

# CONEXÃO SIPAER

Revista Científica de Segurança de Voo



R. Conex. SIPAER, v. 1, n. 2, mar. 2010

Compromisso com a Vida

## CENIPA



Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos

## **Conexão SIPAER**

A Revista Conexão SIPAER é uma publicação científica periódica, editada eletronicamente pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos com o objetivo de promover a disseminação da informação técnico-científica produzida por pesquisadores e profissionais da área da ciência aeronáutica e ciências afins voltada para a segurança de voo, com foco nas atividades de investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos.

### **Endereço postal**

Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - CENIPA  
SHIS - QI 05 - Área Especial 12  
VI COMAR - Lago Sul  
Brasília - DF  
BRAZIL  
CEP:71.615-600

### **Contato**

Telefone: +55(61)3364-8846  
Fax: +55(61)3364-8800  
E-mail: [conexaosipaer@cenipa.aer.mil.br](mailto:conexaosipaer@cenipa.aer.mil.br)

## **WEBPAGE**

<http://inseer.ibict.br/sipaer/index.php/sipaer/index>

O conteúdo e as opiniões expressas nos textos publicados são de inteira responsabilidade de seus autores. O periódico terá direitos autorais reservados sobre os trabalhos publicados sendo permitida a reprodução ou transcrição com a devida citação da fonte.

Nenhum conceito emitido deve ser utilizado diretamente na atividade aérea caso contrarie legislação, regulamentação ou manual de voo emitido ou certificado por autoridade competente.

**EXPEDIENTE**

**DIRETOR**

*Brig Ar Jorge Kersul Filho*

**EDITOR CIENTÍFICO**

*Cap Av Felipe Koeller Rodrigues Vieira*

**EDITORA GERENTE**

*Ten Bib Ana Izabel Batista da Silva*

**CONSELHO EDITORIAL**

*Jorge Kersul Filho - Presidente*

*Donizeti de Andrade*

*Eduardo Serra Negra Camerini*

*Elizeth Tavares de Lacerda*

*Getúlio Marques Martins*

*Lucia Helena Salgado e Silva*

*Paulo Henrique Mendonça Rodrigues*

*Selma Leal de Oliveira Ribeiro*

**CONSELHO CIENTÍFICO**

*Alexandre Anselmo Lima*

*Carlos Alberto de Mattos Bento*

*Cloer Vescia Alves*

*Eder Henriqson*

*Flavio Antonio Coimbra Mendonça*

*Franz Luiz Matheus*

*Guilherme Noro*

*Jocelyn Santos dos Reis*

*Letícia Pessoa Masson*

*Luis Claudio Lupoli*

*Luiz Claudio Magalhães Bastos*

*Márcia Fajer*

*Márcia Regina Molinari Barreto*

*Marcos Eugênio de Abreu*

*Marcus Araujo Costa*

*Maurício Franklin Pontes*

*Péricles Gil Canhetti Mondin*

*Raul Souza*

*Ricardo Gakiya Kanashiro*

*Roberto Stolt*

*Romildo Moreira*

*Sebastião Gilberti Maia Cavali*

*Sérgio Quito*

*Vanessa Vieira Dias*

**REVISÃO DE TEXTO**

*Luiz Nelson Marcelino Dias*

*Luiz Serra*

**EDIÇÃO DE LAY-OUT E CAPA**

*Flávio Ferreira dos Santos*

**EDITORIAL**

**O DESAFIO DA SUSTENTABILIDADE NA  
COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR**

Para a equipe editorial da Revista Conexão SIPAER o lançamento deste segundo número é um marco representativo da consolidação de um projeto de caráter permanente. Afinal, esta é uma das características das revistas científicas: a perenidade. Após a superação do desafio que foi criar a revista e lançar o primeiro número, em novembro de 2009, é impossível negar que surgiu uma pequena dúvida, será que conseguiremos sustentar este projeto, esta idéia?

A Ciência Aeronáutica é um campo de natureza multidisciplinar que ainda se encontra em uma fase de consolidação epistemológica e metodológica. Paradigmas estão sendo formados, selecionados e consolidados na exata forma descrita por Thomas Kuhn em sua clássica obra, de 1962, "A Estrutura das Revoluções Científicas". Neste contexto, o Editor Científico se depara com diversas incertezas: será que o tema do artigo submetido é pertinente? A base bibliográfica está consistente? Para quais revisores enviar o original? Qual será a aceitação deste trabalho?

Estas perguntas e muitas outras vão sendo respondidas pelo trabalho coletivo da equipe através de pesquisa, alguma intuição e muita sorte. Afinal é um trabalho pioneiro, não só no Brasil, mas em âmbito mundial.

Esta indispensável sorte revelou-se desde o início da revista, na forma da aceitação irrestrita do projeto editorial por parte do Exmo. Sr. Brigadeiro do Ar Jorge Kersul Filho, Chefe do CENIPA, a quem agradecemos a confiança depositada na competência da equipe e a liberdade de trabalho concedida. Esperamos estar à altura do desafio.

Também é mandatório agradecer a colaboração precisa e irrestrita dos membros dos Conselhos Editorial e Científico, grandes responsáveis pelo sucesso da revista. Aos pareceristas devemos todo o respeito, pelo precioso tempo e conhecimento devotados à revisão dos trabalhos originais.

Impossível seria executar todas as tarefas necessárias para preparar a publicação sem o apoio

extremamente competente dos revisores de texto. Aos Professores Nelson e Serra, nosso respeito, agradecimento e admiração. A beleza expressada na capa é fruto da obra e da arte do editor de lay-out, Sgt Flávio, cujo dom é difícil igualar.

Um agradecimento especial é dirigido à Editora Gerente da revista, Tenente Bibliotecária Ana Izabel. A experiência de trabalhar com tanta sinergia, como a desenvolvida neste projeto, é uma experiência marcante.

Não há dúvida que criar uma revista científica é um projeto coletivo, assim como a própria criação da ciência. Sem os autores, que pesquisaram e escreveram os artigos não haveria texto a ser publicado. É preciso coragem para submeter o fruto da sua pesquisa e do seu raciocínio a um duplo escrutínio. O primeiro, dos pareceristas, é realizado em um contexto e tempo determinados, já o segundo, o do público, será realizado através dos tempos e onde quer que se possa acessar o conteúdo, disponibilizado de forma irrestrita em escala internacional.

A certeza que é construída com mais este número publicado da Revista Conexão SIPAER é que estamos todos crescendo: membros da Equipe Editorial, pareceristas, revisores, autores e, certamente, leitores, que são nosso bem mais precioso. A eles dedicamos este trabalho.

A grande esperança é que, através deste espaço de comunicação científica denominado Revista Conexão SIPAER, a Ciência Aeronáutica se consolide cada vez mais, os profissionais da aviação, da manutenção, do controle do espaço aéreo, da infra-estrutura aeroportuária e todos os demais envolvidos com o voo sejam valorizados e a prevenção de acidentes se torne cada vez mais efetiva, no Brasil e em todo mundo.

É importante que fique expresso que os acertos alcançados são mérito de todos os colaboradores da revista, mas qualquer imperfeição deve ser creditada a quem se fez, por livre e espontânea vontade, responsável pela qualidade da publicação: o Editor Científico. Sabendo que os erros são, e serão, muitos, rogo a gentileza de que todas as críticas e sugestões sejam encaminhadas, é através delas que o trabalho poderá ser aperfeiçoado.

Saudações SIPAER!

Felipe Koeller Rodrigues Vieira Cap Av<sup>1</sup>  
Editor Científico

---

<sup>1</sup> Capitão Aviador da Força Aérea Brasileira, piloto de helicóptero, instrutor de voo, investigador sênior de acidentes aeronáuticos do SERIPA III, no Rio de Janeiro – RJ, Bacharel em Ciências Aeronáuticas com Habilitação em Aviação Militar pela Academia da Força Aérea e Mestre em Ciências da Museologia e do Patrimônio pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Atualmente cursa Doutorado em Engenharia de Transportes na COPPE/UFRJ. felipekoeller@yahoo.com.br.

## SUMÁRIO

### EDITORIAL

- O desafio da sustentabilidade na comunicação científica multidisciplinar (1-2)  
*Felipe Koeller Rodrigues Vieira*

### ARTIGOS CIENTÍFICOS

- Consequências da criminalização de acidentes aeronáuticos (4-44)  
*Flavio Antonio Coimbra Mendonça, Daniella Baptista Maso*
- Incursão em pista: conceito, classificações, fatores contribuintes e medidas preventivas: uma revisão de literatura (45-67)  
*Alexander Coelho Simão*
- Survivability nas operações em helipontos elevados na cidade de São Paulo (68-84)  
*Raul Souza, Thiago Lírio, Jackson Lauffer*
- Manutenção em aeronaves: fator contribuinte para a segurança de aviação (85-99)  
*João Alexandre Braga Maciel Vilela, Eduardo Andrés Serrano Velásquez, José Nogueira da Mata Filho, Fabrício Kikko*
- Análise conceitual da aeroelasticidade, fenômenos aeroelásticos e tecnologia da asa aeroelástica ativa (100-111)  
*Andrés Serrano*
- Ferramenta de apoio ao gerenciamento de risco da fadiga para pilotos da aviação comercial brasileira (112-126)  
*Paulo Rogério Licati, Luiz Marcelo T. de Brito, Fábio Leite Costa, Eduardo do Amaral Silva, Marx Ferreira de Araújo*
- Responsabilidade civil de empresas aeronáuticas: aspectos de fatores humanos (127-145)  
*Ingrid Rodrigues Athayde, José Nogueira da Mata Filho*
- A implantação do transporte aéreo regular de helicópteros na Bacia de Santos: reflexos na terminal Rio – São Paulo (146-158)  
*Luiz Antonio Cauduro Sosa*
- Administração da comunicação no gerenciamento de crises (159-171)  
*Eduardo Afonso Pereira, Juliano Boscaine Simonato, Lucas Thijssen Berbel*

### ESTUDOS DE CASO

- Análise básica dos efeitos aerodinâmicos presentes no acidente do H-1H FAB 8667 (172-186)  
*Waldir Eustáquio Gava*
- O auxílio de imagens na investigação de acidentes aeronáuticos (187-201)  
*Marco Antônio Barbosa*
- Gerenciamento de crise: análise crítica do caso TAM 402 (202-213)  
*Solon Santos Júnior, Matheus Luciano Tapparo*

## CONSEQUÊNCIAS DA CRIMINALIZAÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS

Flavio Antonio Coimbra Mendonça – M.Sc.<sup>1</sup>

Daniella Baptista Maso<sup>2</sup>

Artigo submetido em 04/02/2010.

Aceito para publicação em 22/03/2010.

**RESUMO:** Apesar de raros, os acidentes aeronáuticos custam caro às empresas envolvidas. Além dos prejuízos financeiros, acidentes aeronáuticos têm outras consequências imensuráveis, dentre elas a perda de parentes e amigos, e para as instituições envolvidas, a perda de profissionais altamente capacitados cuja formação e experiência necessárias podem levar até mesmo décadas. De acordo com a Organização de Aviação Civil Internacional – OACI (2006) –, a viabilidade da indústria aeronáutica depende de sua capacidade de prevenir acidentes aeronáuticos. O objetivo da investigação de acidentes aeronáuticos deve ser o controle do risco e a prevenção de futuras ocorrências. Com o processo de investigação direcionado a prevenção de acidentes aeronáuticos, e afastado da busca de culpados e responsáveis, a participação e cooperação dos envolvidos direta ou indiretamente na ocorrência é motivada, possibilitando o levantamento dos fatores que contribuíram para o evento. Ainda de acordo com a OACI (2006), as vantagens em curto prazo de se identificar os responsáveis ou culpados pelo acidente conflitam com as vantagens a médio e longo prazos da prevenção de acidentes aeronáuticos. O uso de relatórios e informações provenientes de instituições e organizações voltadas à prevenção de acidentes, tais como o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) e o National Transportation Safety Board (NTSB), com outros objetivos que não sejam a prevenção de acidentes e incidentes aeronáuticos, pode comprometer a qualidade do eficiente processo de investigação, com prejuízos para a segurança operacional.

**PALAVRAS-CHAVE:** OACI. SIPAER. Segurança Operacional.

---

<sup>1</sup> Tenente Coronel Aviador, Bacharel em Ciências Aeronáuticas com Habilitação em Aviação Militar pela Academia da Força Aérea. Possui Curso de Segurança de Voo no CENIPA - 1996; Curso de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos no Instituto Francês de Segurança de Voo Aerienne - 2004; Curso de Investigação de Acidentes Aeronáuticos na Universidade do Sul da Califórnia – 2006. É Mestre em Segurança de Voo pela Universidade Central do Missouri. Foi Coordenador da Comissão de Controle do Perigo Aviário no Brasil e Coordenador do Comitê CARSAMPAF de Prevenção do Perigo Aviário e Fauna de 2003 a 2007. fcoi@terra.com.br .

<sup>2</sup> Elemento credenciado SIPAER - Atividades Aeroportuárias desde 2004. Auditora da Qualidade – Norma ISO desde 2003. Curso de Ground Operation Safety Audit, na IATA (Genebra), em 2005. daniellamaso@hotmail.com .

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria aeronáutica é um componente fundamental da economia global e uma engrenagem importante para o crescimento de países emergentes. Direta e indiretamente, a aviação emprega mais de 29 milhões de pessoas e transporta grande parte dos produtos de exportação no mundo (MENDONÇA, 2008).

Apesar de extremamente segura, a indústria aeronáutica exige que os profissionais de aviação continuem trabalhando em busca do índice zero de acidentes aeronáuticos (LU et al., 2006). Apesar de raros, tais eventos podem comprometer a prosperidade e a segurança de um país. Fatalidades, bilhões de dólares em prejuízo materiais e desemprego são algumas das consequências dessas tragédias (HEINRICH; GRANISS, 1959).

O número de aeronaves civis registradas no Brasil cresceu aproximadamente 17,53% nos últimos dez anos (ANAC, 2009). Hoje o país se destaca no cenário mundial pelos excelentes índices de segurança de voo, fato que apenas motiva os profissionais de aviação a continuarem trabalhando arduamente em busca do índice zero de acidentes aeronáuticos.

A indústria aeronáutica progrediu rapidamente desde o voo do 14-BIS de Santos Dumont em 1906. Tal progresso não teria sido possível sem o desenvolvimento de técnicas, equipamentos, procedimentos e outras ferramentas voltadas à eliminação ou à redução dos riscos a atividade aérea.

De acordo com a Organização de Aviação Civil Internacional - OACI (2006), através da aplicação disciplinada de práticas de gerenciamento da segurança operacional e da investigação de acidentes e incidentes aeronáuticos, a frequência e a severidade dessas ocorrências caíram significativamente. Eficientes sistemas de gerenciamento da segurança operacional dependem da investigação e da análise dessas ocorrências. Ainda de acordo com a OACI (2006), o valor de um acidente ou incidente aeronáutico, ou mesmo de uma situação de risco, é proporcional à qualidade e ao sucesso do processo investigativo.

O foco da investigação de acidentes e incidentes aeronáuticos deve ser

exclusivamente a prevenção. Com o processo investigativo afastado da procura de culpados e causas e voltado ao gerenciamento da segurança operacional, profissionais de aviação e outras pessoas direta ou indiretamente ligadas ao evento se sentirão seguras e motivadas a colaborar. A consequência é o sucesso na qualidade da investigação e o levantamento de todos os fatores contribuintes, com conseqüente incremento na segurança de voo. O uso impróprio de informações levantadas por profissionais e/ou de relatórios do SIPAER pode comprometer a difícil missão de prevenir acidentes aeronáuticos.

O objetivo deste trabalho científico é compilar informações científicas e técnicas relacionadas à criminalização de acidentes aeronáuticos e às implicações para a segurança operacional. A pesquisa realizada foi exploratória a fim de ampliar o conhecimento sobre o tema. Utilizou-se, ainda, a pesquisa documental, analisando-se diversas legislações que normatizam a atividade de investigação de acidentes e incidentes aeronáuticos. Não é intenção deste artigo o de explorar aspectos de legislações não relacionadas à segurança operacional e/ou aos objetivos envolvidos nos casos de criminalização de acidentes aeronáuticos.

## **2 CULTURA DE SEGURANÇA DE VÔO**

Nas palavras do Dr. James Reason, especialista em prevenção de acidentes:

Safety culture is the product of individual and group values, attitudes, competencies, and patterns of behavior that determine the commitment to and the style and proficiency of an organization's healthy and safety programs (REASON, 1997, p.194).

Ainda de acordo com Reason (1997), organizações com uma cultura de segurança de voo saudável são caracterizadas por comunicações entre os seus integrantes cuja principal característica é a confiança mútua, crença compartilhada na importância da segurança operacional, e na confiança na eficácia dos resultados dos trabalhos voltados à prevenção de acidentes.

A cultura de segurança de voo possui quatro subcomponentes:

- 1) Cultura de reporte – profissionais reportam situações de risco sem receios de sofrerem quaisquer consequências por suas ações;
- 2) Cultura justa – profissionais acreditam que é inaceitável punir erros e atos inseguros independentemente dos seus fatos causadores e circunstâncias, o que significa que a justiça será aplicada dentro dos limites aceitáveis;
- 3) Cultura Flexível – organizações flexíveis possuem uma cultura capaz de se adaptarem efetivamente a mudanças, e;
- 4) Cultura do aprendizado – a vontade e a competência para receber as informações provenientes dos sistemas de segurança de voo e a motivação para implementar as mudanças quando necessário.

A implementação de uma cultura de segurança de voo não é uma tarefa fácil. Primeiramente, muito mais do que a soma de suas partes, é fazer suas partes funcionarem de forma integrada. Mais, cultura de segurança de voo é o que uma empresa ou esquadrão “é”, e não o que eles “têm”.

A cultura justa é um pré-requisito para a cultura de reporte. A cultura de reporte é plenamente alcançada quando profissionais de uma organização estão motivados a reportar situações de risco, mesmo que isso envolva reportar seus próprios erros. A alta gerência deve compartilhar informações de segurança de voo sem nenhum receio de punições.

Todos os integrantes da organização são capacitados e extremamente motivados a reportarem situações de risco, sem haver a menor possibilidade de se envolverem em situações embaraçosas ou mesmo de quaisquer sanções. Não é uma fácil tarefa fazer com que pessoas reportem seus erros, mesmo que se reconheça que o objetivo é a prevenção de acidentes.

Uma cultura de segurança de voo saudável deve ser criada de cima para baixo porque ela depende da confiança e do respeito entre a alta direção e os demais funcionários da instituição. Os profissionais acreditam que terão suporte da

direção em suas decisões e ações baseadas na segurança operacional, e também compreendem que atos intencionais que gerem riscos desnecessários nunca serão aceitos.

### **3 RELATÓRIO CONFIDENCIAL PARA A SEGURANÇA OPERACIONAL**

Os Estados Unidos usam um programa de reporte de situações de risco, conhecido como Aviation Safety Reporting Program – ASRP. Uma parceria entre a National Aeronautics and Space Administration – NASA e a Federal Aviation Administration –FAA permite que situações de risco para a atividade aérea sejam relatadas (MENDONÇA, 2008).

Antes do estabelecimento do ASRP em 1976, uma tentativa da FAA de implementar um programa de reporte voluntário de situações de risco foi infrutífera devido ao receio da comunidade aeronáutica de que a FAA, responsável pela normatização e fiscalização do sistema de aviação civil, usasse as informações disponibilizadas através desses reportes com outra finalidade que não a prevenção de acidentes aeronáuticos.

A FAA, reconhecendo as razões do insucesso deste programa, transferiu o controle do mesmo para uma organização neutra, a NASA (LIMA, 2007). No seu início, o ASRP produzia cerca de 400 reportes por mês, agora este número ultrapassa os 650 por semana.

No Brasil, o Reporte Confidencial para a Segurança Operacional – RCSO destina-se exclusivamente à segurança operacional. O RCSO é administrado pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - CENIPA e tem como principal característica, a garantia do anonimato ao relator. O interessado pode, através da página do CENIPA na internet, fazer o “download” do documento e o enviar pelos Correios com porte pago pelo Centro.

Existe atualmente na comunidade aeronáutica motivação para os profissionais de aviação enviarem seus relatórios para o ASRP, nos Estados

Unidos, e para o CENIPA, no Brasil. A indústria aeronáutica tem usado tais informações como importantes lições de situações de risco que sempre acontecerão no universo dinâmico em que pessoas e aeronaves operam. Com a certeza de que as informações prestadas jamais serão utilizadas com fins diferentes da prevenção de acidentes, os relatores sentem-se motivados a participarem ativamente do processo de prevenção. A consequência é o constante aperfeiçoamento da segurança operacional dentro da indústria aeronáutica e a redução do índice de acidentes aeronáuticos.

#### **4. O ACIDENTE AERONÁUTICO**

Um eficiente sistema de gerenciamento da segurança operacional está diretamente relacionado à investigação de acidentes e de incidentes aeronáuticos. A OACI define acidente aeronáutico como:

An occurrence associated with the operation of an aircraft which takes place between the time any person boards the aircraft with the intention of flight until such time as all persons have disembarked, in which: a person is fatally injured or seriously injured; the aircraft sustains major structural failures or damage; the aircraft is missing or completely inaccessible (ICAO, 2001, p.1.1).

O CENIPA segue o Anexo 13 da OACI, e estabelece a definição de acidente aeronáutico na Norma Sistemática do Comando da Aeronáutica 3-6 (NSCA 3-6), de 31 de outubro de 2008. O CENIPA observa ainda, nas outras NSCA do SIPAER, o preconizado naquele Anexo

Apesar do treinamento fornecido aos profissionais de aviação, da redundância nos sistemas vitais de aeronaves modernas, e da sofisticação nos diversos equipamentos usados pela indústria aeronáutica, acidentes aeronáuticos sempre ocorrerão. Os fatores contribuintes desses acidentes encontram-se frequentemente dentro e fora da organização. É fato que empresas de aviação e esquadrões operacionais têm várias defesas e barreiras contra estas tragédias. Por diversas razões algumas vezes elas falham. O problema então passa a ser o porquê

ou porquê destas falhas (LUPOLI, 2006).

Os custos de operação de empresas de transporte aéreo são altíssimos, a competição é acirrada e, na maioria das vezes os lucros são ínfimos (MENDONÇA, 2009). Existem basicamente dois tipos de custos associados a um acidente aeronáutico: diretos e indiretos. Os custos diretos estão relacionados ao dano sofrido pela aeronave, e englobam o reparo do equipamento e danos a propriedades alheias. Os custos indiretos referem-se àqueles prejuízos que não são cobertos pelo seguro e são geralmente muito maiores que os diretos (DOLBEER, 2006).

Tais custos não são fáceis de determinar, e podem incluir: transporte de peças de reposição, aeronave e tripulação reservas, danos à reputação da empresa de transporte aéreo, perda do uso do equipamento, perda da produtividade, custos da investigação, problemas judiciais, aumento do valor do seguro, e, provavelmente, o pior de todos: a perda da confiança e da credibilidade de passageiros e clientes. De acordo com a Flight Safety Foundation (2002), os custos indiretos podem exceder em mais de vinte vezes os custos diretos, e, com frequência, demoram bastante para serem contabilizados.

Empresas de aviação devem considerar não só a perda de uma aeronave após um acidente, mas também altíssimos custos indiretos. O pior cenário a ser considerado seria a quebra da empresa. A PanAm, um ícone da indústria aeronáutica, decretou falência após o acidente do voo PanAm 103 sobre Lockerbee, na Escócia, em 1998 (BASTOS, 2005).

As consequências de um acidente são imprevisíveis e podem afetar áreas nunca antes imaginadas. De acordo com Bhagwati (2006), altos executivos de uma empresa aérea pensam de maneira diferente após uma tragédia, e vêem propósitos irrefutáveis quando se fala em prevenção.

Um acidente aeronáutico tem consequências que atingem muito do que suas vítimas diretas. Famílias, amigos, gerentes da instituição envolvida, a moral dos profissionais da empresa, e os negócios da organização. Para as famílias não

existem palavras, em especial em caso de acidentes fatais. Parentes sofrem pelos feridos, precisam reajustar suas vidas após a saída destes do hospital, especialmente física e financeiramente. Com frequência muitos não conseguem manter o padrão de vida após o falecimento do esteio da família.

