (PERREIRA, 2001: 43)

A influência dos aspectos individuais e psicossociais pode ser potencializada ou minimizada dependendo do modo como a Organização, à qual o indivíduo e também o grupo estão subordinados, considera as questões ligadas à Segurança de Voo.

Os condicionantes organizacionais contribuíram em média com 2,75% nos acidentes aeronáuticos. A organização estabelece, a partir dos seus objetivos, condições de trabalho, fornece os equipamentos, disponibiliza manuais, cartas de navegação, e outros recursos necessários ao desempenho, define práticas referentes à avaliação de desempenho, acompanhamento, supervisão, treinamento, entre outros requisitos necessários ao desempenho da atividade aérea.

Percebe-se que, no último triênio, a influência do aspecto fisiológico baixou significativamente, fato este atribuído à diminuição da quantidade média de horas voadas, ocasionando, portanto, menos fadiga e sobrecarga autoprovocada, e, também, pela conscientização dos aeronavegantes.

Por outro lado, a influência do aspecto psicológico (como podemos ver no gráfico abaixo) aumentou quase o dobro no mesmo período, evidenciando a necessidade de uma atuação preventiva.

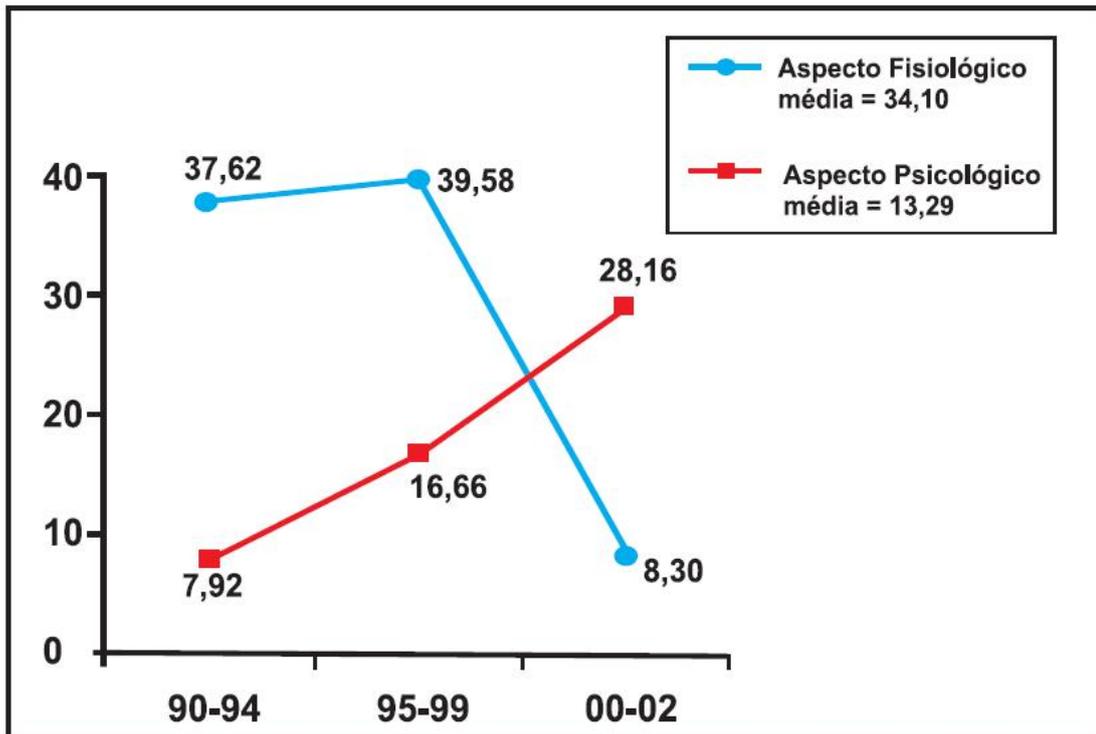


Figura 4.2 - Influência dos aspectos fisiológicos e psicológicos

Fonte: CENIPA

Vejamos, através dos relatórios oficiais do CENIPA, alguns exemplos de acidentes onde fatores psicológicos tiveram contribuição para o resultado final:

### 1. Dados do Acidente:

**Data:** 29 de junho de 1998

**Aeronave:** Piper PA-30 Twin Comanche

**Operador:** Particular

**Matrícula/Prefixo:** PP-AFS (Figura 4.3)

**Tripulação:** 01

**Passageiros:** 05

**Fatalidades:** 06

**Aeroporto de Partida:** Aeródromo de Rio Claro - SP (SDRK)

## **HISTÓRICO**

*Estava sendo realizada uma festa aviatória na cidade de Rio Claro-SP. Para tal, foi instalada uma torre de controle temporária (TWR do SRPV-SP), com a finalidade de coordenar o citado evento.*

*Na véspera do acidente o piloto pretendia decolar para realizar uma viagem, mas não fora autorizado pela TWR do SRPV-SP, pois as condições meteorológicas continuavam proibitivas.*

*O piloto do PP-AFS intentava empreender essa viagem havia quatro dias, porém, devido às condições meteorológicas reinantes, era sempre proibido de fazê-lo.*

*Por fim, após a desativação da TWR, o piloto decidiu decolar de Rio Claro (SDRK) com destino ao aeródromo de Santo Antônio do Leveger (SWLV). Encontravam-se a bordo, além do piloto, o proprietário da aeronave e sua família, perfazendo um total de seis pessoas.*

*Após a decolagem, a aeronave entrou e saiu de camadas de nuvens por várias vezes, em curva pela direita. Repentinamente, iniciou uma curva à esquerda, reduzindo a velocidade e entrando novamente em nuvens. Logo após, reapareceu em vôo descendente e chocou-se, inicialmente com um poste de iluminação pública e, posteriormente, com o solo (...), incendiando-se em seguida.*

*Em conseqüência, o avião ficou irrecuperável e os ocupantes faleceram no local do acidente. Um ciclista que passava pelo local sofreu queimaduras graves.*

## **ANÁLISE**

*O que teria motivado aquele piloto a decidir decolar naquelas condições meteorológicas, contrariando seu perfil individual de racionalidade e profissional apegado a cálculos e normas operacionais e contrariando, também, orientações de seus colegas que lhe pediram para que não decolasse naquelas condições?*

*Com a desativação da torre, o proprietário da aeronave, que era conhecido como sendo uma pessoa imediatista, solicitou ao piloto para que decolasse para o destino. O piloto, que em situações difíceis tornava-se inseguro e nervoso, atendeu à solicitação do proprietário no sentido de se manter no emprego, pois havia, aparentemente, uma pressão psicológica do dono da aeronave para que decolasse o mais rápido possível.*

*Mesmo não sendo habilitado ao Vôo por Instrumentos e sendo possuidor de pouca experiência na aeronave, o piloto cedeu às pressões do proprietário da aeronave e decolou em condições críticas de visibilidade e teto.*

*Ao decolar, o piloto encontrou dificuldades superiores à sua capacidade em solucioná-las, sobretudo para manter a controlabilidade do bimotor, fato comprovado pela discussão ocorrida após a decolagem, que ficou registrada na secretária eletrônica de um amigo do proprietário da aeronave.*

*O piloto, sem a habilidade no vôo por instrumentos, permitiu que a velocidade se deteriorasse, caindo para valores abaixo da velocidade mínima de controle, o que levou o bimotor ao estol<sup>5</sup> seguido de perda total de controle. Como o avião ainda se encontrava baixo em relação ao terreno, não houve altura suficiente para permitir uma recuperação do controle da aeronave.*

*Existe, também, a possibilidade de o piloto ter tido dificuldades para controlar a aeronave em virtude do deslocamento do CG (Centro de Gravidade) para trás. Tal deslocamento torna a aeronave mais difícil de ser controlada, principalmente em condições de baixa velocidade, que era o caso.*

## **CONCLUSÃO**

*Fator Humano - Aspecto Psicológico – Contribuiu*

*Houve a participação de variáveis psicológicas em nível individual e psicossocial. As características de insegurança e nervosismo do piloto em situações difíceis, aliadas à pressão exercida pelo proprietário da aeronave, fizeram com que o piloto tomasse a decisão de decolar e tentar enfrentar as condições meteorológicas reinantes naquele momento (...). (CENIPA – Resumo dos Relatórios Finais dos Acidentes da Década de 90, 2002: 160-161)*