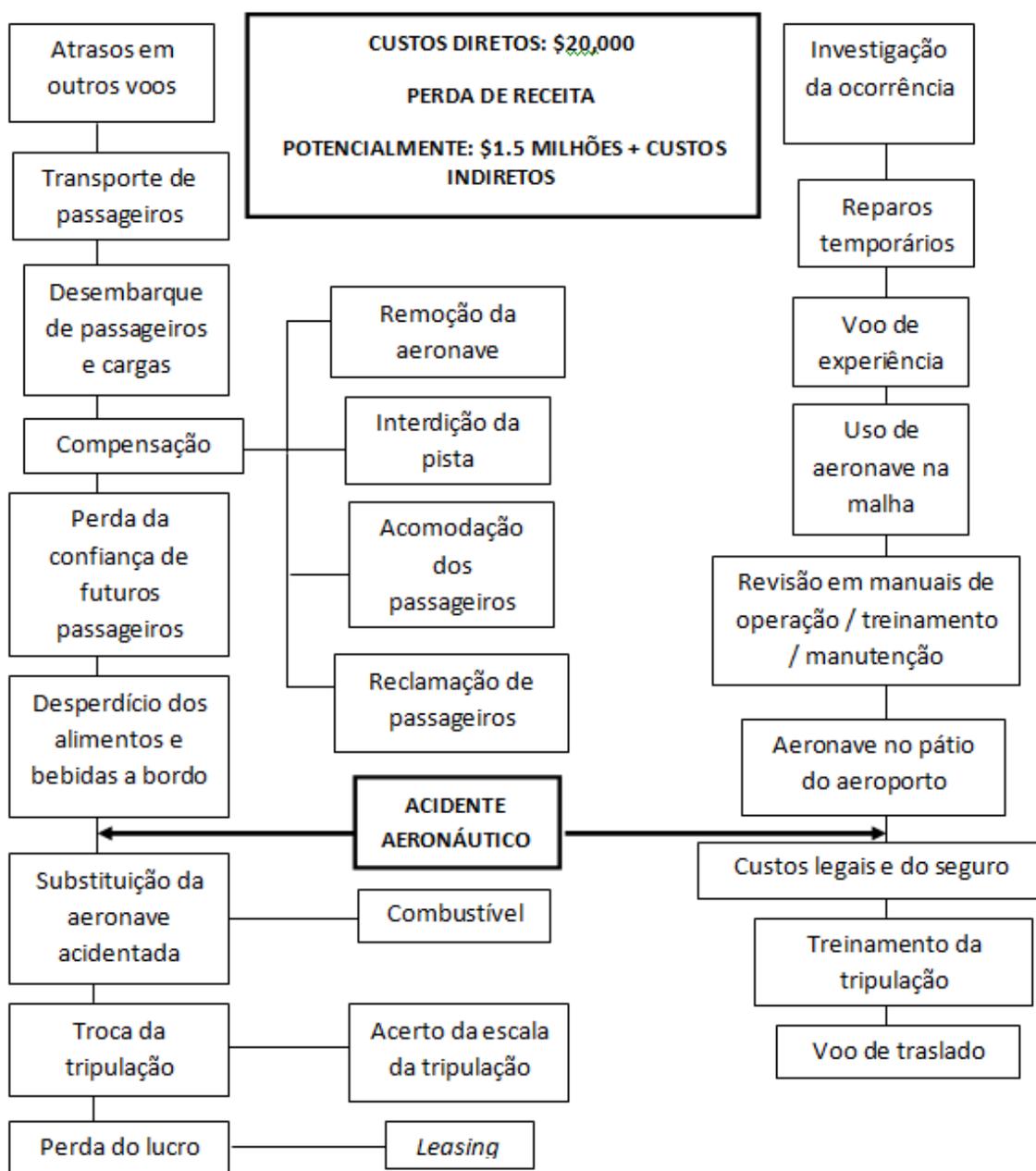


FIGURA 1 – Um acidente aeronáutico e algumas possíveis consequências (Flight Safety Foundation, 2002)

É extremamente difícil para os amigos da vítima digerirem o fato de que uma pessoa próxima e amada não está mais entre eles. Seguindo Bhagwati (2006), colegas de trabalho geralmente culpam gerentes por não disponibilizarem um ambiente de trabalho seguro (entenda-se pelo acidente), conseqüentemente acarretando a perda de confiança e respeito entre as partes, com prejuízos à relação de trabalho.

O moral, um ambiente seguro, e o bem estar dos profissionais de uma empresa são pontos básicos que uma organização precisa para atingir o sucesso. Somente a satisfação no local de trabalho pode fazer os profissionais darem o melhor de si e produzirem mais do que lhes é legalmente esperado. Acidentes trazem para esses trabalhadores o sentimento de que um ambiente saudável e seguro não é prioridade da empresa. Seguindo Bhagwati (2006), se não existir confiança no ambiente de trabalho, a qualidade e eficiência da organização serão comprometidas. Conseqüentemente cada acidente ou incidente traz um significativo impacto no moral dos profissionais da empresa envolvida.

A imagem que uma empresa de aviação tem perante seus vizinhos e clientes é fundamental para seu sucesso. Aos olhos de possíveis passageiros, uma companhia com um alto índice de acidentes ou incidentes tem problemas sérios no seu gerenciamento, e poucos se atreveriam a embarcar em suas aeronaves. Na mesma linha de raciocínio, uma empresa com excelentes índices de segurança de vôo, de acordo com os olhos de seus clientes, é uma organização que prima pela qualidade e bem estar dos seus usuários. Na indústria aeronáutica, isso pode significar sucesso ou falência.

#### **4.1 Investigação de Acidentes Aeronáuticos**

A investigação de acidentes aeronáuticos tem como única finalidade a prevenção através do levantamento dos fatores contribuintes presentes, direta ou indiretamente, na ocorrência, e da emissão de recomendações de Segurança Operacional que possibilitem a ação direta ou a tomada de decisões para eliminar

aqueles fatores ou a minimizar as suas consequências. Não é propósito da investigação SIPAER atribuir culpa ou responsabilidade (BRASIL, 2008a).

De acordo com Wells e Rodrigues (2003), o propósito da investigação de um acidente aeronáutico é descobrir as causas ou os fatores contribuintes entranhados e desconhecidos e a emissão de recomendações de ações gerenciais de gerenciamento do risco. Esta é considerada a única maneira de se prevenir futuros acidentes.

A cooperação daqueles direta ou indiretamente envolvidos com a ocorrência está diretamente relacionada com a percepção que estas pessoas têm a respeito do processo de investigação. Se a investigação for direcionada para efetivas medidas de prevenção, se houver a certeza de que não é propósito do processo a busca de culpados, os investigadores conseguirão a colaboração de todos aqueles que permitirão a identificação de fatos que podem ter contribuído para o acidente (OACI, 2005).

O processo de investigação deve ser compreensivo, simples, buscando identificar todos os fatores que contribuíram para o acidente aeronáutico. Falhas ativas geralmente acontecem pouco antes do acidente e têm impacto direto no evento por causa do imediatismo de suas consequências. Considerando que, frequentemente, as falhas ativas não são a principal causa da ocorrência, recomendações de segurança operacional voltadas exclusivamente para as mesmas podem não evitar futuros acidentes. A identificação das causas latentes e uma análise detalhada de todas as informações levantadas são essenciais para se chegar a todos os fatores contribuintes (ICAO, 2006).

Não existem respostas exatas quanto à quantidade de informação que deve ser levantada e analisada para se chegar a todos os fatores que contribuíram para a ocorrência. Se determinado fato não contribui para esclarecer a razão pela qual algo aconteceu, não deve ser considerado relevante durante a investigação. O problema é que muitas vezes a linha que separa o que é importante para a investigação do que pode ser desprezado é obscura. Informações que inicialmente parecem não ter

quaisquer relação com a ocorrência podem, depois que outros elementos são identificados, ou melhor, compreendidos, serem consideradas peças fundamentais para a prevenção de acidentes.

Informações relevantes durante o processo da investigação serão adquiridas de diferentes fontes que podem ser consideradas primárias ou secundárias. Fontes primárias incluem: o mesmo tipo de equipamento, documentações diversas de tripulantes, Flight Data Recorders - FDR and Cockpit Voice Recorders – CVR, observação direta do ambiente de trabalho, simuladores e, em especial, profissionais direta ou indiretamente envolvidos na ocorrência. Fontes secundárias incluem: bancos de dados, literatura técnica, e a opinião de técnicos e especialistas em diversas áreas de aviação.

Segundo a OACI (2006), entrevistas conduzidas com profissionais de aviação e pessoas direta ou indiretamente relacionadas com a ocorrência são ótimas fontes de informação. Gerentes, técnicos de manutenção ou tráfego aéreo, tripulantes, e ainda amigos e familiares estão entre aqueles que podem ajudar os profissionais de segurança operacional a entenderem o contexto que conduziu ao acidente. Também podem colaborar na interpretação de informações levantadas através de outras fontes.

Nas duas últimas décadas, informações levantadas durante processos de investigação de acidentes têm sido utilizadas com objetivos disciplinares ou punitivos. Mas o pior cenário tem sido o uso destas informações em processos judiciais contra pessoas e empresas envolvidas no acidente aeronáutico.

Essa tendência causa preocupação porque o uso inadequado desses dados, levantados com o exclusivo objetivo de prevenir acidentes, compromete seriamente o desenvolvimento e manutenção de um ambiente de confiança necessário ao trabalho dos investigadores. De acordo com Wood (2003), nenhuma informação será disponibilizada por pessoas se houver mesmo a remota possibilidade de que tal dado poderá ser usado em processos judiciais ou trazer algum prejuízo a suas vidas profissionais e/ou particulares.

## 5 DIREITO AERONÁUTICO

De acordo com a Lei 7.565, de 19 de dezembro de 1986 (Código Brasileiro de Aeronáutica - CBA) o direito aeronáutico é regulado pelos Tratados, Convenções e Atos Internacionais de que o Brasil seja parte, pelo próprio CBA e por legislação complementar. Ainda de acordo com este Código,

Os Tratados, Convenções e Atos Internacionais, celebrados por delegação do Poder Executivo e aprovados pelo Congresso Nacional, vigoram a partir da data neles prevista para esse efeito, após o depósito ou troca das respectivas ratificações, podendo, mediante cláusula expressa, autorizar a aplicação provisória de suas disposições pelas autoridades aeronáuticas, nos limites de suas atribuições, a partir da assinatura (BRASIL, 1986, artigo 1º).

Em muitos casos o direito aeronáutico é tratado como direito internacional em virtude das características do transporte aéreo (HAMILTON, 2007). O mesmo autor sugere que os aspectos gerenciais de uma empresa aérea também estão diretamente relacionados ao direito internacional.

Nos Estados Unidos, a Federal Aviation Administration – FAA é a responsável pela regulação e fiscalização do sistema de aviação no país e a influência desta agência na indústria aeronáutica atinge várias áreas e em diversos níveis. O National Transportation Safety Board – NTSB é a agência americana responsável pelo estabelecimento das causas prováveis de acidentes envolvendo meios de transporte, e que promove a segurança de vôo/operacional através de recomendações de segurança operacional (WELLS; RODRIGUES, 2003). O NTSB não tem competência legal para regular qualquer modo de transporte, entretanto a grande maioria das recomendações emitidas por aquela agência é direcionada à FAA, e tem trazido grandes benefícios a indústria aeronáutica através de novas legislações e regulamentos em prol da segurança operacional.

De acordo com a lei Nº 11.182, de 27 de setembro de 2005, compete à União, por intermédio da Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, e nos termos das políticas estabelecidas pelos Poderes Executivo e Legislativo, regular e fiscalizar as atividades de aviação civil e de infraestrutura aeronáutica e

aeroportuária. Ainda de acordo com esta lei, cabe à ANAC adotar as medidas necessárias para o atendimento do interesse público e para o desenvolvimento e fomento da aviação civil, da infra-estrutura aeronáutica e aeroportuária do País, atuando com independência, legalidade, impessoalidade e publicidade, competindo-lhe, dentre outros:

- 1 - Representar o país junto aos organismos internacionais de aviação civil, exceto nos assuntos relativos ao sistema de controle do espaço aéreo e ao Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - SIPAER;
- 2 - Realizar estudos, estabelecer normas, promover a implementação das normas e recomendações internacionais de aviação civil, observados os acordos, tratados e convenções internacionais de que seja parte a República Federativa do Brasil;
- 3 - Regular e fiscalizar os serviços aéreos, os produtos e processos aeronáuticos, a formação e o treinamento de pessoal especializado, os serviços auxiliares, a segurança da aviação civil, a facilitação do transporte aéreo, a habilitação de tripulantes, as emissões de poluentes e o ruído aeronáutico, os sistemas de reservas, a movimentação de passageiros e carga e as demais atividades de aviação civil, e;
- 4 - Reprimir infrações à legislação, inclusive quanto aos direitos dos usuários, e aplicar as sanções cabíveis.

A principal missão da ANAC, através da regulamentação e da fiscalização do sistema de aviação civil, é promover a segurança e a excelência deste sistema de forma a contribuir para o desenvolvimento seguro da indústria aeronáutica.

O Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER), instituído pelo Decreto nº 69.565, de 19 de novembro de 1971 e reestruturado pelo Decreto 87.249 de 07 de junho de 1982, tem a finalidade de planejar, orientar, coordenar, controlar e executar as atividades de investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos. Dentre suas características, destaca-se que

todos os elos do Sistema podem ligar-se diretamente uns aos outros, para aquilo que se relaciona com o desenvolvimento de suas atividades para fins do trato de assuntos específicos da Segurança de Voo.

O Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) é o órgão central do SIPAER (conforme o Art. 2º do decreto 87.249), e tem por finalidade planejar, gerenciar, controlar e executar as atividades relacionadas com a prevenção e investigação de acidentes aeronáuticos. Compete ainda ao CENIPA, dentre outros:

- 1 - Planejar, normatizar, orientar, coordenar, controlar e supervisionar as atividades de prevenção de acidentes aeronáuticos envolvendo a infraestrutura aeronáutica brasileira, incluindo, entre outros, a aviação militar, a aviação civil, os operadores brasileiros de aeronaves civis e militares, a infraestrutura aeroportuária brasileira, o controle do espaço aéreo brasileiro, a indústria aeronáutica brasileira e todos os segmentos relacionados;
- 2 - Normatizar, orientar, coordenar, controlar e executar atividades de investigação de acidentes aeronáuticos, de incidentes aeronáuticos e de ocorrências de solo havidos em território nacional;
- 3 - Supervisionar, regular, coordenar, executar e fazer cumprir os dispositivos relativos à prevenção e à investigação de acidentes aeronáuticos, no âmbito da aviação civil, em conformidade com os Anexos à Convenção de Aviação Civil Internacional e com as normas do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER);
- 4 - Elaborar e divulgar os Relatórios Finais de acidentes aeronáuticos, de incidentes aeronáuticos e de ocorrências de solo;
- 5 - Elaborar o Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (PPAA) para a aviação civil e militar brasileira; e
- 6 - Representar o País junto aos organismos internacionais nos assuntos

relacionados com a prevenção e a investigação de acidentes aeronáuticos.

Os excelentes índices alcançados pelo Brasil ao longo dos últimos 30 anos, que colocam o país em posição de destaque internacional, são frutos das diversas atividades desenvolvidas pelos elos do SIPAER e pelo Centro, em especial da investigação de acidentes e incidentes aeronáuticos.

Na arena internacional, a Organização de Aviação Civil Internacional – OACI estabelece as regras gerais através dos seus Anexos. Através da cooperação entre seus Estados membros, a OACI trabalha para alcançar sua visão de desenvolvimento seguro e sustentável da aviação civil (WOOD; SWEGINISS, 2006).

Para atingir seus objetivos, a OACI estabeleceu alguns objetivos estratégicos: melhorar a segurança operacional a nível global; minimizar os impactos adversos da aviação no meio ambiente; melhorar a eficiência das operações aéreas e; fortalecer a legislação relacionada à aviação civil internacional.

De volta a Lei 7.565, de 19 de dezembro de 1986 (Código Brasileiro de Aeronáutica - CBA):

O transportador responde pelo dano decorrente:

I - de morte ou lesão de passageiro, causada por acidente ocorrido durante a execução do contrato de transporte aéreo, a bordo de aeronave ou no curso das operações de embarque e desembarque (BRASIL, 1986, Art. 256).

Ainda existem outras considerações legais no CBA decorrentes de acidentes aeronáuticos:

O explorador responde pelos danos a terceiros na superfície, causados, diretamente, por aeronave em voo, ou manobra, assim como por pessoa ou coisa dela caída ou projetada (BRASIL, 1986, Art. 268).

O CBA, no seu Artigo 281, estabelece que todo explorador é obrigado a contratar o seguro para garantir eventual indenização de riscos futuros. O transportador tem responsabilidades relacionadas a: passageiros, danos a bagagem e danos a carga. O artigo 268 determina que o explorador responda pelos danos a

terceiros na superfície, causados, diretamente, por aeronave em voo, ou manobra, assim como por pessoa ou coisa dela caída ou projetada.

Paralelamente ao CBA, o Código Civil, o Código Penal e mesmo o Código de Defesa do Consumidor apresentam diversos artigos que, de acordo com a interpretação de juristas, podem e devem ser usados em caso de acidentes aeronáuticos. Não é objeto deste trabalho se aprofundar nos aspectos legais de legislações não relacionadas à segurança operacional, mas é fato que, por uma série de razões, informações e relatórios relacionados à segurança operacional têm sido utilizados com frequência seguindo acidentes aeronáuticos, com grandes prejuízos à segurança da atividade aérea.

Os profissionais da área de segurança operacional não são contrários à apuração de culpa e responsabilidades relacionadas a acidentes, muito pelo contrário, mas acreditam plenamente que as partes interessadas devem trilhar outros caminhos para conseguir as informações necessárias para atingir seus objetivos. Os relatórios preliminares e finais não são confeccionados com esta finalidade, conseqüentemente, não atendem às expectativas daqueles que os solicitam, geralmente via judicial, para outros fins. O único prejuízo é para a prevenção de acidentes.

## **6. CRIMINALIZAÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS**

Profissionais de segurança de voo têm enfrentado a grande tarefa de dissuadir juízes e promotores de usarem informações e relatórios provenientes de investigações de acidentes e incidentes aeronáuticos, e, muitas vezes, outras ferramentas usadas em prol da prevenção de acidentes, objetivando o levantamento de culpados e responsáveis por acidentes aeronáuticos.

No Brasil, por exemplo, as fichas CENIPA 08 (Relatório de Prevenção), CENIPA 04 (Relatório Final - Aviação Civil), e ainda a CENIPA 05 (Relatório Final - Aviação Militar), têm o único objetivo de prevenir acidentes. O uso destas para fins diferentes da prevenção não atende aos anseios daqueles que buscam “justiça”,

“culpados”, “responsáveis”, e/ou “indenizações”, mas pode levar a prejuízos irremediáveis para a segurança da atividade aérea.

O uso indevido tem comprometido a segurança operacional dentro do ambiente da indústria aeronáutica. A certeza de voos seguros depende de um clima de confiança, abertura, e cooperação após um acidente aeronáutico. O sucesso do processo de investigação está diretamente relacionado às informações levantadas por profissionais de segurança operacional, em especial através de entrevistas com pessoas direta ou indiretamente relacionadas com a ocorrência (WERFELMAN, 2008).

O único objetivo da investigação é a prevenção de acidentes. Nesta atmosfera, a indústria aeronáutica evoluiu de tal forma que o avião passou a ser considerado o meio de transporte mais seguro do mundo. Claro que podem existir responsabilidades cíveis e criminais relacionadas a acidentes aeronáuticos, porém se faz necessário um pouco de pragmatismo e cuidado, o que ultimamente não tem ocorrido em diversos países (SPARACO, 2009).

## **6.1 Casos Recentes**

Em janeiro de 1992, um Airbus 320 da empresa Air Inter estava realizando uma aproximação por instrumentos (Instrument Flight Rules – IFR) em período noturno em Strasbourg, na França, quando atingiu o topo de uma montanha coberto de neve. Não havia indicações de quaisquer problemas antes do acidente, e a tripulação estava seguindo os procedimentos previstos até atingirem 3.300 pés por minuto de razão de descida no procedimento IFR, enquanto que o previsto seria uma razão de 700 pés por minuto. Em 2006 um controlador de voo, cinco profissionais da fabricante Airbus, a autoridade de aviação civil francesa, e a Air Inter, uma subsidiária da Air France enfrentaram os tribunais por homicídio culposo e foram absolvidos. As empresas Airbus e Air France foram condenadas pelo sofrimento das famílias, entretanto não foi estabelecido quanto estas empresas

teriam que pagar de indenização, deixando esta decisão para um julgamento futuro (WERFELMAN, 2008).

Em maio de 1996, uma aeronave DC-9 da Valujet caiu no Parque Nacional Everglades, nos Estados Unidos, dez minutos após a decolagem do aeroporto internacional de Miami, na Flórida. As 110 pessoas a bordo morreram. De acordo com o NTSB, o acidente aconteceu devido a um incêndio no compartimento de carga da aeronave que se iniciou com a atuação de geradores de oxigênio que tinham sido embarcados de forma inadequada. As causas prováveis do acidente foram a falha de uma empresa terceirizada de manutenção ao embalar e identificar corretamente a carga; a deficiente supervisão da empresa Valujet em relação ao manuseio de cargas perigosas por parte da empresa terceirizada; e a falha da FAA em exigir a instalação de detectores de fumaça e sistemas de extinção de fogo no compartimento de carga daquele tipo de empresa. A Sabretech foi considerada culpada e obrigada a pagar uma indenização de US\$2.9 milhões (HAMILTON, 2007).

Em setembro de 1999, uma aeronave Dassault Falcon 900 da Olympic Airways estava realizando aproximação para Bucareste, na Romênia, quando um dos pilotos tentou nivelar a aeronave no nível 150 com o piloto automático engajado. O avião experimentou oscilações entre os níveis 150 e 140, por aproximadamente 24 segundos, quando foram registradas cargas de +4.7G e de -3,26G, ultrapassando os limites previstos no envelope da aeronave. O piloto reduziu a potência durante as oscilações.

A tripulação recuperou o controle da aeronave no nível 130 e declarou emergência. Houve vetoração radar e o pouso ocorreu em condições visuais sem maiores transtornos. A cabine ficou bastante danificada, e sete passageiros que não estavam usando cintos faleceram. Um passageiro e um comissário de bordo sofreram ferimentos graves. O piloto que estava voando a aeronave foi considerado culpado em um julgamento na Grécia, e sua condenação está sob apelação (ESLER, 2009).

Em 2000, uma aeronave Concorde, da Air France, caiu logo após a

decolagem do aeroporto internacional Charles de Gaulle, em Paris, na França, matando 109 pessoas a bordo e mais quatro no solo. A causa provável do acidente foi a passagem dos pneus da aeronave sobre uma peça que tinha caído de outra avião que acabara de decolar; a ruptura de um pedaço do tanque de combustível; e a ignição do combustível que vazava do tanque danificado. Em 2006, a alta corte da França recusou-se a rejeitar um processo criminal contra dois profissionais da French Aerospatiale, a empresa que construiu o Concorde. A empresa Continental Airlines, operadora do DC-10 que os investigadores disseram ser a responsável pela peça solta de titânio na pista de decolagem, também está sendo criminalmente investigada. Um julgamento estava previsto para 2009 (WERFELMAN, 2008).

Em outubro de 2001, uma aeronave MD-87 da Scandinavian Airlines colidiu contra uma aeronave Cessna durante a corrida de decolagem do aeroporto Milan Linate, em Milão, na Itália. O MD-87 colidiu contra um hangar próximo causando a morte de 104 passageiros e seis tripulantes. Os quatro ocupantes do Cessna e mais quatro funcionários do aeroporto, no solo, também faleceram. Dentre os fatores contribuintes deste acidente houve uma incursão em pista por parte do Cessna após ter taxiado pela pista de táxi errada sem autorização do órgão de controle de tráfego aéreo. Outro fator contribuinte foi a inoperância de um sistema de radar de superfície de aeroporto (ESLER, 2009).

Em abril de 2004, vários profissionais de aviação da Itália, incluindo o ex-gerente do aeroporto, um ex-diretor da agência italiana de controle de tráfego aéreo, um controlador de voo foram condenados por crime culposos, com penas variando entre três e oito anos de prisão. Uma apelação confirmou estas sentenças.

Em agosto de 2002, o voo 2937 da Bashkirian Airlines, um Tupolev Tu-154M, voando em rota de Moscou, na Rússia, para Barcelona, na Espanha, colidiu contra o voo 661 da DHL, um Boeing 757 cargueiro voando de Bergamo, na Itália, para Bruxelas, na Bélgica. A colisão ocorreu entre as cidades de Owingen e Überlingen, na Alemanha, matando 71 pessoas a bordo das duas aeronaves (QUINN, 2007).

A Agência de Investigação de Acidentes Aeronáuticos da Alemanha concluiu que o acidente ocorrera devido a deficiências no sistema de controle de tráfego aéreo; que a gerência de qualidade do sistema de controle de tráfego aéreo não assegurara que as operações noturnas teriam controladores em número suficiente para manutenção de operações seguras; e que a gerência de qualidade do sistema de controle de tráfego aéreo tolerara por anos uma prática que permitia que, durante períodos de baixo movimento, houvesse apenas um controlador no posto enquanto o outro dormia. Promotores da Suíça indiciaram oito profissionais da Swiss Skyguide Air Traffic Controllers de negligência, com conseqüente homicídio doloso.

Em agosto de 2005 um Boeing 737 da empresa Helios Airways, realizando o voo HCY522 de Larnaca, Cyprus, para Atenas, na Grécia, caiu ao norte de Atenas causando a morte de 121 pessoas. De acordo com os investigadores, a válvula de pressurização foi selecionada para a posição “manual” durante procedimento de manutenção e não foi colocada na posição “automático” ao término do serviço. Durante a realização dos procedimentos antes da decolagem, os pilotos não perceberam e não retornaram a válvula para a posição “automático”, conforme previsto no manual da aeronave. Como conseqüência, a aeronave ascendeu para 35.000 pés sem a pressurização adequada da cabine.

Os pilotos ficaram inconscientes antes da queda da aeronave, provavelmente por falta de oxigênio na cabine. Segundo Quinn (2007), o relatório preliminar do acidente será usado em procedimentos judiciais que têm o objetivo de determinar culpas e responsabilidades. Há vários processos correndo na justiça, incluindo dois de homicídio culposo envolvendo cinco gerentes da empresa Helios Airways em Cyprus, e mais seis envolvendo profissionais da mesma empresa, na Grécia (MORRIS, 2008).

Sete profissionais da empresa Tuninter, uma subsidiária da Tunisair, foram condenados a prisão depois de um acidente aeronáutico envolvendo uma aeronave ATR-72 que causou a morte de 16 das 39 pessoas a bordo. O avião estava voando

em rota de Bari, na Itália, para Djerba, na Tunísia, em agosto de 2005, quando falta de combustível forçou a tripulação a efetuar uma amerissagem no mar.

O relatório de investigação afirma que durante um procedimento de manutenção foram instalados indicadores de quantidade de combustível do ATR-42 no ATR-72, conseqüentemente a tripulação teve indicação errônea do total de combustível, acreditando que tinham o suficiente para cumprir a etapa com segurança (FIORINO, 2009).

Depois de solicitarem aos investigadores do acidente a realização de um voo semelhante no simulador, inclusive com a amerissagem no mar, promotores inexplicavelmente afirmaram que a tripulação deveria ter alternado o aeroporto de Palermo, na Itália, e não deveria ter efetuado a amerissagem (SPARACO, 2009). Apesar de a investigação apontar uma série de lapsos e erros antes da decolagem, a corte italiana preferiu adotar outra postura.

A investigação criminal condenou os dois pilotos a dez anos de prisão por homicídio culposo. Os chefes de manutenção e de operações da Tuninter também foram considerados culpados e condenados a nove anos de prisão. Os três técnicos de manutenção responsáveis pela troca dos indicadores também foram condenados a oito anos de prisão. Todos os processos estão sob apelação, e os profissionais condenados aguardam em liberdade o julgamento de seus recursos.

Em setembro de 2006, um Boeing 737-800 da empresa Gol caiu na região amazônica após colidir em rota com uma aeronave Embraer Legacy 600 da empresa Excell Aire, em setembro de 2006. As aeronaves convergiram no nível 370, em proas contrárias e colidiram suas asas esquerdas. O Legacy 600 perdeu parte do winglet esquerdo e as pontas do estabilizador e profundor esquerdos. O Boeing 737-800 perdeu quase um terço de sua asa e sofreu separação estrutural em vôo, vindo a ser completamente destruído. Todos que estavam a bordo faleceram e a aeronave ficou completamente destruída. Os pilotos do Legacy 600 conseguiram pousar com segurança em uma unidade da Força Aérea Brasileira (LACAGNINA, 2009).

As duas aeronaves são consideradas de última geração, com sistemas de navegação integrados e redundantes, cujos equipamentos são os mais modernos em uso. Foi verificado durante a investigação que não houve quaisquer problemas ou defeitos técnicos em seus sistemas de navegação (BRASIL, 2008b).

Seguindo Lacagnina (2009), a perda de consciência situacional por parte da tripulação do Legacy 600 e pelos controladores de voo gerenciando os voos estão entre diversos fatores contribuintes que permitiram que esta aeronave voasse sem contato radar. Ainda de acordo com Lacagnina (2009), o transponder do Legacy 600 parou de transmitir no modo “C”, e como consequência desativou o traffic alert and collision avoidance system (TCAS) sem que os pilotos percebessem. A consequência foi que as aeronaves colidiram no mesmo nível em aproximação frontal.

O relatório final concluiu que a tripulação do Legacy 600 não teve o treinamento adequado para o tipo de aeronave e não se preparou corretamente para o voo que realizaria. Mais, a experiência limitada dos pilotos do Legacy 600 com a aeronave e seus equipamentos contribuíram para a desativação do transponder e, conseqüentemente, o TCAS. O relatório também teria concluído que os tripulantes do Legacy 600 se distraíram realizando cálculos de performance e perderam a consciência situacional.

Poucos dias antes da divulgação do relatório final pelo CENIPA, um juiz federal indiciou os dois pilotos do Legacy 600 baseado em uma investigação paralela realizada pela polícia federal. Foram indiciados também quatro controladores de tráfego aéreo que estavam de serviço no dia do acidente (LIMA, 2009). Os pilotos foram indiciados por imprudência, considerando que não teriam seguido o plano de voo, e por deficiências na capacidade e habilidade para conduzir uma aeronave, por terem inadvertidamente desligado o transponder.

Segundo Lima (2009), um controlador de tráfego aéreo se livrou do processo, porém os outros três enfrentarão um processo por imprudência e por baixo desempenho na função. Existe ainda a possibilidade de o controlador de

tráfego aéreo que foi responsável pela autorização do plano de vôo para o Legacy 600 ser indiciado por não ter sido claro quanto à mudança de nível prevista para acontecer sobre a vertical de Brasília.

Em março de 2007, um Boeing 737 da empresa Garuda Indonesia, realizando o voo 200 entre Jakarta e Yogyakarta, ultrapassou os limites da pista quando estava pousando no aeroporto internacional de Adisucipto, e pegou fogo. Vinte e uma pessoas a bordo faleceram e doze sofreram ferimentos graves, porém 140 conseguiram evacuar com segurança (ESLER, 2009).

O Comitê Nacional de Investigação de Acidentes da Indonésia citou como uma das causas prováveis a falha da tripulação em rejeitar uma aproximação não estabilizada; a falha do comandante em ouvir os alertas do primeiro oficial para efetuarem um procedimento de aproximação perdida e, ainda, o de seguir os procedimentos previstos para os alertas do ground proximity warning system – GPWS, e, finalmente, a falha do primeiro oficial em assumir o controle da aeronave.

No início de 2008, o comandante foi preso e indiciado por homicídio culposo e violações de regras de aviação. Se condenado, poderá pegar até sete anos de prisão. O grupo de pilotos da empresa Garuda Indonesia divulgou um comunicado considerando a prisão do comandante ilegal. A International Federation of Airline Pilot's Association – IFALPA criticou o Comitê Nacional de Investigação de Acidentes da Indonésia, afirmando que a investigação foi incompleta.

Um Airbus da TAM Linhas Aéreas realizando um voo entre Porto Alegre e São Paulo, colidiu contra um prédio da própria empresa ao tentar pousar no aeroporto internacional de Congonhas, em julho de 2007. Os tripulantes não conseguiram parar a aeronave dentro dos limites da pista, que estava molhada devido a chuvas. O avião cruzou uma avenida principal de São Paulo, e colidiu contra o prédio da TAM Express, e explodiu. Havia seis tripulantes, 19 funcionários da empresa, e mais 162 passageiros a bordo, todos faleceram. O acidente ainda causou a morte de mais 12 pessoas no solo.

Uma investigação do ministério público concluiu que a ANAC deveria ter

fechado o aeródromo por causa das chuvas intensas; que funcionários da administração do aeroporto compartilhavam a culpa porque a pista não tinha sido construída com as especificações necessárias, o que melhoraria o escoamento da água da chuva; que o fabricante da aeronave, a Airbus, deveria ter instalado alarmes que alertassem os pilotos falhas do sistema de freio; e que a empresa TAM Linhas Aéreas, por não prover o treinamento adequado para seus pilotos, que não teriam agido de forma correta durante a emergência, contribuiu para o acidente (AZEVEDO, 2008).

O laudo da polícia técnica descartou a hipótese de aquaplanagem do avião e a eventual quebra das engrenagens dos manetes. A conclusão apontou para falhas cometidas pelas autoridades do setor aéreo e relativizou o “erro final”, cometido pelos pilotos, no instante em que o jato tocou o solo. O laudo, que deu base aos indiciamentos, fez menção ao Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) firmado em 13 de abril de 2007, entre o Ministério Público Federal, a ANAC e a INFRAERO. O documento de seis páginas abordaria uma série de aspectos operacionais, como o horário de funcionamento de Congonhas e o número máximo de operações permitidas, mas não traria nenhuma recomendação sobre segurança das operações.

De acordo com Azevedo (2008), o laudo afirma que dirigentes e funcionários da estatal que administra os aeroportos do País ignoraram o Anexo 14 da Organização de Aviação Civil Internacional, que recomenda a medição do coeficiente de atrito do pavimento após um longo período de estiagem - caso de Congonhas naquela semana. Os peritos narraram ainda não terem encontrado indícios de problemas técnicos nos manetes da aeronave. O laudo lembra que, em 2004, a fabricante francesa Airbus emitiu comunicado a suas operadoras dizendo ser “desejável” a instalação de um alarme sonoro que alertasse os pilotos para um eventual erro no manuseio dos manetes do avião. Para a polícia, o treinamento fornecido pela TAM Linhas Aéreas também se mostrou ineficiente, dado que os pilotos do jato adotaram procedimento de pouso diferente do recomendado

Seguindo a referência, entre os dez indiciados estavam: o ex-presidente da ANAC e o ex-presidente da INFRAERO. Ainda foram indiciados outros profissionais da INFRAERO, da ANAC, e da TAM Linhas Aéreas. Se condenados, os indiciados poderão pegar penas que variam de seis a 10 anos de prisão por atentado contra a segurança do transporte aéreo.

Uma aeronave MD-82 da Spanair caiu logo após a decolagem do aeroporto de Barajas, em Madri, na Espanha, em agosto de 2008. O voo JK5022 estava decolando para o aeroporto de Gran Canaria, em Las Palmas, nas Ilhas Canárias.

Relatórios preliminares indicaram que o motor esquerdo falhou durante a corrida de decolagem. A tripulação colocou a aeronave de volta no solo, porém em uma área à direita da pista de decolagem. O avião se partiu e houve fogo, o que causou a morte de 154 das 172 pessoas a bordo. Os sobreviventes sofreram ferimentos graves devido ao fogo intenso causado pelo acidente (MORRING, 2008).

Uma corte espanhola iniciou os primeiros procedimentos em direção a uma investigação criminal. Um chefe de manutenção e outros dois técnicos estão sendo investigados, a intenção seria indiciá-los por homicídio culposo. Ainda não houve acusação formal.

Em novembro de 2008, uma aeronave Airbus caiu no mar Mediterrâneo em um voo teste de entrega. Seu destino seria Perpignan, na França. A aeronave estava sendo operada pela Germany XL Airways com um contrato de leasing, e a Air New Zealand – ANZ, proprietária da aeronave, iria recebê-la de volta. O avião, que já estava com as cores da ANZ, perdeu contato rádio a 3.500 pés, na sequência, caiu no mar e se despedaçou. O acidente causou a morte de sete pessoas, dos quais cinco neozelandeses.

Promotores na França estão interferindo no processo de investigação do acidente com a intenção de achar culpados e/ou responsáveis. De acordo com Esler (2009), um promotor confiscou o flight data recorder – FDR ao meio de debates sobre quem deveria ser responsável pelo equipamento. O mesmo promotor fez

comentários na mídia sobre o conteúdo do FDR, como, por exemplo, o grito e desespero dos tripulantes nos últimos segundos do voo.

O processo pode durar até 15 anos seguindo o Código Napoleônico, na França, que determina que acidentes fatais devem ser investigados com a intenção de atribuir culpa e responsabilidade.

De acordo com William R. Voss, presidente e CEO da Flight Safety Foundation:

Proponents of aviation safety can't say, just because it's aviation that the justice department doesn't have the right to pursue an independent investigation, as long as it doesn't compromise safety processes or critical safety information (Werfelman, 2008, p. 14).

Ainda seguindo William R. Voss, profissionais de segurança operacional devem ser vigorosos na hora de proteger informações relacionadas à segurança operacional, porém, ao mesmo tempo, não podem colocar-se à frente ou acima da justiça. Faz-se necessário um equilíbrio entre a proteção da informação e as necessidades da justiça, em especial, quando esta trilha um processo independente em busca das informações necessárias para se chegar a culpados e/ou a responsáveis por acidentes aeronáuticos.

## **7 DISSUADINDO A CRIMINALIZAÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS**

Os excelentes índices de segurança alcançados pela indústria aeronáutica mundial estão relacionados à dedicação de profissionais de instituições voltadas à investigação e à prevenção de acidentes aeronáuticos, tais como o CENIPA, o NTSB, a Flight Safety Foundation, a European Aviation Safety Agency – EASA, do Bureau d'Enquêtes et d'Analyses – BEA, e da OACI, dentre outras.

De acordo com Silvério Espínola, Marcus Araujo Costa e Daniel Maurino, profissionais da OACI:

Equally important is a continuous learning process based on the development and free exchange of safety information, as well as the aviation industry's ability to turn aircraft accidents and incidents into preventive actions (ESPÍNOLA et al., 2006, p. 26).

Casos recentes de criminalização de acidentes aeronáuticos têm gerado inquietantes tsunamis sobre a comunidade aeronáutica. De acordo com Esler (2009), o problema da criminalização resume-se a dois pontos importantes: 1 - legislações de segurança operacional são exclusivamente voltadas à prevenção de acidentes aeronáuticos, conseqüentemente quaisquer sanções adotadas contra profissionais da indústria aeronáutica devem acontecer depois da conclusão da investigação do acidente, e; 2 – ações punitivas tomadas fora do universo da legislação aeronáutica, em especial, a voltada à segurança operacional, são geralmente motivadas pelos anseios do público. Ainda de acordo com Esler (2009), juízes, promotores e delegados agem com o objetivo de satisfazer: os anseios de políticos, a sede de justiça por parte da sociedade, a pressão da mídia, e nunca com o objetivo de prevenir acidentes aeronáuticos.

É essencial se considerar as diferenças entre ações intencionais que com conhecimento e vontade violam leis, regulamentos, manuais, e práticas aceitas, e erros não intencionais e equívocos, que, infelizmente, podem conduzir a mortes, ferimentos, e danos a terceiros. Existe uma aceitação universal entre os profissionais de segurança operacional de que pessoas que cometem violações intencionais devem ser indiciadas e processadas rigorosa e exemplarmente.

Muito mais do que algumas características que podem levar a crer que houve crime devem ser consideradas antes de haver o indiciamento de profissionais de aviação. Erros ditos “honestos” que ocorreram quando o “criminoso” estava simplesmente tentando fazer o melhor possível dentro da sua profissão e falhou não se qualificam para a aplicação de sanções ou indiciamento em processos judiciais.

Os profissionais do SIPAER reconhecem a importância de se proteger as informações levantadas durante processos de investigação e as diversas ferramentas do Sistema para evitar seus usos com outros objetivos além da prevenção de acidentes, ao mesmo tempo reconhecem que não podem se colocar à frente da justiça. Se pessoas e empresas podem ser responsabilizadas judicialmente pela ocorrência, as autoridades competentes devem conduzir uma

investigação paralela e independente da investigação do SIPAER.

A vida de tripulantes e passageiros depende do sucesso de processos investigativos que sucedem acidentes aeronáuticos. Tais investigações, por sua vez dependem da voluntariedade e da disposição daqueles envolvidos nestas ocorrências. Havendo o receio de que as informações fornecidas possam ser usadas para outros fins diferentes da prevenção de acidentes, as partes envolvidas estarão menos inclinadas a conversar com os profissionais responsáveis pela investigação.

Existe o reconhecimento internacional de que seria errado ou mesmo injusto punir alguém por tentar fazer o seu trabalho. Em muitos países, as circunstâncias que frequentemente levam acidentes aeronáuticos a processos judiciais têm sido mais políticas do que legais. A população geralmente deseja punição para acidentes aeronáuticos, apesar disso deve-se considerar o princípio básico de que punição não traz benefícios à segurança de voo. O medo de punições, quaisquer que sejam, pode deter atos intencionais, entretanto não tem efeito algum em erros não intencionais. Fatos ocorridos ao redor do mundo comprovam que processos judiciais não trazem benefício algum para a prevenção de acidentes, muito pelo contrário.

O fundamental durante a investigação de acidentes aeronáuticos para a prevenção deve ser identificar os fatores contribuintes da ocorrência, e não punir, muitas vezes criminalmente, aqueles direta ou indiretamente envolvidos no evento. Ao identificar o “o quê” e o “porquê” de um acidente, profissionais de segurança de voo estarão melhor preparados para evitar futuras ocorrências, contribuindo dessa forma para o sucesso da aviação brasileira.

## **8 LEGISLAÇÕES DE SEGURANÇA DE VOO E/OU OPERACIONAL**

Para o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, o processo de investigação de acidentes aeronáuticos tem como único objetivo a prevenção, não sendo propósito de a investigação SIPAER atribuir culpa ou

responsabilidade. A Norma Sistêmica do Comando da Aeronáutica 3-6 (NSCA 3-6), que estabelece procedimentos, responsabilidades e atribuições referentes às investigações de acidente aeronáutico, incidente aeronáutico e ocorrência de solo, destaca no item 2:

As investigações de que trata esta NSCA têm como única finalidade a prevenção de acidentes aeronáuticos através do estabelecimento dos fatores contribuintes presentes, direta ou indiretamente, na ocorrência, e da emissão de recomendações de Segurança Operacional que possibilitem a ação direta ou a tomada de decisões para eliminar aqueles fatores ou a minimizar as suas consequências. Não é propósito da investigação SIPAER atribuir culpa ou responsabilidade (BRASIL, 2008a, p. 8).

Esta mesma Norma estabelece que quando no curso de uma investigação realizada por elo do SIPAER for observado indício de transgressão, crime ou contravenção, o responsável pela investigação deverá informar o Comando Investigador (CI), a quem caberá decidir sobre a instauração de sindicância, processo administrativo ou inquérito policial militar (IPM), bem como comunicar o fato à autoridade competente.

Ainda de acordo com a NSCA 3-6 (BRASIL, 2008a), quando se for constatado indício de ato ilícito no decorrer da investigação, o investigador-encarregado ou o presidente da comissão de investigação de acidente aeronáutico (CIAA) deverá avisar também o CENIPA, que poderá adotar os seguintes procedimentos:

- 1 - Encaminhar a documentação, quando pertinente, à autoridade judiciária competente ou ao Ministério Público;
- 2 - Notificar a ANAC para providências administrativas cabíveis, bem como o Comando Operacional, quando referente à Aviação Militar;
- 3 - Decidir sobre o encerramento ou não da investigação, levando em conta os benefícios para a prevenção de novas ocorrências aeronáuticas.

De acordo com Hamilton (2007), o National Transportation Safety Board – NTSB investiga acidentes dos sistemas de transporte americanos com o único

objetivo de determinar as causas prováveis dos acidentes e recomendar as agências reguladoras competentes (no caso de acidentes aeronáuticos, geralmente, a FAA) medidas e ações que previnam a ocorrência de acidentes semelhantes. Não é o objetivo da investigação realizada pelo NTSB determinar culpados e responsabilidades de pessoas e/ou empresas envolvidas direta ou indiretamente no acidente.

Seguindo Hamilton (2007), o conceito legal de causa próxima usado pela justiça americana é diferente do conceito de causa provável, utilizado pelo NTSB. Outro ponto importante é que a opinião do NTSB a respeito da causa provável de um acidente aeronáutico não pode ser usada como evidência em procedimentos judiciais. Entretanto, os fatos levantados durante a investigação podem, e com frequência são, usados como provas em processos jurídicos.

Uma Resolução conjunta da Flight Safety Foundation - FSF, conhecida como Joint Resolution Regarding Criminalization of Aviation Accidents, virou realidade em outubro de 2006, quando houve consenso da Royal Aeronautical Society, em Londres, da Académie Nationale de L'Air et de L'Space, em Paris, e da Civil Air Navigation Services Organization, em Genebra. Esta Resolução é o resultado de um esforço conjunto de profissionais dessas organizações com o apoio técnico de especialistas em segurança operacional (QuUINN, 2007).

Este esforço começou com um encontro da mesa diretora (Board of Governors) da Flight Safety Foundation em maio de 2006. Nesta reunião os integrantes desta mesa discutiram a tendência mundial de juízes e promotores em buscarem responsáveis e culpados por acidentes aeronáuticos, mesmo quando fatos não indicam a existência de sabotagem, negligência, omissão ou quaisquer outras características de ilicitude.

De acordo com a Joint Resolution Regarding Criminalization of Aviation Accident, o único objetivo da investigação de acidentes aeronáuticos deve ser o estabelecimento da causa provável ou fatores contribuintes do acidente, e nunca punir tripulantes, profissionais de manutenção e/ou controle de tráfego aéreo,

fabricantes de aeronaves, profissionais de agências reguladoras, e administrações aeroportuárias, dentre outros.

A OACI, no seu Anexo 13, afirma que:

The sole objective of the investigation of an accident or incident shall be the prevention of accidents and incidents. It is not the purpose of this activity to apportion blame or liability (OACI, 2001, p. 3.1)

Ainda de acordo com a OACI (2001), o único propósito da proteção do uso inadequado dos dados levantados nos processos de investigação de acidentes aeronáuticos é de assegurar que tais informações continuarão disponíveis no futuro. O uso desses dados para fins diferentes da segurança de voo pode comprometer a disponibilidade e o levantamento dessas informações em futuros acidentes, com sério comprometimento da segurança operacional da aviação.

A OACI ainda recomenda, no Anexo 13, que países conduzindo investigações de acidentes aeronáuticos não devem disponibilizar os seguintes documentos, relacionados a esses processos de investigação, a não ser para propósitos relacionados à prevenção de acidentes; declarações de pessoas conseguidas durante entrevistas; arquivos médicos e outras informações privadas dos diretamente envolvidos no evento; quaisquer informações do CVR e do FDR, mesmo que transcrições do CVR; comunicações e informações de profissionais envolvidos na operação da aeronave; e opiniões de especialistas, especialmente as presentes na análise da investigação do acidente.

Exceções para a proteção dessas informações devem ser asseguradas através de leis quando:

- 1) quando há evidências de que a ocorrência foi decorrente de um ato que, de acordo com a lei, tinha a intenção de causar dano, ou foi conduzido com conhecimento de que danos ou ferimentos provavelmente aconteceriam;
- 2) a autoridade competente considera que as circunstâncias indicam que a ocorrência pode ter sido causada com a intenção de causar danos, ou

que existia o conhecimento de que danos ou ferimentos poderiam acontecer, e;

- 3) uma avaliação pela autoridade competente determina que o uso dessas informações é fundamental para a administração da justiça, e que o uso desses dados é mais importante que o efeito adverso, dentro e fora do país, para a segurança operacional da indústria aeronáutica e a disponibilidade de informações semelhantes em futuros acidentes aeronáuticos.

Em 2008 a OACI promoveu o Accident Investigation and Prevention Divisional Meeting em Montreal, no Canadá, com o objetivo de discutir assuntos relacionados à investigação e à prevenção de acidentes aeronáuticos. O tema principal deste encontro foi “desenvolvendo a investigação do acidente aeronáutico visando aperfeiçoar a segurança operacional no planeta”.

A OACI motivou os representantes de seus países membros a discutirem o Anexo 13 com a finalidade de, com uma visão dinâmica, fazerem propostas que atendessem os anseios da comunidade aeronáutica internacional no que diz respeito a prevenção e investigação de acidentes aeronáuticos. Representantes de organizações internacionais reconhecidamente ativas na área de segurança de voo/operacional também foram convidados a participar, especialmente apresentando artigos relacionados ao tema (OACI, 2008).

Os participantes reconheceram que a palavra “causas” em relatórios finais de acidentes pode ser confundida com a mesma terminologia utilizada em procedimentos judiciais ao redor do mundo voltados ao levantamento de culpados e responsáveis e ainda indenizações.

Os participantes ainda registraram que os países membros enfrentam procedimentos legais e situações políticas, muitas vezes, distintas após acidentes aeronáuticos. Dessa forma, decidiram propor à OACI a mudança da palavra “causas” no Anexo 13 para “causas e fatores contribuintes”, com a condição de que aquela Organização deveria estabelecer uma definição para a expressão “Fatores

Contribuintes”. Esta decisão foi tomada com a condição de que haja uma nota na parte “3. Conclusões” do Anexo 13 que estabeleça que os países membros possam usar a palavra “causas”, a expressão “fatores contribuintes”; ou “causas e fatores contribuintes” (STOSS, 2009). Tais modificações deverão aparecer no Anexo 13 em novembro de 2010.

## **9 CONCLUSÕES**

Acidentes e incidentes aeronáuticos representam falhas dentro do sistema de aviação, conseqüentemente dados e informações obtidos através de investigações inevitavelmente refletirão falhas sistêmicas e erros humanos, ou o que pode ser chamado de erros operacionais (ESPINOLA et al., 2006).

Seguindo Quinn (2007), a maioria dos acidentes aeronáuticos resulta de erros e falhas humanos e algumas vezes acontecem no contexto de uma série de atos e omissões. Uma tripulação fica bastante atarefada em operações consideradas normais, dependendo de uma miríade de circunstâncias. Remeta esta mesma tripulação a um voo em condições de mau tempo e/ou com alguma falha de equipamento/sistema e apesar de todo o treinamento e experiência dos pilotos, um pouco de sorte pode se fazer necessária (MOUND, 2009).

Alguns desses erros refletem os limites da natureza humana enquanto outros são motivados por falhas sistêmicas, mas a maioria é uma consequência de ambos. A tecnologia utilizada na indústria aeronáutica também tem suas falhas, e pessoas são ainda menos perfeitas. Muitos profissionais cometem erros no desempenho de suas funções, porém eles são imperceptíveis e raramente resultam em ferimentos ou danos materiais. No ambiente da indústria aeronáutica os erros são, por vezes, imperdoáveis.

Especialistas em segurança de voo/operacional concordam que informações levantadas durante processos de investigação de acidentes aeronáuticos devem ser protegidas contra uso indevido, ao mesmo tempo reconhecem as necessidades da

justiça. Porém ressaltam que é essencial que padrões internacionais sejam observados. Casos de negligência e quando há evidências de que a ocorrência foi decorrente de um ato que, de acordo com a lei, tinha a intenção de causar dano, ou foi conduzido com conhecimento de que danos ou ferimentos provavelmente aconteceriam, a justiça deve conduzir uma investigação independente e profunda, e os responsáveis devem ser punidos observando a legislação do país.