**Figura: 4.3 – PP-AFS (Após Acidente)**

**Fonte:** [http://www.desastresaereos.net/acidentes\\_brasil\\_01.htm](http://www.desastresaereos.net/acidentes_brasil_01.htm)

**2. Dados do Acidente:**

**Data:** 15 de março de 1991

**Aeronave:** Learjet 35A

**Operador:** Líder Taxi Aéreo

**Matrícula/Prefixo:** PT-LIH

**Tripulação:** 02

**Passageiros:** 02

**Fatalidades:** 00

**Local do Acidente:** Aeródromo de Uberlândia

**Tipo de Acidente:** Perda de controle em voo

**Fase de Operação:** Aproximação

**Aeroporto de Partida:** Aeroporto de Congonhas (SBSP) – São Paulo – SP

**Aeroporto de Destino:** Aeródromo de Uberlândia (SBUL) - MG

**HISTÓRICO**

A aeronave decolou de São Paulo (SBSP) com destino a Uberlândia (SBUL), para realizar um serviço de ambulância aérea, visando resgatar um paciente.

*Ao chegar à vertical de Uberlândia, as condições meteorológicas estavam abaixo dos mínimos, devido à existência de nevoeiro. Foram realizados dois procedimentos de descida IFR sem sucesso. Na arremetida do segundo procedimento, o piloto tentou o tráfico visual, entrando em curva para a perna do vento, próximo da pista e a baixa altura.*

*Mantendo o motor reduzido e a aeronave em curva de grande inclinação pela esquerda, o piloto tentou interceptar a aproximação final, mas o avião estolou e colidiu na lateral direita da pista 04, arrastando-se por cerca de 300 metros.*

*Dois tripulantes sofreram ferimentos graves, 02 passageiros sofreram ferimentos leves e a aeronave sofreu avarias acima de qualquer recuperação.*

### **ANÁLISE**

*As condições de visibilidade eram de 200m, cobertura de 8/8 de estratos com teto de 100m, devido a ocorrência de nevoeiro. O vento era contínuo, com intensidade de 08 kt e direção de 120 graus.*

*Os pilotos decolaram sem realizar análise meteorológica do aeródromo de destino e alternativas, tomando conhecimento das condições do destino somente durante a descida.*

*O procedimento correto a ser realizado pela tripulação seria o prosseguimento para um aeródromo de alternativa, conforme o planejamento do voo.*

*A experiência recente do piloto nos últimos três anos limitava-se ao voo visual em aeronave EMB 110. Na empresa, recebeu uma readaptação no LR-35A e passou a concorrer à escala, voando sempre com um instrutor. Era a primeira vez que voava com um piloto que não era instrutor. O comandante, mesmo sem estar habilitado a dar instrução, cedeu a cadeira da esquerda ao piloto.*

*O piloto apresentava dificuldades na operação e no voo por instrumentos no LR35-A. Tais dificuldades, com as quais o próprio piloto concordava, eram do conhecimento de seu instrutor.*

*A empresa não possuía programas de treinamento elaborados especificamente para cada situação de instrução (preparação do co-piloto, adaptação do piloto, preparação para comando e reciclagem), deixando a instrução a critério dos próprios instrutores. Os instrutores, por sua vez, não recebiam uma preparação específica para tal atividade, realizando-as de acordo com a sua experiência individual. Existia, ainda, uma ficha de avaliação única na empresa, utilizada em qualquer fase da instrução e que deveria ser*

*preenchida pelo instrutor sempre que realizasse um vôo com esse objetivo, sendo analisada pela Chefia de Operações.*