Ameaças à segurança operacional podem ocorrer como consequência da criminalização de acidentes aeronáuticos. De acordo com Rozzele e Rosecrans (2002), testemunhas evitam entrevistas com investigadores receosos de verem suas declarações sendo usadas para fins diferentes da prevenção, ou, em pior cenário, sendo usadas contra quem as forneceu em processos judiciais. Culturas organizacionais de empresas da indústria aeronáutica preferem dar ênfase a punições, mesmo para pequenos erros, motivando seus funcionários a não relatarem e omitirem tais erros que, segundo Reason (1997), vai de encontro a uma cultura saudável de segurança de vôo). Ainda, promotores, juízes e delegados, dentre outros, impõem acesso livre a informações, equipamentos e material levantados por investigadores de acidentes, com consequências desastrosas, não só para o sucesso da investigação do acidente em questão, mas de muitos outros ainda por acontecer.

Ações, tais como o confisco de CVR e/ou FDR, e outras partes da aeronave, adotadas por juízes e promotores, podem levar à destruição ou à perda de evidências e/ou equipamentos essenciais ao sucesso da investigação. Informações mal interpretadas de CVR / FDR podem ainda destruir a reputação de uma empresa aérea ou de um fabricante de aeronaves. Um acidente aeronáutico envolvendo um modelo de aeronave do fabricante "A" pode ser conveniente ao fabricante "B" em termos de concorrência internacional. Determinado modelo pode começar a ser visto como inseguro, a pior consequência, a falência de seu fabricante.

Dentro dos piores cenários à segurança operacional, poderia haver a recusa de profissionais da aviação em participar de programas voluntários voltados à

prevenção de acidentes, tais como: flight operation quality assurance (FOQA); programas de reporte de situações de risco (relatório de prevenção ou o RCSO), com o conseqüente fracasso desses programas. A segurança operacional perderia fontes valiosas de informação a serem usadas para a prevenção de acidentes.

Está implícito nesses programas que profissionais de aviação e mesmo usuários desse sistema podem relatar situações de risco sem quaisquer receios de serem punidos pelos seus superiores/gerentes, autoridade aeronáutica ou quaisquer outras autoridades. O entendimento mundial é que programas voluntários de reporte de situações de risco, em que a garantia do anonimato é assegurada aos relatores, contribuem consideravelmente para a segurança operacional. Seguindo o princípio do SIPAER que diz que em segurança de voo não há segredos nem bandeiras, tal contribuição pode ser benéfica para toda a comunidade aeronáutica.

Investigações criminais serão sempre apropriadas em certas circunstâncias, porém a tarefa de investigadores de acidentes aeronáuticos deve ser coletar o máximo de informações a respeito da ocorrência, analisá-las, e finalmente emitir recomendações de segurança operacional visando prevenir futuros acidentes. Eles devem ter a garantia legal de que não serão obrigados a fornecer dados, equipamentos, declarações, enfim tudo que estiver relacionado a investigação, para outras finalidades diferentes da prevenção de acidentes.

Processos jurídicos voltados à determinação de culpa ou responsabilidade devem ter as ferramentas adequadas à aquisição das informações necessárias ao seu sucesso. Leis e regulamentos devem assegurar um balanço entre as necessidades da administração da justiça e de proteção de informações de segurança operacional.

A vida de futuros passageiros e tripulantes e a viabilidade econômica de empresas ligadas à aviação dependem das informações coletadas durante a investigação de acidentes e incidentes aeronáuticos. Se houver qualquer receio de problemas com a justiça, as partes envolvidas estarão bem menos favoráveis a conversar francamente com os investigadores sobre o acidente. No Brasil, por

exemplo, profissionais de tráfego aéreo envolvidos no acidente do GOL 1907 e do Embraer Legacy 600 da empresa Excell Aire, em setembro de 2006, não deram entrevistas aos investigadores do acidente com receio de fornecerem informações que poderiam ser utilizadas contra eles nos tribunais (ESLER, 2009).

Expressões como negligência, imperícia, imprudência, omissão, e deficiente cultura organizacional de segurança de voo foram abolidas, por razões óbvias, de relatórios finais em alguns países. Existe um reconhecimento mundial que é fundamentalmente errado condenar alguém por tentar fazer o seu trabalho da melhor maneira possível. De acordo com Welferman (2008), circunstâncias políticas muito mais do que legais foram as razões pelas quais profissionais de aviação foram responsabilizados legalmente por acidentes aeronáuticos. Apesar disso, promotores, juízes e delegados responderão sempre ao clamor público que se sucede a acidentes aeronáuticos.

A sociedade sempre exigirá punições de profissionais da indústria aeronáutica envolvidos direta ou indiretamente em acidentes e incidentes aeronáuticos. No caso de tragédias em que pessoas perdem suas vidas, espera-se que as autoridades governamentais adotem medidas, se pronunciem, enfim que demonstrem à população que estão ativamente envolvidas. O problema é que muitas dessas autoridades adotam medidas sem uma análise técnica de profissionais da área.

Segundo Esler (2009), como estas autoridades são motivadas pelo clamor público e pela mídia, ações são adotadas antes mesmo que todas as informações relacionadas ao acidente estejam disponíveis, tornando o trabalho dos investigadores ainda mais difícil.

Ações que reconhecidamente melhoram a segurança operacional incluem: sistemas voluntários de reporte de situações de risco, programas de prevenção de acidentes aeronáuticos, FOQA, RCSO, a implementação de uma cultura saudável de segurança de voo, e, claro, o eficiente processo de investigação de acidentes e incidentes aeronáuticos. Para o sucesso da investigação, os investigadores e

aqueles que estão direta ou indiretamente relacionados ao evento devem ter plena confiança na integridade e objetivos deste processo.

A mais importante consideração neste processo deve ser o levantamento dos fatores contribuintes, nunca punir (muitas vezes criminalmente) tripulantes, profissionais de manutenção, aeroportos, tráfego aéreo, gerentes de empresas aéreas, e profissionais de agências reguladoras, entre outros. Identificando-se o “o quê” e o “porquê” de um acidente, profissionais de segurança de vôo/operacional estarão melhor preparados para prevenir futuras ocorrências.

Processos criminais, em especial, aqueles que interferem com a investigação do acidente, podem comprometer a necessária coleta de dados do processo investigativo, com consequências desastrosas para a segurança de voo/operacional. A melhor maneira de homenagear vítimas de acidentes aeronáuticos é permitindo que os investigadores consigam coletar todas as informações necessárias a prevenção de acidentes.

Se pessoas não se sentem confiantes para conversar com os investigadores com receio que suas informações possam ser usadas em processos judiciais, e quem sabe até serem presas e/ou condenadas a pagar indenizações milionárias, a investigação do acidente pode nunca chegar a raiz do problema. O risco que a ameaça de processos judiciais traz para a segurança de voo/operacional não vale quaisquer benefícios em satisfazer o desejo humano de vingança ou punição resultante de perdas terríveis.

O foco da investigação de acidentes e incidentes aeronáuticos deve ser o controle do risco. Com este processo voltado exclusivamente à prevenção de acidentes (nunca buscando culpados e/ou responsáveis) os envolvidos no evento, direta ou indiretamente, estarão disponíveis e motivados a colaborar com os investigadores, facilitando o levantamento de todos os fatores contribuintes. A consequência, uma indústria aeronáutica cada vez mais segura e eficiente.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Estatística de aeronaves registradas.**

Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/graficos/Aeronaves/totalAeronavesRegistradas.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2010.

AZEVEDO, R. **Ex-presidentes da INFRAERO e ANAC são indiciados pelo voo 3054:** Veja.com, 2007. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/blog/reinaldo/geral/ex-presidentes-infraero-anac-sao-indiciados-pelo-voo-3054>>. Acesso em: 03 jan. 2010.

BHAGWATI, K. **Managing safety: a guide for executives.** Weinheim: Wiley-VCG, 2006.

BASTOS, Luiz Cláudio Magalhães. **Risk management model for on-demand Part 135 (air taxi) operators.** Warrensburg, 2005. Dissertação (Mestrado). Universidade Central do Missouri.

BRASIL. Decreto 69.565, de 19 de dezembro de 1971. **Institui o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos, e dá outras providências.**

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **NSCA 3-6: Investigação de acidente aeronáutico, incidente aeronáutico e ocorrência de solo.** Brasília, DF, 2008a.

\_\_\_\_\_. **Relatório Final A-022/CENIPA/2008.** Brasília: CENIPA, 2008b.

BRASIL. Lei 7565 de 19 de dezembro de 1986. **Código Brasileiro de Aeronáutica.** Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/biblioteca/leis/cba.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. Lei 11.182 de 27 de setembro de 2005. **Cria a Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, e dá outras providências.** Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2005/Lei/L11182.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11182.htm)>. Acesso em: 12 jan. 2010.

DOLBEER, R. Birds and aircraft are competing for space in crowded skies. **ICAO Journal**, Montreal, v.3, p. 21-24, mai./ jun. 2006

ESLER, D. **Flight risk: the threat of criminalization,** 2009. Disponível em: <[http://www.aviationweek.com/aw/generic/story\\_generic.jsp?channel=bca&id=news/bca0309p1.xml](http://www.aviationweek.com/aw/generic/story_generic.jsp?channel=bca&id=news/bca0309p1.xml)>. Acesso em: 10 jan. 2009.

ESPÍNOLA, S. et al. Guidance material addresses concerns about protection of safety data. Legal guidelines developed recently by ICAO focus on enactment of national laws and regulations that safeguard data collected for safety purposes while also allowing for justice to take its course. **ICAO Journal**, Montreal, v.61, p. 26-28, nov./ dez. 2006.

FIORINO, F. Guilty verdict. **Aviation Week and Space Technology**, Nova York, v. 170, n. 12, 30 mar. 2009.

FLIGHT SAFETY FOUNDATION. Operator's flight safety handbook. **Flight Safety Digest**, v.21, n.6-8, maio/jun. 2002. Disponível em: <<http://www.copac.es/direcciones/Seguridad/FSF-DIGEST/FSF%20digest%20OFSH%20de%20GAIN.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2010

HAMILTON, J. S. **Practical aviation law.** New Castle: Aviation Supplies & Academics Inc, 2007.

HEINRICH, H. W.; GRANNISS, E. R. **Industrial accident prevention: a scientific approach**. Nova York: McGraw-Hill, 1959.

LACAGNINA, M. Midair over the Amazon: controversial brazilian report cites loss of situational awareness by pilots and controllers. **AeroSafety World**, fev. 2009. Disponível em: <<http://flightsafety.org/aerosafety-world-magazine/past-issues/aerosafety-world-february-2009>>. Acesso em: 03 jan. 2009.

LIMA, Alexandre Anselmo. **Assessing hazard report program of the Brazilian Air Force: a perception report from the maritime patrol and rotary wing squadrons**. Warrensburg, 2007. Dissertação (Mestrado). Universidade Central do Missouri.

LIMA, E. P. Investigations turn criminal: pilots, controllers indicted in wake of collision that rocked Brazil. **AeroSafety World**, fev. 2009. Disponível em: <<http://flightsafety.org/aerosafety-world-magazine/past-issues/aerosafety-world-february-2009>>. Acesso em 03 jan. 2009.

LU, Chien-Tsung et al. Another approach to enhance airline safety: using safety management safety tools. **Journal of Air Transportation**, v. 11, p. 113-139, out. 2006.

LUPOLI, Luís Cláudio. **Discovering the Brazilian Air Force squadron commanders' perceptions regarding organizational accidents**. Warrensburg, 2006. Dissertação (Mestrado). Universidade Central do Missouri.

MENDONÇA, Flávio Antonio Coimbra. **SMS for bird hazard: assessing airlines' pilots' perceptions**. Warrensburg, 2008. Dissertação (Mestrado). Universidade Central do Missouri.

\_\_\_\_\_. Gerenciamento do perigo aviário em aeroportos. **Revista Conexão SIPAER**, v. 1, n.1, p. 153-174, nov. 2009. Disponível em: <<http://inseer.ibict.br/sipaer/index.php/sipaer/article/view/16>>. Acesso em: 30 mar. 2010.

MORRING, F. J. Accident scene, crime scene? **Aviation Week and Space Technology**, Nova York, v. 169, n. 19, 13 abr. 2008.

MORRIS, J. Helios criminal charges. **Aviation Week and Space Technology**, Nova York, v. 169, n. 21, 10 nov. 2008.

MOUND, F. Safety cul-de-sac. **Aviation Week and Space Technology**, Nova York, v. 170, n. 10 13 abr. 2009.

ORGANIZAÇÃO DE AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL (OACI). **Annex 13 to the Convention on International Civil Aviation: aircraft accident and incident investigation**. 9. ed. Montreal, 2001.

\_\_\_\_\_. **DOC 9422. ICAO accident prevention manual**. Montreal, 2005.

\_\_\_\_\_. **DOC 9859. ICAO safety management manual**. Montreal, 2006.

\_\_\_\_\_. **DOC 9859. Invitation letter from the ICAO Secretary General to States and Organizations** (State letter SD37/1-08/3, dated 25 January 2008). Montreal, 2006.

QUINN, K. P. Battling accident criminalization. **AeroSafety World**, jan. 2007. Disponível em: <<http://flightsafety.org/aerosafety-world-magazine/past-issues/aerosafety-world-january-2007>>. Acesso em: 5 jan. 2009.

REASON, J. **Managing the risks of organizational accidents**. Nova York: Cambridge University Press, 1997.

ROZELLE, R.; ROSEKRANS, W. Prosecutions threaten the safety of flying public. **Flight Safety Foundation News**, Alexandria, n. 02-29, p. 1-3, 6 nov. 2002.

SPARACO, P. Prosecutorial overreach. **Aviation Week and Space Technology**, Nova York, v. 170, n. 45, 13 abr. 2009.

STOSS, N. Annex 13: format of the final report in Annex 13. In: ACCIDENT INVESTIGATION AND PREVENTION (AIG) DIVISIONAL MEETING, 2008, Montreal. **Anais...** Montreal:OACI, 2008. Disponível em: <[http://www.icao.int/AIGdiv08/docs/AIGdiv08\\_WP68\\_en.pdf](http://www.icao.int/AIGdiv08/docs/AIGdiv08_WP68_en.pdf)>. Acesso em: 29 dez. 2009.

VOSS, W. R. Battling accident criminalization. **AeroSafety World**, jan. 2007. Disponível em: <<http://flightsafety.org/aerosafety-world-magazine/past-issues/aerosafety-world-january-2007>>. Acesso em 5 jan. 2009.

WELLS, A. T.; RODRIGUES, C. C. **Commercial aviation safety**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2004.

WERFELMAN, L. Deterring criminalization: aviation safety leaders face a growing challenge in dissuading prosecutors from filing criminal charges against pilots, controllers, and others involved in aircraft accidents. **AeroSafety World**, mar.2008. Disponível em: <<http://flightsafety.org/aerosafety-world-magazine/past-issues/aerosafety-world-march-2008>>. Acesso em 22 jan. 2010.

WOOD, R. H. **Aviation safety programs: a management handbook**. 3. ed. Englewood: Jeppesen Sanderson, 2003.

\_\_\_\_\_.; SWEGINNIS, R. W. **Aircraft accident investigation**. Casper: Endeavor Books-Mountain Sates Litho, 2006.

## **CONSEQUENCES OF THE CRIMINALIZATION OF AERONAUTICAL ACCIDENTS**

**ABSTRACT:** Despite being rare, aircraft accidents cost a lot of money to aviation companies. Besides the financial damage, aircraft accidents usually have other tragic consequences, such as the loss of relatives and friends, and for those companies involved, the loss of high qualified professionals whose training and experience may take decades. According to the International Civil Aviation Organization (ICAO), the viability of the aviation industry depends on its capability of preventing aircraft accidents. The objective of the aircraft accident investigation must be the control of risks and the prevention of future mishaps. With the investigation process directed away from the determination of criminal liability and towards accident prevention, cooperation will be encouraged among those with a role in the accident, thus facilitating the discovery of the factors contributing to the accident.

According to the ICAO (2006), the short-term expedience of trying to find someone to blame is detrimental to the long-term goal of preventing future accidents. The use of safety reports and information provided by agencies and organizations, such as the Brazilian Aeronautical Accidents Investigation and Prevention Center (CENIPA) and the National Transportation Safety Board, with objectives not related to accident and incident prevention, may jeopardize the effectiveness of the investigation and, therefore, compromise safety.

**KEYWORDS:** ICAO, SIPAER, Operational Safety.

## **INCURSÃO EM PISTA: CONCEITO, CLASSIFICAÇÕES, FATORES CONTRIBUTANTES E MEDIDAS PREVENTIVAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Alexander Coelho Simão <sup>1</sup>

Artigo submetido em 15/01/2010.

Aceito para publicação em 02/03/2010.

**RESUMO:** As incursões em pista sempre foram identificadas como uma das mais sérias ameaças à segurança operacional na aviação civil. Com o aumento do tráfego aéreo, o número de incursões tem crescido significativamente em todo o mundo. Análises de acidentes e incidentes mostram que os fatores que concorrem para esse tipo de ocorrência encontram-se agrupados, de forma geral, em três segmentos principais: a cabine de comando, o controle de tráfego aéreo e o ambiente aeroportuário. Medidas preventivas têm sido adotadas por toda a comunidade aeronáutica internacional visando ao aperfeiçoamento dos procedimentos de cabine e de controle de tráfego, das marcações e sinalizações de pista e da tecnologia disponível aos operadores. O objetivo deste trabalho é compilar informações técnicas e científicas atualizadas com vistas a proporcionar melhor entendimento das peculiaridades que envolvem as incursões em pista. Além disso, são apresentadas ao final algumas das mais modernas medidas tecnológicas que estão sendo implementadas para mitigar tais ocorrências.

**PALAVRAS-CHAVE:** Incursão em pista. Fatores contribuintes. Medidas preventivas.

### **1 INTRODUÇÃO**

O pior pesadelo para qualquer piloto é a possibilidade de uma colisão com outra aeronave. A história mostra que ela pode ser tão catastrófica na terra quanto no ar. (ATSB<sup>2</sup>, 2009).

Uma incursão em pista ocorrida em 27 de março de 1977, no Aeroporto de Los Rodeos, Tenerife, resultou no maior acidente aéreo da história da aviação mundial. A colisão entre duas aeronaves Boeing 747 - o KLM 4805 e o PanAm 1736

---

<sup>1</sup> Major Aviador da Força Aérea Brasileira. Instrutor de voo da Aviação de Transporte. Oficial de Segurança de Voo. Investigador Master de Acidentes Aeronáuticos. Mestrando em Aeronavegabilidade Continuada e Segurança de Voo pelo ITA. Realizou o curso Human Factors in Aviation Safety na University of Southern California - USC nos EUA. Atualmente é Chefe da Seção de Investigação do Sexto Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. alexandersimao@gmail.com.

<sup>2</sup> AUSTRALIAN TRANSPORT SAFETY BUREAU

- causou a morte de 583 passageiros e tripulantes (NTSB<sup>3</sup>, 2007).

Cerca de 70 investigadores da Espanha, da Holanda, dos Estados Unidos e das duas companhias aéreas participaram da investigação desse acidente aeronáutico. O Relatório Final concluiu que várias falhas latentes e ativas contribuíram para a consumação daquele que ficou conhecido como o Acidente do Século. Entretanto, o fator determinante para a colisão entre as duas aeronaves foi o início da decolagem do KLM, sem a autorização da Torre de Controle, enquanto o Pan Am ainda se encontrava taxiando pela pista (NTSB, 2007).

As incursões em pista, conhecidas no cenário internacional como *runway incursions*, são preocupação constante dos órgãos responsáveis pela aviação civil em todo o mundo e constituem atualmente uma das mais sérias ameaças à segurança de voo.

Desde que o NTSB, autoridade investigadora norte-americana, criou a *Most Wanted Transportation Improvements List*, em 1990, a redução dos índices de incursões em pista aparece como um dos principais objetivos a serem atingidos pela aviação nos EUA devido ao seu enorme potencial de risco (NTSB, 2007).

A Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO) cita em seu *Manual on the Prevention of Runway Incursions*: “*Runway incursions have sometimes led to serious accidents with significant loss of life. Although they are not a new problem, with increasing air traffic, runway incursions have been on the rise*” (ICAO, 2007).

A análise de acidentes e incidentes tem revelado que falhas no gerenciamento da cabine de comando, na infraestrutura aeroportuária e no controle de tráfego aéreo apresentam-se como seus principais fatores contribuintes (HUDSON, 2005).

James Reason (1995), renomado professor do Departamento de Psicologia da Universidade de Manchester, afirma que para se evitar uma trajetória de

---

<sup>3</sup> NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD

oportunidades para a ocorrência de um acidente, defesas e salvaguardas de diversas ordens devem ser implementadas de forma a proteger o sistema dos danos operacionais causados pelos erros.

Em consonância com esse pensamento, a comunidade aeronáutica internacional, buscando solucionar o problema das incursões em pista, tem implementado medidas visando ao aperfeiçoamento dos procedimentos de cabine e de controle de tráfego, das marcações e sinalizações de pista e da tecnologia (FAA<sup>4</sup>, 2008a; ICAO, 2007; EUROCONTROL<sup>5</sup>, 2006; ATSB, 2004).

Algumas dessas barreiras são destacadas na parte final deste artigo. Dentro do ambiente aeroportuário, sistemas como o FAROS, o ASDE, o AMASS, o RWSL e o EFVS, entre outros, surgem para superar limitações físicas e cognitivas dos operadores e representam a derradeira salvaguarda para que a cadeia de eventos que conduz a uma incursão em pista seja desfeita.

## **2 ENTENDENDO INCURSÃO EM PISTA**

Para melhor entendimento do que vem a ser considerada uma incursão em pista e, conseqüentemente, maior compreensão dos fatores que contribuem para esse tipo de ocorrência, faz-se necessário que se discorra brevemente sobre o conceito estabelecido pela ICAO e sobre as suas classificações.

### **2.1 Conceito**

Até 2004, o termo incursão em pista possuía mais de 20 definições em todo o mundo (FAA, 2007a), o que prejudicava sobremaneira a elaboração de um banco de dados que permitisse avaliar adequadamente a situação de cada país e a adoção de medidas preventivas de forma abrangente.

---

<sup>4</sup> FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION

<sup>5</sup> EUROPEAN ORGANISATION FOR THE SAFETY OF AIR NAVIGATION  
ISSN 2176-7777

Sensível a esse problema, no dia 25 de novembro de 2004, a ICAO, por meio de emenda ao documento 4444 PANS-ATM, passou a definir incursão em pista como “qualquer ocorrência em um aeródromo envolvendo a presença incorreta de uma aeronave, de um veículo ou de uma pessoa na zona protegida de uma superfície reservada aos pousos e decolagens de aeronaves” (ICAO, 2007).

A maior parte dos países-membros da Organização de Aviação Civil Internacional, inclusive o Brasil, adotou essa definição ainda naquele ano.

Conforme o FAA (2007), o principal benefício de existir uma definição globalmente aplicável é que ela cria a possibilidade de que sejam determinados os fatores comuns que concorrem para as incursões em pista. Com isso, fatores contribuintes recorrentes são revelados e os perigos que conduziram às ocorrências podem ser identificados, mitigados e, se possível, eliminados.

Dentro desse contexto, o EUA passou a empregar o conceito ICAO a partir de outubro de 2007, com a edição do *Notice JO 7050.1* (FAA, 2007b). Essa harmonização foi um importantíssimo passo para a prevenção das incursões em pista em termos globais, em virtude de ser o FAA o detentor do maior número de informações sobre o tema, tendo formado o seu banco de dados desde 1988 (FAA, 2008a).

## **2.2 Classificação**

No cenário internacional, os casos de incursão em pista têm sido classificados, de forma geral, com base em três parâmetros principais: gravidade, frequência e tipo da ocorrência. Tais classificações podem ser descritas resumidamente conforme se segue:

### **2.2.1 QUANTO À GRAVIDADE**

Quanto à gravidade das ocorrências, as incursões em pista são classificadas em quatro categorias de acordo com o potencial do risco oferecido (ICAO, 2007), quais sejam:

- A – Incidente grave no qual é necessária ação extrema para evitar a colisão;
- B – Incidente em que a separação está abaixo dos mínimos e há risco potencial de colisão, sendo requerida resposta corretiva ou evasiva em condições críticas;
- C – Incidente no qual o intervalo de tempo e/ou a distância são suficientes para que a colisão seja evitada; e
- D – Incidente que se encaixa no conceito de incursão em pista, mas que não apresenta consequências imediatas à segurança de voo.

## 2.2.2 QUANTO À FREQUÊNCIA

Nesse tipo de classificação, o FAA (2008a) registra o número de incursões ocorridas em cada aeroporto controlado, estabelecendo a razão entre a quantidade total de incursões em pista e o somatório das operações de pouso e decolagem.

Esses parâmetros trazem relevantes informações, sendo possível verificar, por exemplo, que, no caso dos EUA, apesar de todos os esforços, o número de incursões em pista vem crescendo numa razão maior que o aumento da atividade aérea. Ademais, permitem que sejam identificados os aeródromos mais críticos, além de fornecer uma base de comparação da eficácia de medidas preventivas adotadas por aeroporto (FAA, 2008a).

## 2.2.3 QUANTO AO TIPO

De acordo com o Runway Safety Report (FAA, 2008a), as incursões em pista podem ser divididas em três tipos de erros, quais sejam: erros dos pilotos, erros operacionais e erros de pedestres ou veículos (tabela 1).

Essa classificação refere-se basicamente ao tipo de erro cometido pelo último elemento da cadeia de eventos que levou à incursão e inclui pilotos, controladores, pedestres e condutores de veículos (FAA, 2008a).

Tabela 1 – Classificação das incursões em pista quanto ao tipo de erro.

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>ERROS DO PILOTO</b>                | O erro do piloto acontece quando o mesmo descumpre alguma regra de tráfego aéreo que venha a resultar em uma incursão em pista. Ocorre quando, por exemplo, no táxi para a decolagem, a aeronave cruza a pista em uso sem autorização da torre de controle.  |
| <b>ERROS OPERACIONAIS</b>             | Erro operacional é a ação de um controlador de voo que resulta em separação menor que a requerida entre duas ou mais aeronaves, ou entre aeronaves e veículos ou pessoas nas pistas de pouso e decolagem.  |
| <b>ERROS DE PEDESTRES OU VEÍCULOS</b> | Erros de pedestres ou veículos são os relacionados a interferências desses elementos nas operações aéreas pela entrada, sem autorização, nas áreas de pouso ou decolagem.<br><br>Nesse grupo encontram-se as incursões resultantes do taxiamento e tratoramento de aeronaves para serviços de manutenção ou reposicionamento no pátio de manobras. |

Fonte: *Runway Safety Report* (FAA, 2008a).

### 3 ALGUNS CASOS

A incursão em pista ocorrida em Tenerife, em 27 de março de 1977, permanece como o maior acidente aéreo da história da aviação. Os momentos finais desse desastre mostram que a compulsão do comandante do KLM em decolar o mais rápido possível, aliada a fatores meteorológicos, problemas de comunicação e falhas no gerenciamento de cabine, impediram que ele percebesse que não fora emitida a sua autorização para decolagem e que o Boeing da Pan Am ainda se encontrava taxiando pela pista (NTSB, 2007).

Após o início da decolagem do KLM, os pilotos do Pan Am, ao perceberem as luzes da aeronave se aproximando em meio à neblina, aplicaram potência nos motores e efetuaram curva à esquerda para sair da pista. Todavia, a manobra não

foi suficiente para evitar a colisão. O KLM, em atitude de rotação, atingiu o Pan Am logo atrás da cabine de comando, causando a morte de 583 pessoas (NTSB, 2007).

Em 11 de outubro de 1984, um Tupolev Tu-154 colidiu com veículos de manutenção na pista principal do Aeroporto de Osmk, Rússia, tirando a vida de 174 pessoas que estavam a bordo da aeronave e de quatro trabalhadores que se encontravam em solo. Falhas no controle de tráfego revelaram-se como seus principais fatores contribuintes. O voo 3352 ainda é, nos dias atuais, o maior acidente aéreo ocorrido na Rússia (FLIGHT SAFETY FOUNDATION, 2009).

No dia 1o de fevereiro de 1991, no Aeroporto de Los Angeles, EUA, um Boeing 737 da US Air colidiu durante o pouso contra um Fairchild Metro III da SkyWest Airlines, levando a óbito 34 pessoas. O último erro da cadeia de eventos que levou ao acidente foi classificado como erro operacional, qual seja, a autorização, por parte do controlador de voo, para o SkyWest alinhar na pista 27L a partir de uma interseção concomitantemente com a liberação do US Air para pouso na mesma pista (NTSB, 2007).

No dia 8 de outubro de 2001, no Aeroporto de Linate, Milão, um MD-87 da Scandinavian Airlines colidiu contra um Citation II durante a decolagem. Todas as 114 pessoas que estavam a bordo das aeronaves e quatro pessoas que se encontravam em um hangar morreram em decorrência desse acidente. A autoridade investigadora italiana conclui que, além dos erros ativos cometidos pelos pilotos do Citation, falhas latentes no *layout* do aeroporto e nos procedimentos do controle de tráfego contribuíram para aquela tragédia. É, até hoje, o acidente aéreo com maior número de vítimas fatais já acontecido na Itália (ANSV<sup>6</sup>, 2004).

Em 25 de julho de 2005, após o pouso na pista 09R do Aeroporto de Guarulhos-SP, o Pantanal 4753 foi autorizado pela torre de controle a cruzar a pista 09E pela interseção BB. Ato contínuo, o American Airlines 982, que realizava ponto de espera na pista 09E, foi autorizado a alinhar e decolar. Com o American já iniciando sua corrida de decolagem e o Pantanal na iminência de cruzar a pista, o

---

<sup>6</sup> AGENZIA NAZIONALE PER LA SICUREZZA DEL VOLO  
ISSN 2176-7777

controlador interveio na fonia para que ambas as aeronaves mantivessem suas posições. O American Airlines abortou sua decolagem, tendo conseguido parar próximo à interseção BB (BRASIL, 2005).

No dia 23 de julho de 2006, um Boeing 737-300 da United Airlines foi autorizado a decolar da pista 27L do Aeroporto Chicago O'hare, no mesmo instante em que um Boeing 747 da Atlas Air pousava na 14L. As duas aeronaves se cruzaram na interseção entre as duas pistas. O 737-300 foi obrigado a decolar com velocidade 10 nós abaixo da prevista para evitar a colisão, passando com sua fuselagem a 12 metros do 747 (NTSB, 2007).

#### **4 FATORES CONTRIBUINTES**

Vários são os fatores que podem contribuir para uma incursão em pista, entretanto, no transcorrer das investigações dos diversos casos ocorridos em todo o mundo foi observada a reincidência de alguns desses fatores, os quais podem ser agrupados em três campos distintos que interagem mutuamente: a cabine de comando, a infraestrutura aeroportuária e o controle de tráfego aéreo (HUDSON, 2005).

Para melhor compreensão, cada grupo será apresentado individualmente. Todavia, é importante salientar que a maioria das incursões em pista são fruto da combinação de diversos fatores existentes em cada um desses segmentos.

##### **4.1 A Cabine de Comando**

O ambiente da cabine de comando possui múltiplos elementos que podem contribuir para a ocorrência de uma incursão em pista, sendo todos os aspectos ligados essencialmente ao fator humano (HUDSON, 2005).

De acordo com o FAA (2008a), dentro desse universo, o tipo de erro mais comum é resultante de um cotejamento correto seguido de uma manobra não

autorizada. Em 2007, essa situação se repetiu em 44% dos erros cometidos por pilotos nas incursões ocorridas em aeroportos americanos.

Um dos fatores contribuintes para a recorrência desses erros é o desvio da atenção causado por conversas de ordem não operacional. Por isso, a adoção do conceito de cabine estéril durante as operações de táxi constitui importante medida preventiva (EUROCONTROL, 2006).

Desde agosto de 2007, todas as 112 empresas aéreas que operam a partir dos EUA estão incorporando ao treinamento de seus pilotos cenários que simulam as operações de táxi a partir do *pushback*; além disso, estão sendo revisados procedimentos para identificar fatores que contribuem para a distração dos pilotos durante a rolagem (GAO<sup>7</sup>, 2008).

A pouca experiência das tripulações nas operações em aeroportos de grande movimento e de complexa estrutura, associada ao uso incorreto das cartas de aeródromo também tem levado os pilotos a cometer erros (CARDOSI, 2001).

Um planejamento inadequado para o voo, no qual o piloto deixa de consultar todas as informações de solo disponíveis, pode acarretar o ingresso em pistas erradas. Nesse sentido, a *Advisory Circular 120-74A* (FAA, 2003a), orienta que as tripulações planejem as operações de táxi com o mesmo cuidado despendido ao planejamento das outras fases do voo.

A atenção voltada para o interior da cabine de comando quando da movimentação na área operacional tem levado a situações de risco. Um dos motivos, de acordo com o Plano Europeu para Prevenção de Incursões em Pista, é o alto grau de automatização alcançado pelas aeronaves.

Os modernos equipamentos possuem sistemas complexos que permitem a programação de praticamente todo o voo ainda no solo. Tal situação tem gerado uma enorme transferência da carga de trabalho da fase de voo para as operações de táxi. Esta evolução é irreversível e medidas preventivas apropriadas devem ser tomadas para resolver tal problema (EUROCONTROL, 2006).

---

<sup>7</sup> GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE

Autorizações emitidas durante a rolagem também elevam a carga de trabalho das tripulações, diminuindo o nível de atenção. O EUROCONTROL (2006) traz recomendação no sentido de, sempre que possível, as autorizações de voo serem recebidas antes do início do táxi. Conforme o FAA (2008a), caso o táxi já tenha sido iniciado, é aconselhável que a autorização e o respectivo cotejamento sejam feitos somente após o cruzamento da aeronave pela pista em uso, caso seja necessária tal manobra.

Nos aeródromos não controlados, alguns pilotos não utilizam a fonia para informar sua posição ou o fazem na frequência errada. Há ainda os que se confundem e não reportam sua posição de forma clara. O baixo volume de tráfego e a familiaridade com esse tipo de aeródromo são fatores que contribuem para a complacência e a desatenção dos pilotos (FAA, 2003a).

Não é incomum ocorrerem situações em que ambos os pilotos estabelecem contato-rádio ao mesmo tempo, um com o órgão de controle e outro com a empresa, diminuindo sobretudo a atenção voltada para o ambiente externo. Relatórios de segurança de voo mostram que pronunciamentos do comandante aos passageiros durante a rolagem constituíram fontes de erros em muitas ocasiões (EUROCONTROL, 2006).

Em várias ocorrências, os pilotos assumem como confirmação de suas autorizações uma falta de resposta do controle ao seu cotejamento. “Todo cotejamento requer uma confirmação por parte do órgão de controle quanto à sua correção. Além disso, os pilotos, nas autorizações de cruzamento, pouso e decolagem, devem incluir o indicativo da pista em seus cotejamentos” (EUROCONTROL, 2006).

Pilotos menos experientes, quando na função de co-piloto, têm deixado de questionar os órgãos de controle e até mesmo o comandante da aeronave quanto às orientações recebidas. Outros são relutantes em pedir instruções de táxi progressivas e não param a rolagem, mesmo quando estão inseguros com relação a qual caminho seguir (CARDOSI, 2001).

Incidentes têm ocorrido quando pilotos aceitam autorização condicional antes de haver identificado corretamente o tráfego de referência. Em 2004, no Aeroporto de Munique, um piloto, realizando o ponto de espera em uma *taxiway* convergente à pista em uso, ao receber autorização para “alinhar e manter” após a passagem de um Airbus, cometeu uma incursão ao confundir a aeronave que ainda estava em aproximação final com outra, já em procedimento de decolagem (TAIC<sup>8</sup>, 2008).

A autoridade investigadora alemã concluiu que a tripulação da aeronave incursora não tinha condições de visualizar o setor de aproximação da pista e identificar a aeronave que executava o procedimento de pouso. Posteriormente, o prestador de serviço ATC alemão baniu autorizações condicionais conjugadas com pistas de táxi convergentes à pista principal (TAIC, 2008).

No Brasil, a ICA 63-21 - Programa para Prevenção de Ocorrências de Incursão em Pista no ATS (BRASIL, 2009b), emitida pelo DECEA, ratifica essa preocupação ao afirmar que quando se coordena os pontos para ingresso ou cruzamento de uma pista, as autorizações para aeronaves ou veículos terrestres não devem ser condicionadas ou emitidas com tráfego de referência. “Apesar das normas permitirem algumas autorizações condicionais, a prática de tais procedimentos deve ser limitada.”

#### **4.2 A Infraestrutura Aeroportuária**

O número de operações de solo aumentou significativamente nas últimas décadas. Para acomodar o crescimento do volume de tráfego, os aeroportos expandiram a infraestrutura existente, tornando o seu ambiente cada vez mais complexo (EUROCONTROL, 2006).

O *Lambert-Saint Louis International Airport*, aeroporto norte-americano com cinco pistas principais e dezenas de *taxiways*, é um dos maiores exemplos. Os

---

<sup>8</sup> TRANSPORT ACCIDENT INVESTIGATION COMMISSION  
ISSN 2176-7777

profissionais que trabalham em sua torre de controle gerenciam a impressionante média de 900 cruzamentos de pista todos os dias. Entre janeiro de 1997 e outubro de 2001, ocorreram nesse aeródromo nada menos que 38 *runway incursions* (FAA, 2003b).

Ainda com relação ao *layout*, verifica-se que a convergência entre pistas de táxi e pistas de pouso representa um desafio para pilotos e controladores. Pistas com múltiplas interseções, particularmente as que possuem pequenos ângulos de convergência, confundem os pilotos em operações noturnas devido ao grande número de luzes em sua lateral (CARDOSI, 2001).

O uso de múltiplos pontos de entrada na pista principal aumenta sobremaneira o risco de incursões, pois haverá mais locais de conflito assim como aumento na carga de trabalho dos controladores (TAIC, 2008).

A situação precária das sinalizações e sua utilização dentro de um padrão inadequado têm contribuído para interpretações errôneas de pilotos e motoristas, levando a conflitos entre aeronaves e veículos (ICAO, 2007).

Motoristas tendem a ter postura mais relaxada quando dirigindo em aeródromos não controlados ou com baixo volume de tráfego, deixando de observar com a atenção adequada as áreas de manobras das aeronaves (CARDOSI, 2001).

De acordo com a Flight Safety Foundation (2004), há situações em que, frequentemente, o piloto está se comunicando com a torre de controle enquanto o motorista do veículo coordena a sua movimentação pela área operacional com o controle de solo. “Há um declínio da consciência situacional, pois os pilotos, quando alinhados para a decolagem, ao perceberem um veículo cruzando a pista, não têm ideia de como ou por que aquilo está acontecendo ou, até mesmo, se o cruzamento foi autorizado.”

O Departamento de Controle do Espaço Aéreo para evitar tais conflitos, estabelece que

Os veículos que necessitem transitar pela área de manobras deverão estar sujeitos à autorização de uma posição operacional da torre de controle do aeródromo. Os motoristas dessas viaturas

devem coordenar diretamente com o controlador, via rádio, a sua movimentação. Os procedimentos para movimento dos veículos também devem ser objeto de Carta de Acordo Operacional e estarão restritos, tanto quanto possível, às vias destinadas aos veículos terrestres (BRASIL, 2009b).

Além disso, conforme cita o EUROCONTROL (2006), é recomendável que o número de motoristas autorizados a dirigir na área operacional se restrinja ao mínimo possível.

A dificuldade da administração aeroportuária em manter sua cerca patrimonial é outro fator que tem gerado elevado número de ocorrências devido à entrada de pessoas na área operacional. Segundo a ICA 3-2 – Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos da Aviação Civil Brasileira (BRASIL, 2009a), emitida pelo CENIPA, as incursões em pista causadas por pedestres é a que mais se destaca no cenário nacional. Nos últimos seis anos ocorreram 762 ocorrências desse tipo, enquanto 257 foram ocasionadas por incursões de veículos e 72 por aeronaves.

### **4.3 O Controle de Tráfego**

Dentro do controle de tráfego aéreo, pesquisas revelam que o fator contribuinte mais recorrente, responsável por 27% dos erros operacionais, refere-se a algum tipo de esquecimento do controlador de voo (CARDOSI; YOST, 2001).

Autoridades de aviação civil em todo o mundo recomendam que não devem ser emitidas autorizações em que a aeronave tenha de permanecer por mais de 90 segundos sobre a cabeceira. Dados europeus e americanos comprovam ser tal período de tempo demasiado longo para essa posição, permitindo que distrações e esquecimentos por parte do controlador venham a gerar uma incursão em pista (FLIGHT SAFETY FOUNDATION, 2004).

Em algumas investigações verificou-se que os controladores não haviam dado a devida atenção ao cotejamento das mensagens, deixando de efetuar correções necessárias para evitar conflitos de tráfegos (EUROCONTROL, 2006).

Nos EUA, segundo o FAA (2008a), erros de cotejamento respondem por 9% dos erros operacionais que resultaram em incursões.

Grande parte das incursões em pista, inclusive aquelas que redundaram em incidentes de tráfego aéreo e em acidentes aeronáuticos ocorreram, entre outros fatores contribuintes, por erro no entendimento das mensagens ATS. As falhas mais comuns são caracterizadas por abreviações das autorizações, numerais usados em grupo, omissão de indicativos de chamada e frases que incluem "certo", "okey" e "positivo". Dessa forma, é necessária a utilização da fraseologia aeronáutica prevista nas normas vigentes (BRASIL, 2009b).

Ainda com relação à fraseologia, verifica-se que problemas relativos à proficiência no uso da língua inglesa têm acarretado casos de incursão devido a entendimentos errôneos nas comunicações entre pilotos e controladores (EUROCONTROL, 2006).

Ademais, a diferença entre a fraseologia usada pelo FAA e pela ICAO por vezes gera problemas de interpretação das mensagens ao redor do mundo. Por exemplo, a expressão "*Position and hold*" para as regras do FAA é uma autorização para ingressar na pista e efetuar uma espera; já um termo parecido, "*Hold in position*", significa para a ICAO que a aeronave deverá parar imediatamente (FLIGHT SAFETY FOUNDATION, 2004).

Outro aspecto potencialmente perigoso para o surgimento de situações de risco é a similaridade dos códigos de chamada das aeronaves. Estudo baseado em incidentes ocasionados por incursões em pista verificou haver semelhança entre os códigos de chamada em todas as situações na qual um piloto aceitou a autorização de outra aeronave (CARDOSI; YOST, 2001).

Além disso, a prática de abreviar códigos de chamada tem sido identificada como elemento crítico para o decréscimo da segurança operacional no ambiente aeroportuário (FLIGHT SAFETY FOUNDATION, 2004).

Ainda de acordo com a Flight Safety Foundation (2004), as passagens de posição também constituem risco à segurança operacional.

As estatísticas demonstram que há uma incidência maior de incursões nos primeiros cinco minutos após um controlador assumir a posição de outro. Provavelmente isto ocorre porque o segundo controlador ainda está com um baixo nível de consciência situacional e não recebeu todas as informações relevantes (FLIGHT SAFETY FOUNDATION, 2004.).

Para alguns controladores, falar rapidamente pode ser economia de tempo e demonstração de eficiência, entretanto, em estudo simulado, chegou-se à conclusão de que nessas condições os erros de cotejamento dobraram (PRINZO; HENDRIX; HENDRIX, 2006). “É aconselhável que o controlador mantenha um ritmo que não exceda 100 palavras por minuto; uma pequena pausa antes e depois dos números torna-os mais fáceis de entender” (EUROCONTROL, 2006).

De um modo geral, constatou-se que alguns controladores, ao emitirem as autorizações de decolagem e pouso, olham somente para as aeronaves, deixando de fazer uma varredura visual da pista, confiando, a priori, que a mesma estará livre em razão de não ter sido emitida, anteriormente, autorização de ingresso para qualquer outra aeronave ou veículo (BRASIL, 2009b).

O decréscimo do nível de consciência situacional quando há diminuição da visibilidade ou aumento do volume de tráfego torna-se mais fácil, havendo tendência ao aumento da fadiga e, conseqüentemente, à desatenção no gerenciamento dos tráfegos. Entre 2001 e 2006, o NTSB identificou, em aeroportos americanos, quatro ocorrências graves de incursão em pista nas quais os controladores de voo cometeram erros devido à fadiga (GAO, 2008).

É importante ressaltar também que o potencial para a ocorrência de incursões está intimamente relacionado ao volume de tráfego aéreo. De acordo com o Transport Canada (2000), um incremento de 20% no volume de tráfego vai representar um aumento de 140% nos riscos de colisões por *runway incursions*.

Além disso, verifica-se que tal situação pode levar à adoção, por parte do controle, de procedimentos mais críticos para que a demanda seja atendida, como, por exemplo, decolagens e pousos simultâneos e separação mínima entre as aeronaves. De acordo com Reason (1995), os tipos de violação mais comuns nos

órgãos ATS ocorrem quando os controladores de voo tentam tornar o sistema mais eficiente, buscando aumentar a capacidade de tráfego do aeródromo.

## 5 MEDIDAS PREVENTIVAS

A partir da análise dos fatores que têm contribuído para as incursões em pista, estudos têm sido realizados com o objetivo de aperfeiçoar os procedimentos de cabine e de controle de tráfego aéreo, melhorar as marcações e sinalizações de pista e desenvolver tecnologias para alertar e elevar o nível de consciência situacional de pilotos, motoristas e controladores de voo (EUROCONTROL, 2006).

Com relação a marcações e sinalizações de pista, medidas simples e criativas podem ser adotadas para minimizar a incidência de incursões. Segundo o *Runway Safety Report* :

A key strategy for mitigating the risks of runway incursions involving conflicts with a takeoff aircraft came in September 2003 with the publication of Advisory Circular 120-74A. As stated in the AC, the standard operating procedure of turning on landing lights when takeoff clearance is received is a signal to other pilots, air traffic controllers, and ground personnel that the aircraft is moving down the runway for takeoff. All exterior lights, including the landing lights are also to be turned on when crossing a runway (FAA, 2008a).

Desde a implementação dessa medida, a incidência das incursões mais severas (categorias A e B), resultantes de cruzamentos à frente de aeronaves em procedimento de decolagem, sofreu decréscimo de mais de 20% (FAA, 2008a).

Outra medida que demanda baixo investimento e que merece ser destacada é a chamada *Enhanced Taxiway Centerline*, exigida pelo FAA como mandatória, a partir de 30 de junho de 2008, para todos os aeroportos americanos com mais de 1,5 milhões de embarques (FAA, 2008a).

A *Enhanced Taxiway Centerline* é uma marcação mais perceptível para os operadores, composta por linhas tracejadas na cor amarela em ambos os lados da linha contínua das *taxiways* nas proximidades das pistas de pouso e decolagem. Essa nova marcação tem por função aumentar a consciência situacional dos pilotos

e controladores de voo quando da aproximação das aeronaves às pistas (FAA, 2008a).

Medidas objetivando melhorar a visualização das marcações de pista, como a *Enhanced Taxiway Centerline*, são apenas parte do esforço para mitigar o risco das incursões. Outras ações têm sido tomadas no sentido de padronizar a fraseologia, elevar o nível de proficiência na língua inglesa, melhorar os procedimentos dos órgãos de controle de tráfego e aperfeiçoar o gerenciamento da cabine de comando (ICAO, 2007).

No entanto, a prática tem mostrado que todas essas barreiras muitas vezes não são suficientes para evitar que o erro humano aconteça. Dentro desse contexto, a tecnologia tem se revelado como a última salvaguarda para evitar que as temidas *runway incursions* se transformem em acidentes de dimensões catastróficas.

Dentre as medidas tecnológicas implantadas em aeroportos de todo o mundo, destacam-se sistemas como o *Runway Status Lights* (RWSL), o *Aiport Surface Detection Equipment* (ASDE), o *Airport Movement Area Safety System* (AMASS), o *Enhanced Flight Vision System* (EFVS) e o *Final Approach Runway Occupancy Signal* (FAROS).

O *Runway Status Lights* (RWSL) consiste em conjunto de luzes vermelhas instaladas na pista principal e suas interseções, controladas automaticamente por intermédio dos dados de um radar de superfície. Esse sistema visa proporcionar alerta situacional das condições da pista, informando a pilotos e motoristas quando uma pista está segura ou não para decolagem, cruzamento ou ingresso (FAA, 2009a).

Conforme cita o FAA (2009a), três aeroportos americanos já possuem o sistema instalado: Dallas, San Diego e Los Angeles.

Em 15 de maio de 2008, no Aeroporto Internacional de Dallas, o RWSL evitou a colisão do American Airlines 379, que já havia iniciado a sua corrida de decolagem, com o Mesaba Airlines 3675, que cruzava a pista em uma interseção à frente. Nesse aeroporto, segundo dados do *Federal Aviation Administration* (FAA,

2009a), houve redução de 70% no número de incursões em pista com o advento do RWSL.

O ASDE é uma ferramenta que permite ao controlador de voo detectar potenciais conflitos de solo, proporcionando cobertura detalhada do movimento em pistas de pouso e decolagem, pistas de táxi e áreas de estacionamento. Os dados utilizados pelo ASDE são obtidos por meio de radares de aproximação, do transponder das aeronaves e de um radar de movimento de superfície, que pode ser instalado na torre de controle ou em torres remotas (FAA, 2008b).

Ao interpolar todas essas informações, o ASDE é capaz de determinar a posição e a identificação de aeronaves e veículos na superfície do aeroporto, assim como aeronaves voando dentro de uma distância de até 5 milhas. Os controladores podem ver as informações obtidas em um *display* colorido onde as posições das aeronaves e dos veículos ficam sobrepostas ao mapa de superfície do aeródromo (FAA, 2008b).

O *Airport Movement Area Safety System* (AMASS) é um sistema que fornece ao controle de tráfego alertas sonoros e visuais dos perigos de uma iminente incursão em pista por meio do processamento dos dados de vigilância do ASDE, do radar de vigilância de aeródromo e de um sistema automatizado de terminal (GAO, 2008).

O sistema de alerta trabalha com dados de posição, velocidade e aceleração das aeronaves em procedimento de pouso e decolagem, e com os dados de aeronaves e veículos no solo, emitindo sinal quando o deslocamento dos alvos indica que haverá comprometimento da segurança operacional (GAO, 2008).

O primeiro sistema AMASS foi instalado em 2001, no Aeroporto Internacional de San Francisco, EUA. Nesse mesmo aeroporto, no dia 26 de maio de 2007, tal sistema evitou a colisão entre o SkyWest 5741, um EMB 120, e o Republic Airlines 4912, um EMB 175, alertando o controlador de voo 15 segundos antes do impacto. Existe a previsão de instalação desse sistema em 40 aeroportos americanos.