*Com relação ao desempenho da aeronave, para se entender as condições que podem ter levado ao estol durante a curva, foram levantados os dados de desempenho do Learjet 35. Para um peso estimado de 16.000 lb, a Vref recomendada é de 131 kt. Nestas condições, se estiver com asas niveladas e o flap posicionado em 20°, a aeronave estola com 105 kt. Com a aeronave em curva de 45 graus, a velocidade de estol aumenta para 125kt. Considerando-se ainda a situação de flap em 20°, o aumento da inclinação em apenas mais 5°, para 50°, eleva a velocidade de estol para 131kt, igualando-a a Vref. A investigação não determinou a configuração de flaps no momento do impacto, nem o peso de operação da aeronave.*

*O avião foi operado de forma incorreta até a ocorrência do estol que levou à perda de controle e ao acidente. O comandante da aeronave não poderia ter deixado de assumir sua função a bordo nos momentos críticos da operação, pois era sua a responsabilidade da operação do vôo. Assim sendo, caberia ao comandante determinar ao piloto nos comandos da aeronave a arremetida padrão e prosseguimento para o aeródromo de alternativa.*

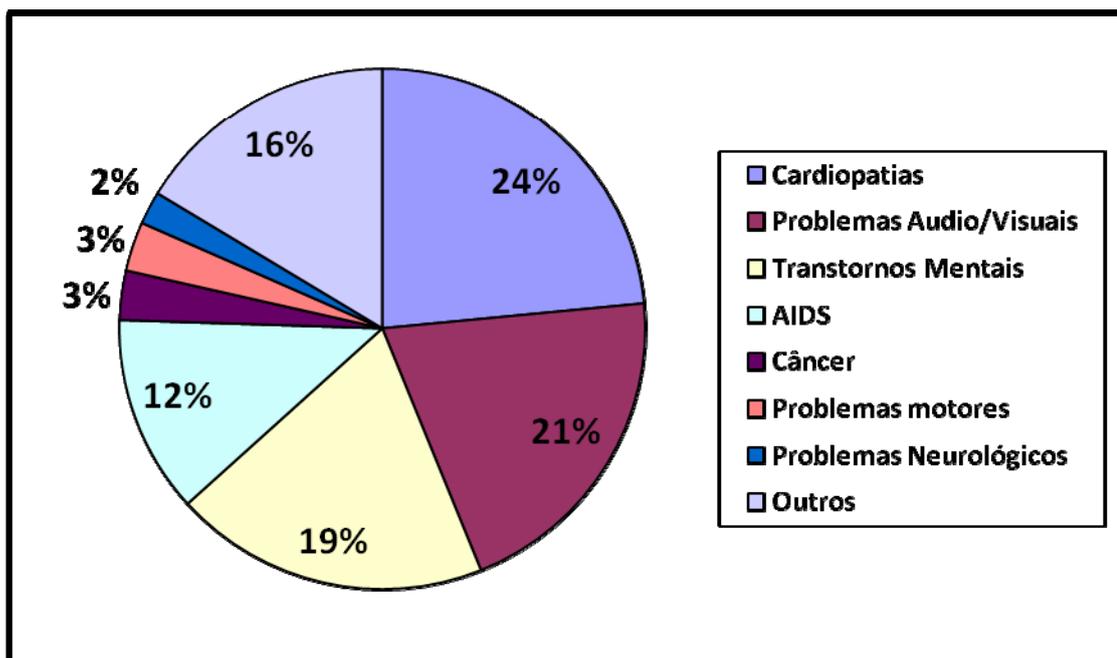
*Alguns dos ferimentos poderiam ter sido evitados, caso os tripulantes estivessem utilizando os cintos tipo suspensório no momento do impacto com o solo.*

## **CONCLUSÃO**

### ***Fator Humano – Aspecto Psicológico: Contribuiu***

*Houve a participação de variáveis psicológicas, a nível individual e organizacional, que interferiram no desempenho da tripulação, com relação à necessidade da realização do pouso em Uberlândia para o transporte de um paciente (...). (CENIPA – Resumo dos Relatórios Finais dos Acidentes da Década de 90, 2002: 17-18)*

Ao final é interessante apresentar dados do DIESAT (Departamento Intersindical e Saúde do Trabalho), que apresenta valores estatísticos sobre prevalência de invalidez permanente entre os aeronautas, mostrando:



**Figura 4.4 – Invalidez permanente entre os aeronautas**

Fonte: <http://portalteses.icict.fiocruz.br/>

Os acidentes causados por “falha humana” continuam a representar um desafio para todos os envolvidos com a prevenção e a curva de ocorrências mostra que, apesar da sua inquestionável queda ao longo da história, o número de acidentes tem-se mantido relativamente constante nos últimos anos. Há muito tempo as comissões de investigação de acidentes vêm encontrando durante as análises basicamente os mesmos fatores contribuintes. A única coisa que provavelmente tem mudado é a ordem em que estes fatores apareceram até a ocorrência do acidente, no final da cadeia de eventos.

## 5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa demonstrou, através de seu levantamento estatístico, que as principais causas contribuinte para acidentes aeronáuticos sofreram uma inversão ao longo do século.

Inicialmente, as aeronaves eram frágeis e pouco testadas, não existia homologação de produtos aeronáuticos. Pouco se conhecia sobre as conseqüências de se manobrar um objeto mais pesado que o ar através de reações aerodinâmicas. Assim, a maioria dos acidentes era provocada por falhas materiais.

Ao longo do tempo, o desenvolvimento da indústria aeronáutica possibilitou a construção de aeronaves mais confiáveis, porém o elo mais crítico do sistema permaneceu inalterado, o ser humano. Este, com suas limitações físicas e psíquicas, passou a ser responsável pela maior parte dos fatores contribuintes e decisivos para a ocorrência de um acidente.

Dentro dos Fatores Humanos, foco deste trabalho de pesquisa, pode-se concluir que, atualmente, os fatores de origem psicológica merecem maior atenção. Chega-se a esta conclusão ao considerar que tais fatores estão presentes em praticamente todos os relatórios de acidentes aeronáuticos dos últimos anos, de forma direta ou indireta, colaborando, neste caso, para a presença de outros fatores contribuintes.

A regulamentação do aeronauta foi implementada com o intuito de promover a Segurança de Vôo, mas, mesmo assim, sua aplicação pode ser feita de forma que a boa parte da Segurança pretendida seja colocada em risco. Normalmente, por alta demanda do tráfego ou por uma eventual falta de tripulantes em um determinado equipamento, torna-se necessário utilizar todas as regras estabelecidas pela regulamentação, num enfoque diferente daquele pretendido - Segurança de Vôo - ainda que dentro da lei, mas longe da margem de Segurança idealizada. Essa situação submete os tripulantes a cargas de trabalho estressantes e combinações de vôos por vezes perigosas.

Como já visto anteriormente, a regulamentação do aeronauta não atinge a todos as classes de aviadores. Contudo, como recomendação para auxiliar na redução do número de acidentes, deve-se estendê-la a todos os pilotos, independente de sua freqüência ou finalidade de vôo,

uma vez que um limite fisiológico ou psicológico ultrapassado uma única vez já poderá ser o suficiente para desencadear um acidente.

Atualmente a indústria aeronáutica pode ser caracterizada pela irregularidade de horários de trabalho, esse fator impõe, ao tripulante, riscos relacionados à fisiologia e a psicologia humana, trazendo problemas de saúde física, psicológica e sócio-familiares. Os turnos da noite, por exemplo, propiciam as disfunções do trato gastrintestinal (úlceras, diarreia etc.), distúrbios psicossomáticos (dor de cabeça, fadiga e náusea) e aumento do risco de doença cardiovascular.

Sabe-se que a consideração desses fatores na confecção das escalas demanda aumento de custos, além da complexidade das variáveis. Mesmo assim, acreditamos ser possível e essencial incluir os Fatores Humanos como aspecto a ser considerado. Com esse novo enfoque, apesar de o aumento do custo da escala ser o único parâmetro que pode ser facilmente quantificado, temos a convicção de que os resultados desse investimento em termos de melhoria da Segurança de Voo, aumento da produtividade e a diminuição de dispensas médicas serão facilmente notados em pouco tempo. Falhas mecânicas e condições adversas de tempo não são tão preocupantes isoladamente. Porém, sua combinação com outros fatores pode quebrar ou remover as defesas do sistema e isso sim é preocupante. Assim, recomenda-se, também, a revisão das leis e regulamentos que regem a atividade aérea no Brasil, com o intuito de adequá-las ao momento atual e contribuir para o aumento da segurança de voo.