O EFVS é um equipamento que possibilita aos pilotos melhor visualização da pista em condições de escuridão e baixa visibilidade. Baseado em imagens de sensores infravermelhos transmitidas a *head-up* ou *head-down displays*, foi inicialmente criado como auxílio para o pouso; entretanto, com o seu desenvolvimento percebeu-se sua importância para a segurança de voo como ferramenta de alerta situacional, no solo e no ar (FAA, 2008c).

Alguns equipamentos mais modernos provêm nível de visibilidade tão profícuo que habilita o piloto a identificar objetos mesmo com nevoeiro ou chuva. O EFVS foi idealizado para mitigar problemas relacionados às três principais preocupações da aviação mundial, quais sejam: incursão em pista, CFIT (*Control Flight Into Terrain*) e ALA (*Approach and Landing Accidents*).

O *Final Approach Runway Occupancy Signal* (FAROS) foi concebido como parte do esforço do FAA em atender recomendação de segurança emitida pelo NTSB para o desenvolvimento de um sistema que emitisse alerta direto às tripulações quanto à possibilidade de colisão causada por *runway incursion* (NTSB, 2007).

O FAROS utiliza o Precision Approach Path Indicator (PAPI) para avisar aos pilotos, por emissão de *flashes*, que há algum tipo de interferência na pista autorizada para pouso. Esse sistema foi testado com sucesso no *Long Beach Airport* e começou sua avaliação operacional no Aeroporto Internacional de Dallas, em setembro de 2008 (FAA, 2009b).

A ideia para o desenvolvimento desse sistema surgiu em 1991, após a incursão em pista que vitimou 34 pessoas no Aeroporto de Los Angeles, quando a aeronave da SkyWest ingressou na pista 27L, autorizada pela torre de controle, sendo atingida pelo Boeing 737 da US Air que pousava. Segundo especialistas, esse e outros acidentes ocasionados por erros operacionais poderiam ser evitados com um sistema que fornecesse informações diretamente aos pilotos (FAA, 2009b).

## 6 CONCLUSÃO

No presente artigo foram apresentados o conceito, as classificações e os fatores que têm contribuído para os casos de incursão em pista em todo o mundo, assim como algumas medidas preventivas que estão sendo desenvolvidas e implantadas com vistas a diminuir o potencial de risco relativo a esse tipo ocorrência.

Uma política de segurança operacional para as pistas de pouso e decolagem é componente vital para a segurança de voo na aviação civil. Como mostram os bancos de dados, as circunstâncias que rondam uma incursão em pista diferem consideravelmente e surgem, na maioria das vezes, em função de uma complexa mistura de fatores contribuintes pertencentes a três segmentos principais: a cabine de comando, a infraestrutura aeroportuária e o controle de tráfego aéreo (HUDSON, 2005).

Essa constatação comprova, de forma indiscutível, que a solução para o problema das incursões em pista requer a participação efetiva de todos os profissionais envolvidos nas atividades operacionais: pilotos, motoristas e controladores de voo (ICAO, 2007).

Ademais, para se obter sucesso na prevenção de incursões em pista deve-se estar monitorando diuturnamente o papel desempenhado pelo ser humano concomitantemente com a utilização das mais modernas tecnologias no ambiente aeroportuário. Desse modo, a necessária vigília preventiva não sofrerá solução de continuidade, afastando a indesejável presença de qualquer tipo de falha humana e evitando que tragédias como a ocorrida em março de 1977, em Tenerife, se repitam.

## REFERÊNCIAS

AGENZIA NAZIONALE PER LA SICUREZZA DEL VOLO (Itália). **Final Report** – Accident Involved Aircraft Boeing MD-87, registration SE-DMA and CESSNA 525-A, registration D-IEVX - Milano Linate Airport - October 8, 2001. Roma, 2004. Disponível em: <<http://www.ansv.it/cgi-bin/eng/FINAL%20REPORT%20A-1-04.pdf>>. Acesso em: 3 dez. 2009.

AUSTRALIAN TRANSPORT SAFETY BUREAU. **Runway Incursion: 1997 to 2003**. Adelaide, 2004. Disponível em: <[http://www.atsb.gov.au/media/36870/Runway\\_incursions\\_1997\\_to\\_2003.pdf](http://www.atsb.gov.au/media/36870/Runway_incursions_1997_to_2003.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2009.

\_\_\_\_\_. **Analysing Runway Incursions**. Disponível em: <<http://www.atsb.gov.au/aviation/editorials/analysing-runway-incursions-.aspx>>. Acesso em: 10 dez. 2009.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Relatório de Incidente Grave**. Brasília, 2005.

\_\_\_\_\_. **ICA 3-2: Programa de Prevenção de Acidentes da Aviação Civil Brasileira para 2009**. Brasília, 2009a.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **ICA 63-21: Programa para Prevenção de Ocorrências de Incursão em Pista no ATS**. Brasília, 2009b.

CARDOSI, K. **Runway Safety: It's Everybody's Business**. U. S. Department of Transportation. Federal Aviation Administration. Washington, EUA, 2001. Disponível em: <<http://www.faa.gov/RunwaySAFETY/pdf/handbook.pdf>>. Acesso em: 5 dez. 2009.

\_\_\_\_\_; YOST, A. **A Controller and Pilot Error in Airport Operations: A Review of Previous Research and Analysis of Safety Data**. DOT/FAA/AR-00-51. U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Washington, 2001.

EUROCONTROL. **European Action Plan for the Prevention of Runway Incursions**. Bruxelas, Bélgica, 2006. Disponível em: <[http://www.eurocontrol.int/runwaysafety/gallery/content/public/docs/EAPPRI%201\\_2.pdf](http://www.eurocontrol.int/runwaysafety/gallery/content/public/docs/EAPPRI%201_2.pdf)>. Acesso em: 10 dez. 2009.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (Estados Unidos). **Advisory Circular AC 120-74A - Flightcrew Procedures During Taxi Operations**. Washington, 2003a. Disponível em: <[http://rgl.faa.gov/REGULATORY\\_AND\\_GUIDANCE\\_LIBRARY/RGADVISORYCIRCULAR.NSF/0/331ca20530e3d4b086256dc000565d82/\\$FILE/AC120-74A.pdf](http://rgl.faa.gov/REGULATORY_AND_GUIDANCE_LIBRARY/RGADVISORYCIRCULAR.NSF/0/331ca20530e3d4b086256dc000565d82/$FILE/AC120-74A.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2009.

\_\_\_\_\_. **Introduction to Runway Safety**. Washington, 2003b. Disponível em: <[http://www.faa.gov/airports/runway\\_safety/ace/training\\_presentations/media/2.ppt](http://www.faa.gov/airports/runway_safety/ace/training_presentations/media/2.ppt)>. Acesso em: 21 dez. 2009.

\_\_\_\_\_. **Report on Runway Incursions: Progress has Been Made in Reducing Runway Incursions, but Recent Incidents Underscore the Need for Further Proactive Efforts**. Report Number AV-2007-050. Washington, 2007a. Disponível em: <<http://www.oig.dot.gov/StreamFile?file=/data/pdfdocs/av2007050.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2009.

\_\_\_\_\_. **Notice J O 7050.1**. Washington, 2007b. Disponível em: <[http://www.faa.gov/training\\_testing/training/ReducingPDs/media/Handouts/NOTICE\\_7050-1\\_ICAO-Definition\\_092807.pdf](http://www.faa.gov/training_testing/training/ReducingPDs/media/Handouts/NOTICE_7050-1_ICAO-Definition_092807.pdf)>. Acesso em: 21 dez. 2009.

\_\_\_\_\_. **Runway Safety Report**, Washington, 2008a. Disponível em: <[http://www.faa.gov/airports/runway\\_safety/media/pdf/RSReport08.pdf](http://www.faa.gov/airports/runway_safety/media/pdf/RSReport08.pdf)>. Acesso em: 4 dez. 2009.

\_\_\_\_\_. **Direct Cockpit Alerting using ASDE-X Runway Collision Safety Logic**. ICAO ASP04, May 19 – 23, 2008, Bangkok, Thailand. Washington, 2008b. Disponível em:

<<http://www.icao.int/anb/panels/scrsp/meetings/ASP%20Working%20Group%2019%20to%2023%20May%202008r/WP%20ASP04-47R1%20Direct%20Cockpit%20Alerting.ppt>>.

Acesso em: 11 dez. 2009.

\_\_\_\_\_. **Enhanced Flight Visual System (EFVS)**. Washington, 2008c. Disponível em: <

[http://www.casa.go.kr/fssco2008/imagefile/9.%20Enhanced%20Flight%20Vision%20Systems\(EFVS\)\(Mr.%20Smith\\_FAA\).pdf](http://www.casa.go.kr/fssco2008/imagefile/9.%20Enhanced%20Flight%20Vision%20Systems(EFVS)(Mr.%20Smith_FAA).pdf)>.

Acesso em: 12 dez. 2009.

\_\_\_\_\_. **Runway Status Lights (RWSL) – Operational, Evaluation and Experience**. Washington, 2009a. Disponível em: <[http://www.eurocontrol.int/corporate/gallery/content/public/event\\_docs/090429\\_runwaystatuslights\\_paris\\_airport/FAA\\_RWSL-Stop%20Bar%20Workshop.pdf](http://www.eurocontrol.int/corporate/gallery/content/public/event_docs/090429_runwaystatuslights_paris_airport/FAA_RWSL-Stop%20Bar%20Workshop.pdf)>.

Acesso em: 20 dez. 2009.

\_\_\_\_\_. **Operational Evaluation of FAROS - Final Approach Runway Occupancy Signal**.

Washington, 2009b. Disponível em: <[http://acast.grc.nasa.gov/wp-content/uploads/icns/2006/07\\_Session\\_B2/06-Figueroa.pdf](http://acast.grc.nasa.gov/wp-content/uploads/icns/2006/07_Session_B2/06-Figueroa.pdf)>.

Acesso em: 20 dez. 2009.

FLIGHT SAFETY FOUNDATION. **European Air Traffic Controllers Assert Influence to Prevent Runway Incursions**. Alexandria, EUA, 2004. Disponível em: <<http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/261.pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2009.

\_\_\_\_\_. **Accident Safety Network: accident description**. Disponível em: <<http://www.aviation-safety.net/database/record.php?id=19841011-0>>. Acesso em: 12 dez. 2009.

GOVERNMENT ACCOUNTABILITY OFFICE (Estados Unidos). **Progress on Reducing Runway Incursions Impeded by Leadership, Technology, and Other Challenges**. Washington, 2008.

Disponível em: <<http://www.gao.gov/new.items/d08481t.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2009.

HUDSON, P. Centre for Safety Studies. University of Leiden. **Human Factors in Runway Incursion Incidents**. ICAO Runway Safety Seminar, Moscow, set., 2005. Disponível em:

<[http://www.paris.icao.int/documents\\_open\\_meetings/download.php?maincategory=40&subcategory=49&file=runway\\_moscow\\_20051212\\_pres4.pdf](http://www.paris.icao.int/documents_open_meetings/download.php?maincategory=40&subcategory=49&file=runway_moscow_20051212_pres4.pdf)>. Acesso em: 13 dez. 2009.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Manual on the Prevention of Runway Incursions**. Montreal, Canadá, 2007. Disponível em: <[http://www.icao.int/fsix/\\_Library%5CRunway%20Incursion%20Manual-final\\_full\\_fsix.pdf](http://www.icao.int/fsix/_Library%5CRunway%20Incursion%20Manual-final_full_fsix.pdf)>.

Acesso em: 11 dez. 2009.

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD (Estados Unidos). **Airport Runway Accidents, Serious Incidents, Recommendations, and Statistics**. Washington, 2007. Disponível em:

<[http://www.nts.gov/events/symp\\_ri/RI\\_Fact\\_Sheet.doc](http://www.nts.gov/events/symp_ri/RI_Fact_Sheet.doc)>. Acesso em: 13 dez. 2009.

PRINZO, O. V; HENDRIX, A. M.; HENDRIX, R. **The Outcome of ATC Message Complexity on Pilot Readback Performance**, Washington, EUA, 2006. Disponível em: <<http://www.faa.gov/library/reports/medical/oamtechreports/2000s/media/200625.pdf>>.

Acesso em: 20 dez. 2009.

REASON, J. **Beyond Aviation Human Factors**. Ashgate. Burlington, USA, 1995.

TRANSPORT ACCIDENT INVESTIGATION COMMISSION (Nova Zelândia). **Runway Incursion - A** review based on Transport Accident Investigation Commission Report 07-005. Apresentado no Australia & New Zealand Societies of Air Safety Investigators Annual Seminar. Adelaide, Austrália, 2008. Disponível em: <<http://asasi.org/papers/2008/Runway%20Incursions%20Presented%20by%20Peter%20Williams.pdf>>. Acesso em: 5 dez. 2009.

TRANSPORT CANADA. National Civil Aviation Safety Committee. Sub-Committee on Runway Incursions. **Final Report**. Ottawa, 2000. Disponível em: <<http://www.docstoc.com/docs/11812996/National-Civil-Aviation-Safety-Committee-Sub-Committee-on-Runway-Incursions-final-report-September-14-2000>>. Acesso em: 13 dez. 2009.

## **RUNWAY INCURSION: DEFINITION, CLASSIFICATION, CONTRIBUTING FACTORS, AND PREVENTIVE MEASURES**

**ABSTRACT:** Runway incursions have always been identified as one of the most serious threats to safety in civil aviation. With increasing air traffic, the number of incursions has grown significantly around the world. The analysis of accidents and incidents shows that the factors contributing to this type of occurrence are generally grouped in three main segments: the cockpit, air traffic control and airport environment. Preventive measures have been adopted by the entire international aviation community, aimed at improving cockpit and air traffic control procedures, markings and runway signs, as well as the technology available to operators. The purpose of this paper is to compile up-to-date technical and scientific information in order to provide a better understanding of the peculiarities involving runway incursions. Moreover, the article includes some of the most modern technological measures that are being implemented to mitigate such occurrences.

**KEYWORDS:** Runway incursion. Contributing factors. Preventive measures.

## **SURVIVABILITY NAS OPERAÇÕES EM HELIPONTOS ELEVADOS NA CIDADE DE SÃO PAULO**

Raul Souza<sup>1</sup>  
Thiago Lírio<sup>2</sup>  
Jackson Lauffer<sup>3</sup>

Artigo submetido em 18/01/2010.

Aceito para publicação em 02/03/2010.

**RESUMO:** São Paulo é uma cidade particular no mundo quando se trata de assuntos relacionados ao tráfego aéreo de helicópteros. Possuidora de um trânsito caótico e de uma população com poder aquisitivo suficiente para usufruir das vantagens que o transporte aéreo oferece, a capital paulista possui hoje um dos maiores movimentos de aeronaves de asas rotativas do globo terrestre. A utilização cada vez mais frequente deste artifício, faz com que se aumente a preocupação a respeito da segurança na operação destas aeronaves. Por possuir características de uma metrópole, com muitos prédios e poucas áreas livres de obstáculos para a operação aérea, é muito comum a utilização de helipontos elevados no dia a dia dos usuários e operadores de helicópteros. Porém poucos estudiosos têm se dedicado a análise da influência que os ventos, a geometria das edificações e as características operacionais exercem em termos de survivability para os helicópteros, durante as fases de decolagem e pouso em edifícios. Este artigo apresenta a influência dos ventos no topo de edificações, analisando a suscetibilidade dos helicópteros aos efeitos de rajadas, martelamento e desprendimento de vórtices, além da vulnerabilidade das aeronaves uma vez inseridas neste contexto, tudo isso com o objetivo de avaliar a capacidade de survivability para operações em helipontos elevados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Survivability. Helicópteros. Helipontos elevados.

---

<sup>1</sup> Oficial Aviador da FAB, Bacharel em Ciências Aeronáuticas pela AFA, Oficial de Segurança de Voo e Investigador Master de acidentes aeronáuticos formado pelo CENIPA, Chefe da Seção de Investigação do SERIPA 3, Mestrando em Segurança de Voo e Aeronavegabilidade Continuada pelo ITA. raulxfab@gmail.com .

<sup>2</sup> Oficial Aviador da FAB, Bacharel em Ciências Aeronáuticas pela AFA, Oficial de Segurança de Voo formado pelo CENIPA, Chefe da SIPAA da BACG, Mestrando em Segurança de Voo e Aeronavegabilidade Continuada pelo ITA. thiagolirio@gmail.com .

<sup>3</sup> Policial Rodoviário Federal, comandante de helicóptero. Graduado em engenharia elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina, Mestrando em Segurança de Voo e Aeronavegabilidade Continuada pelo ITA. jacksonlima@gmail.com .

## 1 INTRODUÇÃO

Com 400 voos diários de helicóptero em média, São Paulo vive hoje uma situação de tráfego aéreo intenso. Pressionada por associações de bairros, a Prefeitura de São Paulo acaba de sancionar uma lei que pretende restringir a circulação de helicópteros e regularizar os 129 helipontos que funcionam sem licença municipal (SALLES et alii, 2009).

De acordo com Salles et alii (2009) São Paulo abriga hoje um cenário ímpar na aviação de helicópteros no mundo. O colapso do trânsito, a presença de população com elevado poder aquisitivo e a falta de segurança pública fazem o uso dos helicópteros um ato rotineiro.

Segundo dados da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2009), atualizados em junho de 2009, existem hoje cerca de 530 helicópteros operando na capital paulista, ou seja, 69% da frota brasileira.

Atualmente, no Brasil, mais precisamente na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), estão sendo realizados estudos de engenharia em túnel de vento. O túnel de vento da UFRGS, que leva do nome do engenheiro Joaquim Blessmann, foi projetado para realizar ensaios estáticos e dinâmicos de modelos de construções civis. As principais áreas de estudo hoje estão classificadas em ambiental, meteorológica, estrutural e construtiva, não abordando a operação de helicópteros em helipontos no topo de edificações (REISDÖRFER, 2007).

Para que se torne mais claro o objetivo deste artigo, é necessário que se conheça o conceito de survivability. Segundo Ramos (2009), helicopter survivability é a capacidade de uma aeronave de asas rotativas para evitar ou para suportar um ambiente hostil, produzido por fenômenos naturais ou ação do homem. Esta capacidade pode ser dividida em duas grandes probabilidades, suscetibilidade e vulnerabilidade.

A suscetibilidade é a probabilidade de o helicóptero ser atingido por um mecanismo capaz de causar danos a ele (rajada de vento forte, projéteis, ação de radar, etc.). A vulnerabilidade é a probabilidade desta ameaça/mecanismo de dano

“matar” o helicóptero, uma vez que este tenha sido atingido (RAMOS, 2009).

Este artigo objetiva apresentar a influência dos ventos em topos de edifícios, associada à vulnerabilidade e à suscetibilidade que envolve a operação de helicópteros em helipontos elevados na cidade de São Paulo, principalmente no tocante aos efeitos causados pelo turbilhonamento do ar no topo de edificações de altura elevada.

## 2 ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO VENTO EM EDIFICAÇÕES

Para que haja uma melhor compreensão da participação dos fenômenos causados pelos ventos na operação de aeronaves de asas rotativas, analisaremos a influência dos mesmos em edificações, buscando em especial sua relação com a geração de vórtices e correntes ascendentes que possam afetar as decolagens e pousos em helipontos elevados. A figura 1 apresenta as características dinâmicas do vento ao encontrar uma edificação.

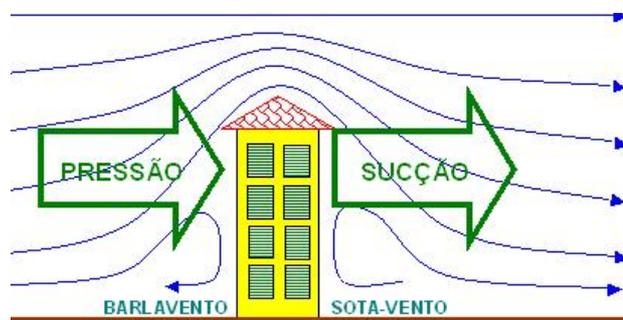


FIGURA 1 - Efeitos do vento na edificação (BLESSMANN, 1989).

Nota-se que o escoamento, ao atingir um prédio, é perturbado e dividido gerando a barlavento um aumento de pressão com consequentes correntes ascendentes, e a sota-vento uma sucção e respectivas correntes descendentes.

De forma geral, edificações isoladas ou muito altas sofrem influências maiores de ventos do que edificações mais baixas ou com vizinhança. Edifícios de cem metros de altura ou mais, situados em zona urbana, vizinhos a outros edifícios de altura da mesma ordem, sofrerão influência menor que um único edifício de 40 metros de altura isolado (por exemplo, junto a um parque, lago ou campo de

aviação). Especial atenção merece os edifícios altos que possuam em sua vizinhança edificações com alturas iguais ou menores que a metade das suas, pois estes sofrerão grande influência de ventos (BLESSMANN, 2005).

Quanto mais alto o edifício, maiores as velocidades e pressões dinâmicas próximas ao ponto de estagnação e, conseqüentemente, maiores as velocidades próximo ao terreno, pois maior será o gradiente de pressões entre estas duas regiões (BLESSMANN, 2005).

Um edifício mais baixo, situado a barlavento, pode causar majoração de velocidade, pela interação entre vórtice de base do edifício maior e a esteira do menor. Este problema não aparece em edifícios de forma convexa exposta ao vento (por exemplo, um edifício de planta circular) em que o fluxo escapa lateralmente e quase não há corrente de ar descendente (BLESSMANN, 2005).

A distribuição vertical de pressões na face de barlavento está diretamente relacionada com a pressão dinâmica local, que aumenta com a altura, acompanhando o aumento de velocidade. O ponto de estagnação na fachada de barlavento geralmente se encontra em um ponto próximo de 75% a 80% da altura do edifício. Deste ponto para baixo há um fluxo descendente em virtude do gradiente de pressão. Este fluxo penetra no vórtice de base, causando altas velocidades próximo ao solo, como podemos observar na figura 2 (BLESSMANN, 2005).

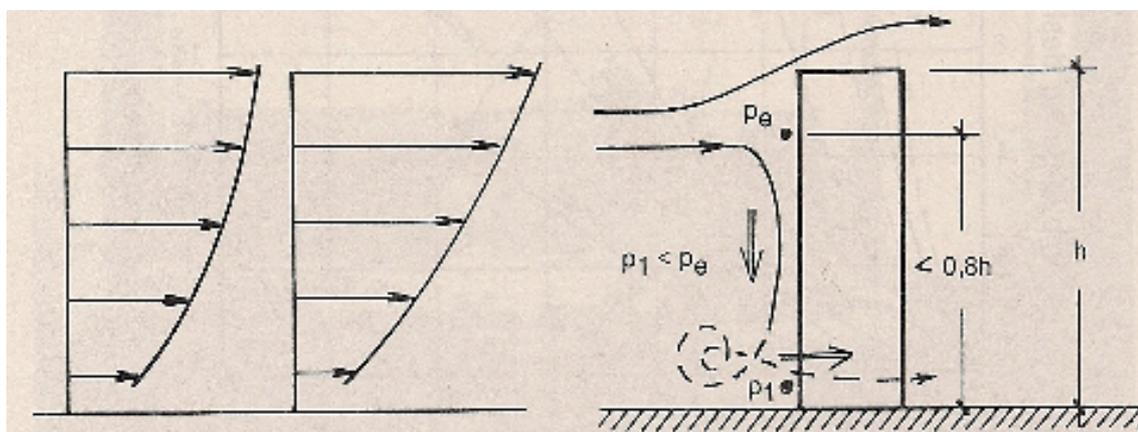


FIGURA 2 – Distribuição da velocidade na superfície da estrutura (BLESSMANN, 2005).

Observando ainda a figura 2, nota-se que o escoamento atinge o obstáculo com velocidade, sofrendo estagnação no pe (ponto de estagnação), onde a pressão estática é máxima, a pressão dinâmica é mínima e a velocidade tende a zero. A partir do pe o fluxo é dividido e a pressão estática diminui a medida que a pressão dinâmica e a velocidade aumentam. Este comportamento pode ser comparado ao do escoamento que atinge um perfil aeronáutico.

Segundo Blessmann (BLESSMANN, 2005), edificações mais altas enfrentam escoamentos com velocidades maiores. Analisando a figura 3, observa-se um gradiente horizontal de pressão ( $p < p_1$ ) entre a esteira com baixa pressão (faces laterais e de sotavento) e a região com pressões mais altas (situada próximo à base da fachada de barlavento).

A baixa pressão na esteira a sotavento ( $p$ ) é proporcional à velocidade do vento no fluxo livre logo acima do topo do edifício ( $v$ ). Portanto, quanto mais alto o edifício, maior a velocidade dos ventos (a velocidade do vento aumenta com a altura), e mais baixa será a pressão ( $p$ ). A consequência destes efeitos é uma corrente ascendente no sota-vento da edificação, a qual influencia diretamente a operação de helicópteros em helipontos no topo de prédios. Este aceleração do fluxo aparece também em passagens abertas, arcadas ou edifícios sobre pilotis, por exemplo (BLESSMANN, 2005).

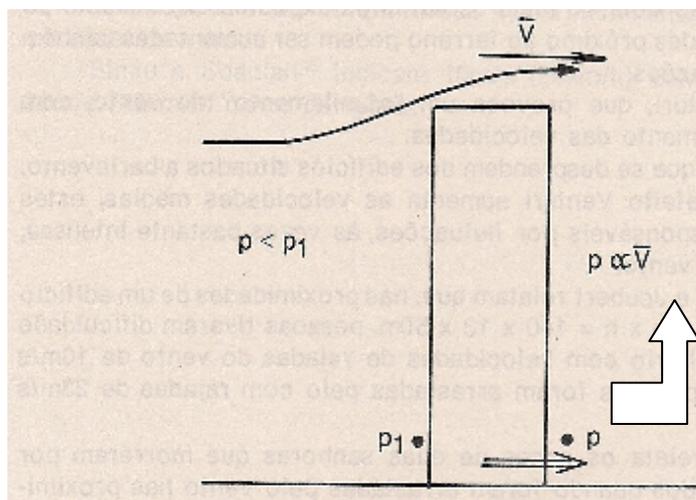


FIGURA 3 - Gradiente horizontal de pressão (BLESSMANN, 1989).