Como em várias atividades de risco elevado, a aviação vem desenvolvendo artifícios que tentam manter o sistema à prova de falhas simples, de maneira bem genérica, criando defesas. A probabilidade maior é que sejamos vítimas de um acidente "organizacional", onde uma falha latente, normalmente gerada nas esferas gerenciais e organizacionais, combinada com eventos adversos (mau tempo, pane, local desconhecido etc.) e falhas ativas individuais (erro ou violação de procedimentos operacionais) desencadeia uma situação de perigo.

Para um impacto significativo na eliminação desses acidentes/incidentes "organizacionais" é imprescindível entender-se melhor esses fatores contribuintes. A quantidade de acidentes e incidentes são maus indicadores da "saúde" da Segurança de Voo de uma empresa, de um país e de uma região. Somente o controle completo dos fatores causadores desses acidentes pode

dar a medida real do nível de Segurança de uma organização. Em outras palavras, organizações "seguras" podem ter acidentes graves, enquanto as "inseguras" podem escapar deles, por pura sorte, durante longos períodos. Situações extremas de fadiga induzidas por uma escala mal feita podem ser o fator desencadeador de incidentes/acidentes, principalmente em condições adversas.

Fica comprovada a hipótese, no momento em que a inobservância ou desconhecimento dos limites humanos, tanto fisiológicos como psicológicos, resultam em grande número de ocorrências. Chegou-se a esta conclusão ao se analisar os relatórios de acidentes aeronáuticos ocorridos na aviação civil brasileira. Conclui-se, também, que medidas educativas estão entre as mais recomendadas para evitar que novos acidentes ocorrem pelos mesmos motivos. Promover palestras e seminários relacionados com Segurança de Vôo permite diminuir o desconhecimento que gera o aumento do risco. Paralelamente, recomendam-se ações de fiscalização para inibir o desrespeito aos limites do homem e da máquina na atividade aérea. Ainda, torna-se necessário uma revisão das leis e regulamentos visando uma modernização destes e uma melhor adequação com o dinâmico desenvolvimento da aviação brasileira e mundial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALBUQUERQUE FILHO, Manoel Joaquim Cavalcanti de. *ABC do vôo seguro*. São Paulo: ASA, 1991.

ALVES, Cloer Vescia. *Desenvolvimento de um sistema para quantificação da desorientação espacial*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 223p, 2008.

BARBOUR, A. B. *The hazards of rapid travel*. *J. roy. Inst. publ. Hlth*, 25: 1962.

BEATY, David. *The naked pilot: The human factor in aircraft accidents*. Shrewsbury: Airlife, 1995.

BENSON, A.J. Spatial Disorientation – common illusions. In: Ernsting, J.; King, P. *Aviation Medicine*. 2nd. ed. London: Butterworth-Heinemann, 1998. p. 297-317.

BRANDÃO, J. S. *Mitologia Grega*. Petrópolis: Vozes, 1994

CENIPA – *Resumo dos Relatórios Finais dos Acidentes da Década de 90, 2002: 160-161*

EICHENBERGER, Jerry A.. *Handling in-flight emergencies*. New York: Tab Books, 1995.

GILLINGHAM, K.K.; PREVIC, F.H. Spatial Orientation in Flight. In: DeHart, R.L. *Fundamentals of Aerospace Medicine*. 2nd. ed. Baltimore: William & Willins, 1996. p.309-97.

GROENEWEG, J. *Hazard Analysis: The accident causation model*. In: STELLMANN, J. M. (Ed) *The ILO Encyclopaedia of Occupational Health and Safety*, fourth edition. ILO Publications, Geneva, 1998.

HAWKINS, Frank H.. *Human factors in flight*. Aldershot: Ashgate, 1993.

HELFENSTEIN, José Eduardo. *Uirateonteon Medicina Aeronáutica*, São Paulo, Ed. ASA, 1998.