Blessmann (2005) chama atenção ainda para um forte turbilhonamento que pode ser causado por vórtices que se desprendem das arestas verticais dianteiras do edifício próximo às fachadas laterais.

Quando se tem dois ou mais edifícios expostos diretamente ao vento, as velocidades do escoamento podem ser aumentadas também pelas seguintes razões:

- Efeito Venturi, que provoca um "afunilamento" do vento, com o, conseqüente, aumento de velocidade; e
- Turbilhões que se desprendem dos edifícios situados a barlavento (BLESSMANN, 2005).

Enquanto o efeito Venturi gera aumento das velocidades médias, os turbilhões são responsáveis por flutuações, às vezes, bastante intensas, da velocidade do vento (BLESSMANN, 2005).

Do exposto acima, conclui-se que devem ser evitadas fachadas planas expostas perpendicularmente ao vento, em uma direção sem proteção de edificações vizinhas. Quando possível, mudar a orientação do edifício ou adotar outras providências, como reduzir a altura (vários edifícios baixos em substituição a um de grande altura) ou alterar a forma arquitetônica. Outras sugestões podem ser vistas na figura 4. Também quebra-ventos de espécies vegetais adequados podem ser eficientes, principalmente quando o problema for causado por efeito Venturi (BLESSMANN, 2005).

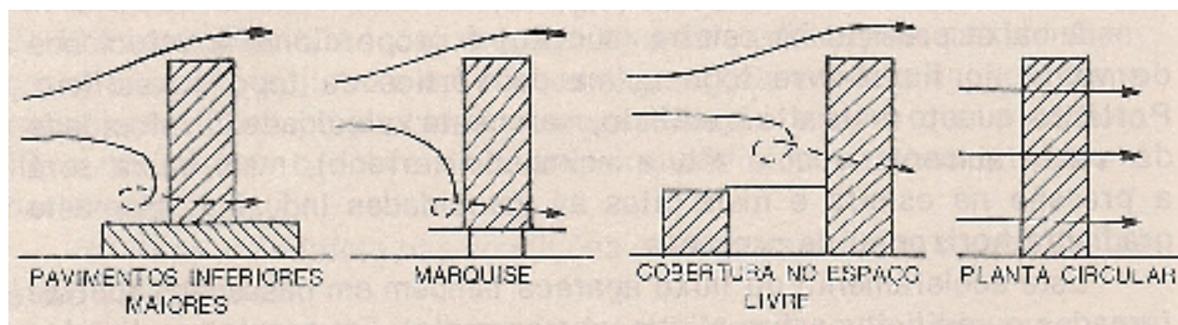


FIGURA 4 - Sugestões para evitar altas velocidades próximo ao terreno (BLESSMANN, 1989).

### 3 EFEITOS DINÂMICOS DAS RAJADAS EM EDIFICAÇÕES

Talvez o primeiro método racional para determinar os efeitos dinâmicos das rajadas seja o apresentado por Rausch (1933).

A partir de poucos registros de rajadas de vento existentes naquela época, Rausch apresentou o gráfico reproduzido na Figura 5, como representativo da pressão dinâmica do vento ao longo do tempo.

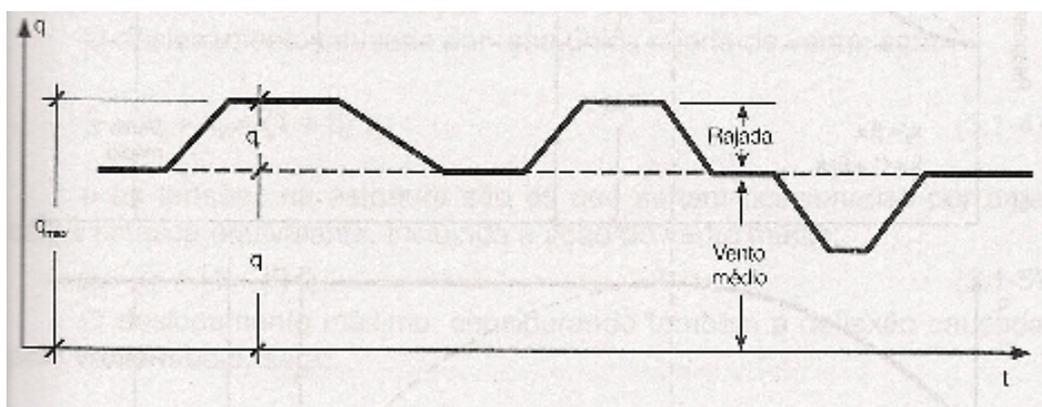


FIGURA 5 - Variação ao longo do tempo da pressão dinâmica do vento (BLESSMANN, 1989).

Conforme Rausch (1933), quando surge uma rajada de vento, a pressão dinâmica média ( $\bar{q}$ ) cresce subitamente (variação  $q_r$ ), permanece constante por um pequeno intervalo de tempo e volta a cair para o valor inicial ( $\bar{q}$ ). Com o correr do tempo surgem outras rajadas que aumentam ou diminuem o valor da pressão dinâmica, mas sempre retornando ao valor inicial ( $\bar{q}$ ). Rausch afirma que, com base nas observações existentes, não se pode concluir que exista uma periodicidade das rajadas, nem que sua duração seja sempre a mesma. Em outras palavras, o vento não pode ser considerado como originando uma força periódica que possa causar efeitos perigosos de ressonância. Trata-se, continua Rausch, de uma série de cargas e descargas com valores e duração variáveis, separadas por intervalos desiguais de tempo (RAUSCH, 1933)

#### 4 EFEITO DE MARTELAMENTO

Quando uma edificação está situada a sota-vento de diversos obstáculos (naturais ou edificações), ela estará imersa na esteira por eles gerada. A turbulência nesta região é do mesmo tipo da turbulência existente no vento natural incidente nestes obstáculos, com uma gama bastante grande de frequências e turbilhões. Em outras palavras, o espectro de energia é bastante alargado, sem um pico pronunciado (BLESSMANN, 2005).

Se, porém, a edificação estiver situada na esteira de somente uma ou de poucas edificações de dimensões semelhantes, convenientemente situadas, ela poderá estar sendo “martelada” compassadamente por turbilhões gerados nas edificações a barlavento, com uma frequência dominante, a este fenômeno dinâmico dá-se o nome de martelamento ou buffeting. Sendo assim, teremos uma força excitadora periódica que causará efeitos dinâmicos de maior ou menor intensidade. Estes efeitos podem atingir grandes valores quando uma das frequências naturais da edificação coincidir com a frequência dominante nos turbilhões gerados nos outros obstáculos a barlavento, neste caso surgirá um martelamento ressonante na edificação (BLESSMANN, 2005).

Além da frequência, também influirá no martelamento a intensidade dos ventos incidentes. Se a intensidade for pequena, a turbulência do vento incidente pouco influirá na, relativamente bem organizada, esteira do(s) obstáculo(s) a barlavento. Neste caso os vórtices se desprenderão cadenciadamente (vórtices de Kármán) e irão incidir também cadenciadamente na edificação analisada, dando origem a uma força excitadora aproximadamente periódica. O espectro de energia será largo e as vibrações terão menor amplitude (BLESSMANN, 2005).

Pode-se concluir que o fenômeno de martelamento, para um mesmo conjunto de edificações submetido a um vento de mesma velocidade de referência, será tanto mais pronunciado quanto menor for a rugosidade do terreno. A rugosidade à beira-mar é geralmente pequena, portanto os efeitos de martelamento serão maiores. Isto ocorre em virtude dos ventos a beira mar terem maior

intensidade, por perderem menos energia ao longo de seu deslocamento, do que em locais com mais rugosidade, como no centro de uma grande cidade, por exemplo. Pela mesma razão, o martelamento será mais pronunciado em edificações situadas em regiões mais isoladas (parques, lagos, etc) ou cercadas apenas por edificações baixas (BLESSMANN, 2005).

Os maiores efeitos dinâmicos de martelamento aparecem com um distanciamento maior entre as edificações. Mesmo com a edificação de barlavento situada a cerca de dez vezes a dimensão característica da base da edificação analisada, podem aparecer efeitos (BLESSMANN, 2005).

Um grande número de autores usa o termo buffeting para definir o fenômeno que em português chamamos de martelamento.

## **5 EFEITO DO DESPRENDIMENTO DE VÓRTICE**

Em muitos corpos rombudos (formato não aerodinâmico) situados em escoamentos com número de Reynolds a partir de 30 aproximadamente, aparece um desprendimento alternado de vórtices, com uma frequência bem definida. Estes vórtices, chamados vórtices de Kármán, geram forças periódicas, oblíquas em relação à direção do vento médio. Considerando suas componentes, as forças alternadas na direção do vento ocorrem na frequência do desprendimento individual dos vórtices, enquanto as forças alternadas na direção transversal ao vento (designadas por forças laterais) ocorrem na frequência do desprendimento de cada par de vórtices (BLESSMANN, 2005).

Essas componentes das forças tendem a produzir oscilações nas direções em que agem. Entretanto, as forças na direção do vento são pequenas em comparação com as forças na direção transversal ao vento. Na prática, oscilações na direção do vento, por desprendimento de vórtices alternados, raramente acontecem (BLESSMANN, 2005).

Por outro lado, oscilações causadas pelas forças periódicas transversais

ocorrem em muitas edificações cilíndricas, ou quase cilíndricas (seção transversal variando suavemente). Cilindros de secção retangular (incluindo a quadrada), triangular ou com outras formas de cantos vivos estão sujeitos a excitações mais fortes por desprendimento de vórtices que o cilindro circular, que é o cilindro mais estudado (BLESSMANN, 2005).

Até agora se apresentou subsídios para despertar a discussão de alguns aspectos de survivability relacionados à operação de helicópteros em helipontos elevados. A partir deste ponto serão abordados alguns aspectos operacionais e de regulação da FAA (Federal Aviation Administration) para a operação de aeronaves mono e multimotores nos Estados Unidos, os quais podem contribuir na diminuição da condição de vulnerabilidade e suscetibilidade que os helicópteros brasileiros estão expostos na cidade de São Paulo.

## **6 DISCUSSÃO**

A decolagem de um avião ou de um helicóptero é quase sempre um acontecimento de rotina. Exceção é feita quando o motor perde potência durante a decolagem, uma possibilidade que influencia ambas as aeronaves e suas condições de operação para garantir a segurança. Para os helicópteros aprovados para transporte, a FAA especifica duas categorias de regras: “A” e “B” (PROUTY, 1992).

A principal diferença entre elas é que as regras da categoria “A” exigem que o helicóptero tenha uma capacidade de “stay-up” (capacidade de subir com pelo menos 100 ft/min em voo à frente, após a falha de um motor), enquanto as regras para categoria “B” não o fazem. Automaticamente, isso significa que só helicópteros multimotores podem ser considerados aeronaves de categoria “A”, e que todos os helicópteros monomotores são considerados aeronaves de categoria “B” (PROUTY, 1992).

A vantagem da certificação categoria “A” é que estes helicópteros são autorizados a realizar decolagens e pousos em helipontos elevados no meio de

idades, e voar em rotas ou áreas que não possuem locais de pouso de emergência. As aeronaves categoria “B”, por outro lado, estão restritas a voar em uma rota/altitude padrão de forma que, em qualquer ponto, uma aterragem segura imediata possa ser realizada em caso de falha do motor (PROUTY, 1992).

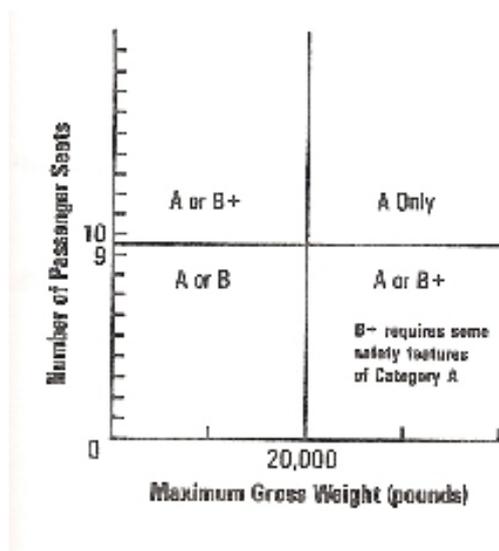


FIGURA 6 - Distinção de Certificação Multimotor (PROUTY, 1992).

A figura 6 ilustra as distinções, com base no peso bruto máximo e no número de assentos. Normalmente, os fabricantes consideram isto uma vantagem competitiva para a obtenção da certificação categoria “A”, mesmo em helicópteros menores multimotores (PROUTY, 1992).

### 6.1 Decolagem Segura

O correto procedimento de decolagem para helicópteros da categoria “A” depende do tipo de heliponto. A figura 7 mostra ambos os tipos de decolagem, normal e abortada, a partir de um heliponto relativamente grande (heliponto desimpedido). Neste caso, o objetivo do piloto durante a decolagem deve ser rápida aceleração para uma velocidade com que a demanda de energia é baixa o suficiente para uma subida de 100 ft/min ser mantida no caso de falha de um dos motores (PROUTY, 1992).

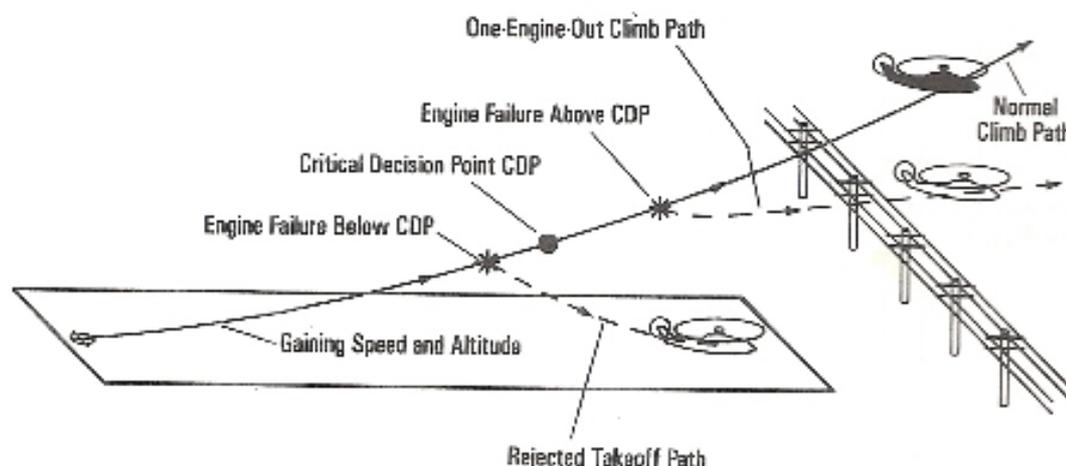


FIGURA 7 – Operação em heliponto desimpedido (PROUTY, 1992).

Quanto maior o peso, a altitude e a temperatura, maior será a velocidade mínima de subida, que é conhecida como a velocidade de decolagem de segurança ou  $V_{toss}$  (Takeoff Safety Speed). O ponto dentro da trajetória de voo em que a  $V_{toss}$  pode ser atingida sem se aproximar do solo a menos que 35 pés é chamado de ponto de decisão crítica (CDP). Abaixo do CDP, uma falha de motor tem que ser tratada como uma decolagem abortada por flaring e pouso em linha reta à frente (PROUTY, 1992).

A distância total original da decolagem até o ponto de parada final dependerá de onde, ao longo da trajetória, o CDP está localizado. Este, por sua vez, depende do peso bruto do helicóptero e dos efeitos da altitude e da temperatura na potência máxima que pode ser obtida com o motor remanescente (PROUTY, 1992).

Um mesmo heliponto, grande o suficiente para lidar com uma decolagem abortada de um helicóptero totalmente carregado em um dia frio, pode se tornar muito pequeno para um helicóptero operando nas mesmas condições, porém em um dia quente. Neste caso, a carga útil tem que ser reduzida para se manter o mesmo nível de segurança durante a decolagem. Isto não é exclusividade dos helicópteros de transporte. Se a falha de motor ocorrer além do CDP, o helicóptero pode voar para outro local ou retornar ao seu ponto de decolagem em uma condição próxima da condição normal de voo (PROUTY, 1992).

As particularidades para a operação de um heliponto muito pequeno, como helipontos elevados, são mostradas na figura 8.

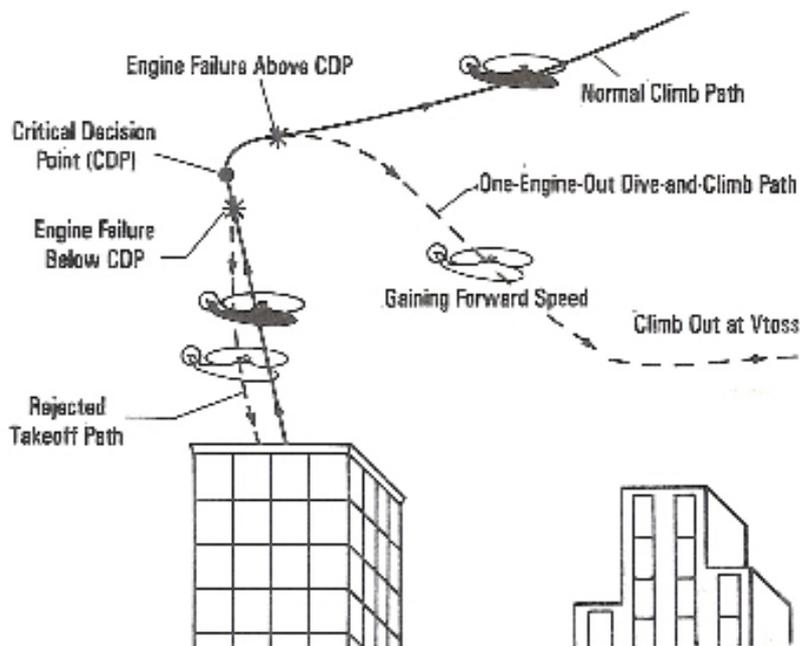


FIGURA 8 - Operação em heliponto elevado (PROUTY, 1992).

Esta situação requer que uma decolagem abortada determine o retorno ao ponto de decolagem original. Por esta razão, o perfil de voo durante a decolagem deve ser vertical ou ligeiramente backup, a fim de manter o heliponto no campo visual do piloto, e o mesmo ter condições de retornar para o mesmo lugar de onde decolou (PROUTY, 1992).

Se a falha de motor ocorre acima do CDP, o piloto pode trocar velocidade por altitude voando à frente, mantendo uma distância vertical de 15 pés e horizontal de 35 pés do heliponto. O piloto deve atentar para se manter fora do diagrama altura x velocidade, popular “curva do homem morto” durante o regime de subida vertical até o CDP. Para um dado helicóptero, isso geralmente significa que o peso bruto admissível para operar em helipontos elevados deve ser menor do que para a operação em helipontos desimpedidos. Isto, naturalmente, tem uma incidência sobre o aspecto econômico da operação visto que, com um mesmo helicóptero, uma quantidade menor de passageiros pagantes pode ser transportada de um heliponto elevado (PROUTY, 1992).

A figura 9 mostra um diagrama para decolagem normal de um helicóptero categoria "A".

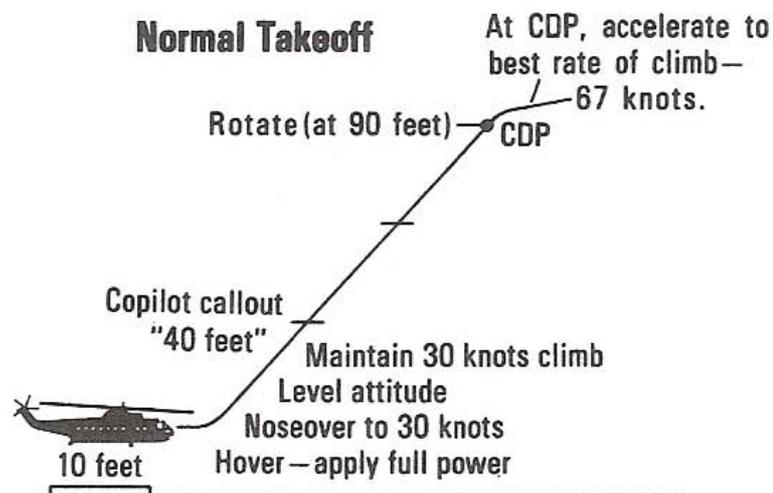


FIGURA 9 - Decolagem Normal Categoria "A" (PROUTY, 1992).

Sabe-se que no Brasil a operação em helipontos elevados é regulada de forma diferente. Em São Paulo, por exemplo, existe grande quantidade de aeronaves monomotoras operando em helipontos elevados e sobrevoando regiões densamente habitadas. Se fossem adotadas regras similares às americanas no Brasil, esses helicópteros, classificados como categoria "B", seriam considerados desqualificados para este tipo de operação (PROUTY, 1992).

Aliado a essas condições, verificou-se por meio de entrevista com pilotos que operam na cidade de São Paulo, o completo desconhecimento por parte dos mesmos a respeito do comportamento dos ventos no topo de edificações e a influência dos seus efeitos de rajadas, martelamento e desprendimento de vórtices durante as fases de pouso e decolagem em helipontos elevados.

## 7 CONCLUSÕES

Neste artigo fica evidente a necessidade de se amplificar as pesquisas relacionando o comportamento dos ventos no topo de edificações com a operação de helicópteros em helipontos elevados.

Comentou-se que existe hoje no Brasil uma linha de pesquisa que se dedica a realizar ensaios estáticos e dinâmicos de modelos de construções civis em túnel de vento. Porém esses estudos não englobam a influência do comportamento dos ventos em relação a helipontos elevados.

Tais estudos poderiam aumentar sobremaneira o nível de segurança operacional deste segmento da aviação, o qual vem tendo um crescimento exponencial em nosso país. Além disso, poderiam auxiliar as autoridades certificadoras a tomar decisões no tocante a melhor forma de regular esse tipo de operação, visando prevenir futuros acidentes.

## 8 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O fomento de pesquisas acadêmicas nesta área, certamente contribuirá para a disseminação destes conhecimentos tão importantes no âmbito da comunidade aeronáutica brasileira. O tema abordado neste artigo é muito vasto e importante. Por este motivo incentiva-se que sejam desenvolvidas pesquisas que possam trazer contribuições, principalmente nas seguintes áreas:

- Efeitos de rajadas ascendentes em helicópteros com baixa velocidade à frente (aproximação final);
- Ensaio dinâmico em túnel de vento com foco para o comportamento do escoamento e seus efeitos no topo de edificações, e suas influências na operação em helipontos elevados;
- Regulação da operação de helicópteros em áreas urbanas no Brasil com ênfase aos riscos associados ao grande número de aeronaves categoria “B” sobrevoando áreas densamente povoadas; e
- Análise dos efeitos de *cliff-edge* no topo de edificações e suas influências na operação de helicópteros em helipontos elevados.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Helicopteros totalizado por estado, fabricante e modelo**, 30 jun. 2009. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/estatistica/graficos/Aeronaves/totalHelicopteros.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2010.
- BLESSMANN, Joaquim. **Introdução ao estudo das ações dinâmicas do vento**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005.
- BLESSMANN, Joaquim. **Ação do vento em edifícios**. Porto Alegre: Editora Universidade/ UFRGS, 1989. (Série Engenharia Estrutural).
- PROUTY, R.W. **Helicopter Aerodynamics**. S.I : Rotary Wing International, PJS Publications Inc, 1992.
- RAMOS, R.L.C.B. **Survivability em helicópteros**. Notas de aula, 2009.
- RAUSCH, E. Einwirkung Von Windstößen auf hohe Bauwerke. **Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure**, n. 17, 29 abr. 1933.
- REISDÖRFER, A.F. Engenharia do vento: mais segurança e otimização nas edificações. **Conselho em Revista**, Rio Grande do Sul: CREA-RS, n. 34, p.14-17, 2007. Disponível em <<http://www.ufrgs.br/lac/not%C3%ADcias/CR34.pdf>>. Acesso em 18 mar. 2010
- SALLES, D.; BERGAMO, G.; SKUJIS,H. Ordem no Céu. **Revista Veja São Paulo**, 30 out. 2009.

## SURVIVABILITY ON ROOFTOP HELIPORT OPERATIONS AT SAO PAULO CITY

**ABSTRACT:** Sao Paulo is a peculiar city in the world as far as subjects related to helicopter air traffic are concerned. The city's automobile traffic is chaotic, and there are people with sufficient purchasing power who want to enjoy the benefits of air travel. Downtown São Paulo has one of the largest numbers of rotorcraft movements in the world. The more this kind of aircraft is used, the more concern there is regarding the safe operation of helicopters. Due to the characteristics of the metropolis, with many buildings and few areas free of obstacles for the air operation, it is very common for the users and operators of helicopters to use rooftop heliports in their daily routines. But little research has been devoted to analyze the influence of the winds, the geometry of buildings and the operational characteristics in terms of survivability for helicopters during all phases of takeoff and landing on buildings. This

paper presents the influence of wind on top of buildings, analyzing the sensitivity of helicopters to the effects of vortex and their vulnerability in this context, all aiming at evaluating their survivability in rooftop heliports operations.