HUMAN FACTORS AND AEROSPACE SAFETY. Gower House: Ashgate, 2001.

JENKINS R. et al, Simpósio de Gerenciamento de Recursos e Equipes, CRM, Rio (2004)

Célio Eugênio de Abreu Júnior: 2007  
<http://discutindoaviacaocivil.blogspot.com/>

MANUAL DE SEGURANÇA DE VÔO DOS OPERADORES AERONÁUTICOS. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

MAURINO, Daniel E. et al. *Beyond aviation human factors: safety in high technology systems*. Vermont: Avebury Aviation, 1995.

MEIRA, R. Afonso. *Estudo médico-social dos fatores contribuintes para os acidentes das aeronaves executivas convencionais ocorridos entre 1971 e 1975*. São Paulo. 1976. 137f. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MOURA, Geraldo Bezerra. *Transporte aéreo e responsabilidade civil*. São Paulo: Aduaneiras, 1992.

ORLADY, Harry W.. *Human factors in multi-crew flight operations*. Aldershot: Ashgate, 1999.

PAGE, Stephen J. *Transporte e turismo*. São Paulo: Bookman, 2001.

PACHECO, José da Silva. *Comentários ao Código Brasileiro da Aeronáutica: (Lei nº 7.565, de 16.12.1986)*, Rio de Janeiro: Forense, 2001.

PALMA, Alexandre. *Ciência pós-normal, saúde e riscos dos aeronautas: a incorporação da vulnerabilidade*. [Doutorado] Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 2002. 236 p.

PESSOA, Lenildo Tabosa. *História da Aviação Comercial Brasileira*. São Paulo: Editora Rios, 1989.

PEREIRA, M. C. e RIBEIRO, S. *Os vôos da Psicologia no Brasil: Estudos e Práticas na aviação*. Rio de Janeiro: DAC – NUICAF, 2001.

READ, KEITH E. E. *Aeromedicine for Aviators*. 1st. ed. Shrewsbury: Airlife Publishing Ltd., 1988.

REASON, J. *Human error: models and management*. *BMJ*, 320, 2000.

REASON, J. Understanding adverse events: human factors. *Quality Safety Health Care*, v. 4, n. 2, p. 80-89, 1995.

REINHART, Richard O.. *Basic flight physiology*. New York: McGraw-Hill, 2008.

ROED, Aage. *Seguridad de vuelo: aerodinámica, actuaciones, estabilidad y control, cargas, problemas operativos prácticos, prevención e investigación de accidentes*. Madrid: Paraninfo, 1995.

TROLLIP, Stanley R.. *Human factors for general aviation*. Englewood: Jeppesen Sanderson, 1996.

Leis, decretos, portarias, regulamentos:

BRASIL. Lei nº 7.183/84, de 05 de abril de 1984. Lei do Aeronauta: Regula o exercício da profissão de aeronauta e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 05 abr. 1984. Seção 1, pt. 1, p. 4969-74.

BRASIL. Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986. Código Brasileiro de Aeronáutica. Diário Oficial da União, Brasília, 23 dez. 1986. Seção 1, pt. 1, p. 19568-84.

BRASIL. Resolução nº 5, de 13 de dezembro de 2006. RBHA 61: Requisitos para concessão de licenças de pilotos e instrutores de voo. Diário Oficial da União, Brasília, 14 dez. 2006.

BRASIL. Portaria nº 130, de 13 de fevereiro de 2006. RBHA 63: Mecânico de Voo e Comissário de Voo. Diário Oficial da União, Brasília, 15 fev. 2006.

BRASIL. Portaria nº 802, de 15 de maio de 2001. RBHA 65: Despache operacional de voo e Mecânico de manutenção aeronáutica. Diário Oficial da União, Brasília, 15 jun. 2001.

BRASIL. Portaria nº 482, de 20 de março de 2003. RBHA 91: Regras gerais de operação para aeronaves civis. Diário Oficial da União, Brasília, 22 abr. 2003.

BRASIL. Portaria nº 484, de 20 de março de 2003. RBHA 135: Requisitos operacionais: operações complementares e por demanda. Diário Oficial da União, Brasília, 22 abr. 2003.