**KEYWORDS:** Survivability. Helicopters. Rooftop heliports

## MANUTENÇÃO EM AERONAVES: FATOR CONTRIBUINTE PARA A SEGURANÇA DE AVIAÇÃO

João Alexandre Braga Maciel Vilela<sup>1</sup>

Eduardo Andrés Serrano Velasquez<sup>2</sup>

José Nogueira Da Mata Filho<sup>3</sup>

Fabício Kikko<sup>4</sup>

Artigo submetido em 29/01/2010.

Aceito para publicação em 27/03/2010.

**RESUMO:** Este trabalho apresenta um estudo sobre os acidentes aeronáuticos ocorridos na década de 1990 no Brasil, nos quais o fator contribuinte manutenção da aeronave estava presente. O estudo objetiva ressaltar a interrelação da atividade de manutenção aeronáutica com outros fatores contribuintes, para evidenciar que os acidentes são decorrentes de vários fatores em conjunto, e verificar se as recomendações de segurança operacional de um acidente representativo por falha de manutenção continuam atualizadas ao cenário atual. Por fim, é feita uma breve análise sobre os erros cometidos e relacionados com a manutenção da aeronave e sua reincidência no período atual. O estudo evidencia a existência de diversos elementos que atuam em conjunto com o fator manutenção e que as recomendações de segurança emitidas no passado continuam atuais e pertinentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manutenção aeronáutica. Acidentes aeronáuticos. Recomendações de Segurança Operacional.

---

<sup>1</sup> Coronel Aviador da Força Aérea Brasileira, piloto de prova, piloto de caça e inspetor de aviação civil, especialista e mestrando em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada, pelo ITA; especialista em armamento aéreo e combate eletrônico, chefe da seção técnica do GAC-CASA nos projetos P-3BR e CL-X. vilelajabmv@gmail.com .

<sup>2</sup> Mestrando em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada pelo ITA. Especialista em Administração Aeronáutica, Engenheiro Aeronáutico, experiência na manutenção de aeronaves e engenharia de estruturas aeronáuticas, experiência na coordenação da Especialização em Segurança Aérea da Força Aérea Colombiana. easerrano7@gmail.com .

<sup>3</sup> Engenheiro Eletricista e aluno do curso de Mestrado em Segurança de Voo pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Desde 1987 atua na área de manutenção aeronáutica da Embraer, participando e coordenando atividades de desenvolvimento do plano de manutenção de diversas aeronaves. É colaborador nos trabalhos promovidos pelo comitê internacional da Air Transport Association (ATA) visando à atualização do documento MSG-3. nogueira.mata@embraer.com.br .

<sup>4</sup> fabricio.kikko@embraer.com.br .

## 1 INTRODUÇÃO

As taxas de acidentes aeronáuticos com a presença do fator contribuinte manutenção da aeronaves (doravante, apenas manutenção) continuam elevadas em todo o mundo. Segundo Nicholas Payne (2006) os erros de manutenção estavam presentes em aproximadamente 12% dos maiores acidentes aeronáuticos no mundo. Na Aviação Geral Brasileira, no período de 1997 a 2006, a manutenção foi um fator contribuinte presente em 43,7% dos acidentes tipo “Falha do Motor em Voo”. No período de 1999-2008, a manutenção, em maior ou menor grau, apresentou percentuais expressivos em acidentes no mesmo tipo de acidente em outros segmentos da atividade aérea (Táxi Aéreo – 46%, Aviação Geral – 32,5%, Instrução Aérea – 27,3%, ). Juntos, esses três segmentos são responsáveis por 75,5% de 90% dos acidentes na aviação civil brasileira, o que tem chamado a atenção da comunidade de segurança de aviação.

Neste significativo cenário estatístico, a influência da atividade de manutenção não pode ser interpretada como um aspecto isolado. Ao contrário, é derivado de combinações de eventos externos e internos que desencadeiam mecanismos associados a falhas e/ou erros. Os fatores que contribuem para uma ocorrência aeronáutica não agem isoladamente e são decorrência do somatório de elementos individuais, organizacionais, treinamento, supervisão, projeto e manufatura, culturas organizacionais e sociais, dentre outros. A interpretação desta afirmativa, à luz da perspectiva do acidente organizacional de James Reason, é de que condições latentes proporcionam um ambiente propício para o surgimento de falhas ativas (ICAO, 2008) e, portanto, o tema merece ser observado no contexto mais amplo possível, e não explorado com uma lupa puntual.

No contexto dos acidentes analisados neste estudo e relacionados ao fator manutenção, variados fatores humanos, classificados em aspectos médicos, psicológicos e operacionais, e fatores materiais estão presentes (BRASIL, 2008a). Entretanto, são os aspectos operacionais, variáveis relacionadas com qualidade da instrução, treinamento, julgamento, supervisão, experiência, e variáveis afetas a

deficiências de projeto, de processo de fabricação ou de manuseio do material que mais aparecem como elementos contribuintes.

A elevada participação da presença de deficiências de manutenção em acidentes aeronáuticos não é exclusividade do Brasil. Segundo o texto da autoridade de aviação civil inglesa, nos últimos dez anos, a média anual no número de acidentes e incidentes que envolvem manutenção, estatisticamente, aumentou mais que 100%, enquanto o número de voos aumentou menos que 55% (CAA, 2002).

Uma adequada compreensão deste cenário permitiria um melhor julgamento sobre quais variáveis mais contribuem para a ocorrência de acidentes e auxiliar na adoção de medidas preventivas, conforme está expresso nos princípios gerais de gestão de segurança operacional.

Neste trabalho é realizada uma pesquisa dos acidentes aeronáuticos ocorridos na década de 1990, com o objetivo de selecionar aqueles em que a manutenção esta presente como fator contribuinte e identificar os demais fatores envolvidos. Com estes dados, procura-se evidenciar que os acidentes aeronáuticos resultam de vários eventos e nunca de uma causa, conforme explícito nos princípios da filosofia SIPAER. (BRASIL, 2008b). Dentre os acidentes pesquisados, analisa-se as recomendações de segurança operacional emitidas na década de 90, objetivando verificar se elas ainda continuam atualizadas ao cenário atual. O resultado é conclusivo e evidencia a existência de diversos elementos que atuam em conjunto com o fator manutenção e que as recomendações de segurança emitidas no passado continuam atuais e pertinentes.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

A ICAO estabelece as Normas e Práticas Recomendadas (*Standards and Recommended Practices – SARPS*) em concordância com o texto básico da Convenção de Chicago e de seus 18 Anexos, de forma que cada Estado membro possa implementar o alicerce básico do gerenciamento da segurança operacional. No Brasil, os Anexos da Convenção sobre Aviação Civil Internacional têm força de

lei, uma vez que estão amparadas na Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986 (Código Brasileiro de Aeronáutica – CBA)

O Artigo 87 do CBA dispõe que:

A prevenção de acidentes aeronáuticos é da responsabilidade de todas as pessoas, naturais ou jurídicas, envolvidas com a fabricação, manutenção, operação e circulação de aeronaves, assim como as atividades de apoio da infra-estrutura aeronáutica no território brasileiro (BRASIL, 1986).

De acordo com artigo 66 do CBA, compete à autoridade aeronáutica promover a segurança de voo, devendo estabelecer os padrões mínimos de segurança relativos a projetos, inspeção, manutenção em todos os níveis, reparos e operação de aeronaves, motores, hélices e demais componentes aeronáuticos. Estas atividades seguem as regras e orientações estabelecidas nos Regulamentos Brasileiros de Homologação Aeronáutica - RBHA (estes regulamentos estão em fase de transição para Regulamentos Brasileiros de Aviação Civil – RBAC) e nas Instruções de Aviação Civil - IAC (em fase de transição para Instrução Suplementar - IS), similares aos padrões adotados pela Administração Federal de Aviação Americana (Federal Aviation Administration – FAA), cujos mais importantes estão listados na Tabela 1.

Tabela 1 – Documentos de referência da atividade de manutenção aeronáutica

| <b>DOCUMENTO</b> | <b>DESCRIÇÃO</b>   |
|------------------|--|
| RBHA 43          | Manutenção, manutenção preventiva, modificações e reparos                              |
| RBHA 65          | Requisitos para emissão de licenças e certificados de habilitação técnicas             |
| RBHA 91          | Regras gerais de operação para aeronaves civis   |
| RBHA 121         | Requisitos operacionais – Operações domésticas de bandeira e suplementares             |
| RBHA 135         | Requisitos operacionais – Operações regionais e por demanda                            |
| RBHA 145         | Empresas de Manutenção de Aeronaves  |
| IAC 3108         | Instruções para o controle geral de aeronavegabilidade das aeronaves civis brasileiras |
| IAC 3132         | Manual de procedimentos de inspeção em empresa de manutenção aeronáutica.              |
| IAC 145-1001     | Homologação de empresas de manutenção doméstica  |

Fonte: (ANAC, 2009)

A legislação aplicável é extensa e aborda os aspectos de habilitação, projeto, execução, instrução, operação, definindo critérios, responsabilidades e padrões mínimos de segurança.

O objetivo da manutenção é manter o estado de confiabilidade e segurança estabelecidos no projeto inicial, por meio de intervenções preventivas e corretivas, executando manutenções periódicas, correções de falhas reportadas e modificações do projeto (ex. diretrizes, boletins de serviço), cujos critérios para execução e responsabilidades estão estabelecidos no RBHA 43 (BRASIL, 2005). Em outras palavras, é por meio da manutenção que a aeronavegabilidade é restaurada, quando ocorre uma pane, retornando a aeronave para a condição segura para a qual foi certificada.

Quando esta atividade não é bem gerida e/ou executada, cria-se um ambiente propício para desenvolver condições latentes, que podem enfraquecer as defesas inerentes da segurança do sistema e desencadear falhas ativas, conduzindo a ocorrência de acidentes e/ou incidentes aeronáuticos (ICAO, 2008).

### **3 ERROS NA MANUTENÇÃO**

Erro é a incapacidade do ser humano em desempenhar sua função dentro de parâmetros definidos. O erro na manutenção pode assumir duas formas básicas: uma que resulta em discrepância que não estava presente na aeronave, antes do início das tarefas de manutenção, e outra, em que é oriunda de um dano que não pode ser detectado durante a realização de uma tarefa de manutenção (CAA, 2002).

Na primeira, qualquer tarefa de manutenção realizada na aeronave abre caminhos para o erro humano, o que pode resultar em algum dano não desejado na aeronave. Conseqüentemente, e não é raro acontecer, ao efetuar uma tarefa de manutenção na aeronave, o técnico em manutenção pode causar prejuízos à aeronave em vez de invés de benefícios. Como exemplos têm-se a incorreta instalação de um item; falha ao se remover uma capa protetora da linha hidráulica

antes da remontagem ou um dano aos dutos de ar usados como degraus quando o mecânico precisa acessar algum ponto específico para realizar uma tarefa.

Na segunda, o problema é decorrente de uma incapacidade de reconhecer a existência do dano, seja por desatenção ou despreparo pessoal. Como exemplo, têm-se as trincas estruturais que não foram percebidas durante uma tarefa de inspeção visual.

Estatísticas de acidentes revelam que manutenção e inspeção são fatores responsáveis em 12% dos maiores acidentes aeronáuticos, conforme indicado pela Tabela 2.

Tabela 2 - Causas dos 93 maiores acidentes aeronáuticos.

| DESCRIÇÃO   | OCORRÊNCIAS (%) |
|---|-----------------|
| Desvio do piloto com relação aos procedimentos operacionais básicos         | 33              |
| “Cross-check” inadequado por parte do copiloto                              | 26              |
| Falhas no Projeto   | 13              |
| Falhas na manutenção e na inspeção  | 12              |
| Ausência de guia para aproximação   | 10              |
| Capitão ignorou as informações da tripulação                                | 10              |
| Falhas ou erros do controle de tráfego aéreo                                | 9               |
| Resposta indevida da tripulação durante condições anormais                  | 9               |
| Informação insuficiente ou incorreta a respeito do tempo                    | 8               |
| Perigos na pista de pouso   | 7               |
| Deficiência de comunicação entre a tripulação e o controle de tráfego aéreo | 6               |
| Decisão indevida para pousar  | 6               |

Fonte: (SEARS, 1986 apud GRAEBER; MARX, 1993).

No período de 1997-2006, o fator manutenção esteve presente em 43,7% dos acidentes relacionados com “Parada do Motor em Voo” da Aviação Geral brasileira (BRASIL, 2007). Apesar destes índices indicarem uma queda, o elevado percentual de acidentes similares no período de 1999-2008 (32,5%) ainda chama a atenção da comunidade de segurança de aviação.

Em alguns casos, o erro humano foi o principal fator contribuinte do acidente, enquanto em outros, a discrepância resultante da manutenção foi apenas um elemento participante na cadeia de eventos que resultaram no acidente. Vale

ressaltar que a contribuição de fatores humanos em acidentes aeronáuticos chega a 70% a 80% dos ocorridos na aviação civil e militar (WIEGMANN, D. A.; SHAPPELL, S. A., 2001).

#### 4 COLETÂNEA DE ACIDENTES DA DÉCADA DE 1990

A Tabela 3, a seguir, apresenta os acidentes aeronáuticos, ocorridos na década de 1990, cujas ocorrências constavam o fator manutenção:

Tabela 3 – Acidentes aéreos com fator manutenção presente - década de 1990

| <b>Matricula</b> | <b>Data Acidente</b> | <b>Tipo de Ocorrência</b>   |
|------------------|----------------------|-----------------------------|
| PP-GTC           | 08 SET 1990          | Perda Controle em Voo       |
| PT-FAW           | 20 SET 1990          | Perda Controle em Voo       |
| PT-LXV           | 05 OUT 1990          | Perda Controle em Voo       |
| PT-LCT           | 18 DEZ 1990          | Perda Controle em Voo       |
| PT-EDU           | 31 AGO 1991          | Falha do Motor na Decolagem |
| PT-SCU           | 11 NOV 1991          | Perda Controle em Voo       |
| PT-HUU           | 27 ABR 1992          | Pouso Forçado               |
| PP-EMN           | 17 NOV 1992          | Acidente pessoal em Voo     |
| PT-PHB           | 17 MAR 1993          | Perda Controle em Voo       |
| PT-NVN           | 07 FEV 1994          | Pouso Forçado               |
| PT-EBL           | 10 FEV 1994          | Perda Controle em Voo       |
| PT-JHV           | 22 MAR 1994          | Perda Controle em Voo       |
| PT-JMQ           | 12 MAIO 1994         | Pouso forçado               |
| HK-3355XR        | 09 OUT 1994          | Falha do trem de pouso      |
| PT-BFB           | 10 OUT 1994          | Perda Controle em Voo       |
| PP-SMV           | 02 FEV 1995          | Perda Controle em Voo       |
| PT-HKJ           | 06 JUL 1995          | Falha motor em Voo          |
| PT-HIU           | 13 AGO 1995          | Perda Controle em Voo       |
| PT-IHH           | 23 AGO 1995          | Perda Controle em Voo       |
| PP-DHZ           | 28. OTU 1995         | Perda Controle em Voo       |
| PT-CCZ           | 29 JAN 1996          | Perda Controle em Voo       |
| PT-JLV           | 07 SET 1996          | Pouso Forçado               |
| PT-KAJ           | 05 OTU 1996          | Pouso forçado               |
| PT-CSN           | 16 JAN 1997          | Perda Controle em Voo       |
| PT-WKH           | 21 OTU 1998          | Perda Controle em Voo       |

Fonte: BRASIL, 2002.

Com base na coletânea de acidentes, foi escolhida a ocorrência aeronáutica da aeronave Xingu PP-EMN, acidentado no dia 17 de novembro de 1992, para realizar a análise das recomendações de segurança operacional e verificar suas adequabilidades ao cenário atual.

As informações abaixo se referem à síntese de ocorrência aeronáutica emitida pelo CENIPA:

Tabela 4 – Síntese do acidente ocorrido com aeronave PP-EMN em 17/11/1992.

### HISTÓRICO

A aeronave decolou de Araxá (MG), com destino a Belo Horizonte (MG). A tripulação percebeu que o sistema de pressurização não havia entrado em funcionamento. A fim de energizar o selo de pressurização, o copiloto deixou o seu assento e foi verificar a alavanca de fechamento da porta principal da aeronave. Nessa tentativa, a porta abriu e o cabo de aço do suporte da mesma amputou a mão esquerda do copiloto. O comandante retornou e realizou o pouso com a porta principal aberta. O copiloto recebeu os primeiros socorros após o pouso.

### ANÁLISE

Nos registros do relatório de voo, verificou-se que o sistema de pressurização vinha apresentando problemas (intermitentes), não deixando claro quais foram as ações corretivas tomadas por parte da manutenção. O manual de manutenção da aeronave orienta, de maneira clara, a verificação do funcionamento e regulagem da válvula seletora, caso o selo de vedação da porta principal não infle. Nos testes realizados, foi verificado que o parafuso ajustável, responsável pela regulagem do ponto de atuação da válvula seletora, estava com a contra-porca solta, não permitindo o comandamento da válvula para inflar o selo após o fechamento da porta. Em virtude da diferença de formação profissional entre o chefe e os pilotos, as relações de trabalho entre os mesmos eram difíceis o que prejudicava o trato dos assuntos técnicos e a atividade de supervisão realizada pela chefia, pois pouca coisa chegava ao seu conhecimento.

### CONCLUSÃO

#### Fator Humano – Aspecto Psicológico - Indeterminado

Há indícios de que as dificuldades de relacionamento entre o chefe e os pilotos tenham contribuído para que as tripulações desenvolvessem procedimentos não previstos nos manuais

#### Fator Operacional

##### Deficiente Manutenção – Contribuiu

A manutenção não corrigiu os defeitos do sistema de pressurização.

##### Deficiente Supervisão - Contribuiu

O ambiente de trabalho, que propiciava dificuldades no relacionamento, impediu que a chefia dos pilotos conhecesse os procedimentos não previstos realizados pelos tripulantes. Em virtude deste fato, não foram adotados procedimentos para a solução do problema da porta, embora os manuais de operação e manutenção do EMB-121 sejam claros, sendo também recomendada a não atuação dos comandos da porta em voo.

### RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Os Serviços Regionais de Aviação Civil - SERAC deverão divulgar este acidente.

O SERAC-3 deverá realizar uma Vistoria de Segurança de Voo no operador da aeronave, focando os procedimentos adotados pela manutenção e instrução dos pilotos, a fim de localizar pontos onde a segurança de voo possa estar comprometida, e orientar o operador da aeronave para ativar uma Seção de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos.

Fonte: BRASIL, 2002.

## **5 METODOLOGIA**

A identificação dos fatores contribuintes dos acidentes da Tabela 3 é realizada de acordo com a taxonomia atualizada e preconizada no Manual de investigação do SIPAER - MCA 3-6 (BRASIL, 2008a). Com base nestes dados, totalizam-se as respectivas frequências de ocorrências de forma a obter uma amostragem percentual dos fatores envolvidos com o aspecto manutenção.

Em seguida, faz-se uma comparação dos fatores contribuintes do acidente escolhido com o os resultados obtidos. Ao final, efetua-se a análise das recomendações de segurança do acidente selecionado e conclui se estão adequadas para o cenário atual.

## **6 ANÁLISE E RESULTADOS**

O estudo qualitativo dos acidentes listados na Tabela 3 mostra que existem várias interações entres os diversos aspectos dos fatores contribuintes, evidenciando que a manutenção não é um fator isolado. Esta característica evidencia o princípio da segurança operacional aeronáutica que estabelece que um acidente é uma sequência de eventos que contribuem para a ocorrência final.

A partir desta constatação, foram listados os fatores contribuintes presentes em cada evento com suas respectivas frequências de ocorrência, cujo resultado está apresentado na Tabela 4.

Tabela 5 – Fatores contribuintes nos acidentes aeronáuticos

| <b>Fator contribuinte</b>         | <b>Aspecto (*)</b> | <b>Quantidade de eventos</b> | <b>Participação (%)</b> |
|-----------------------------------|--------------------|------------------------------|-------------------------|
| Manutenção                        | Operacional        | 25                           | 100                     |
| Supervisão                        | Operacional        | 18                           | 72                      |
| Psicológico                       | Psicológico        | 12                           | 48                      |
| Aplicação de comando              | Operacional        | 8                            | 32                      |
| Deficiente Julgamento             | Operacional        | 8                            | 32                      |
| Pouca experiência em Voo          | Operacional        | 6                            | 24                      |
| Planejamento                      | Operacional        | 5                            | 20                      |
| Deficiente Coordenação de Cabine  | Operacional        | 5                            | 20                      |
| Instrução                         | Operacional        | 4                            | 16                      |
| Condições Meteorológicas Adversas | Operacional        | 4                            | 16                      |
| Outros                            | Não identificado   | 3                            | 12                      |
| Indisciplina de Voo               | Operacional        | 3                            | 12                      |
| Influência do Meio Ambiente       | Operacional        | 2                            | 8                       |
| Esquecimento                      | Psicológico (*)    | 2                            | 8                       |
| Fisiológico                       | Médico             | 2                            | 8                       |
| Projeto                           | Material           | 2                            | 8                       |
| Fabricação                        | Material           | 2                            | 8                       |
| Imprudência                       | Operacional        | 1                            | 4                       |

Embora o fator “esquecimento” tenha sido classificado como operacional, a Tabela 3 considera, de acordo com a atual taxonomia, como uma variável psicológica individual (BRASIL, 2008a).

A consolidação dos dados indica que os aspectos operacionais foram os mais frequentes em acidentes da década de 1990 nos quais o aspecto de manutenção estava presente.

O aspecto supervisão constava em 72% dos acidentes. Esta constatação pode representar afastamento, desinteresse, despreparo ou falta de comprometimento da administração para com a atividade de manutenção. No acidente do PP-EMN, o ambiente de trabalho, que propiciava dificuldades no relacionamento, impediu que a chefia dos pilotos tomasse conhecimento de

procedimentos não previstos realizados pelos tripulantes, bem como não fosse de conhecimento da chefia a falta de ações de manutenção. Em virtude destes fatos, não foram adotados procedimentos para a solução do problema da porta, embora os manuais de operação e manutenção sejam claros e orientem quanto aos passos a serem seguidos.

A abordagem do acidente organizacional de James Reason (ICAO, 2008) requer que a atribuição causal seja estendida além do mecânico. Se a busca por fontes de erro for estendida para a influência do ambiente, pode incluir causas latentes em função da política de gerenciamento, comunicação organizacional ou cultura da empresa de manutenção. Uma supervisão atuante poderia inibir comportamentos como estes e impedir que fizessem parte da cultura organizacional.

O aspecto psicológico (56%) foi evidenciado como o segundo maior contribuinte. Ele está associado a variáveis psicológicas individuais, psicossociais ou organizacionais no desempenho da pessoa envolvida. No acidente do PP-EMN, há indícios de que as dificuldades de relacionamento entre o chefe e os pilotos tenham contribuído para que as tripulações desenvolvessem procedimentos que solucionasse, provisoriamente, a falha de pressurização e tornasse possível a convivência com o problema, em vez de resolvê-lo.

O controle da aeronave não estava em questão, portanto, o aspecto aplicação de comando não foi fator contribuinte. Por outro lado, a ação do copiloto em atuar na porta da aeronave para verificar se a mesma estava fechada foi um ato, aparentemente impulsivo, que demonstrou deficiente gerenciamento de risco e capacidade de julgamento, embora este último aspecto não estivesse explícito no relatório.

Um aspecto muito importante a ser ressaltado é a violação em manutenção de aeronaves, incorretamente chamada de erro de manutenção. Vários acidentes ocorridos na década de 1990 mostram que atos ilícitos em procedimentos de manutenção provocaram ou contribuíram para grande quantidade de acidentes. O

uso de peças não certificadas, descumprimento de diretrizes de aeronavegabilidade e execução incorreta proposital de práticas de manutenção ou registro de manutenção sem a execução efetiva são as violações mais freqüentes.

O exemplo analisado é representativo dos demais acidentes que têm a manutenção como fator contribuinte, pois apresenta a manutenção e a supervisão como fatores contribuintes.

A recomendação de segurança para que os SERAC divulgassem o acidente foi pertinente (SIPAER), pois sempre que uma ocorrência é divulgada, ela estimula o questionamento e aumenta a percepção dos operadores sobre os perigos em potencial. Esta postura é pró-ativa em aumentar o nível de segurança em aviação.

A segunda recomendação preconizava que o SERAC-3 realizasse uma Vistoria de Segurança de Voo (atualmente é chamada de Vistoria de Segurança Operacional – VSO) no operador da aeronave. Ela também é adequada ao cenário atual, uma vez que acontecimentos desta natureza são complexos e resultam de uma combinação de tantos fatores que um relatório de acidente, por si só, não é capaz de elevar o nível de segurança da empresa. Por isso, faz-se necessário um trabalho mais abrangente, abordando a cultura organizacional, focando os procedimentos adotados pela manutenção e instrução dos pilotos, a fim de localizar pontos onde a segurança operacional aeronáutica possa estar comprometida de forma a eliminar causas latentes para outros possíveis acidentes.

Possivelmente, a segunda recomendação, que poderia ser uma terceira, não seja adequada quando orienta o operador da aeronave para ativar uma Seção de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. É provável que, atualmente, seja mais viável orientar para que haja a criação de uma atividade de prevenção, e não de um setor, a ser desempenhada dentro de forma compatível com a estrutura organizacional da empresa.

Foi observado que as recomendações poderiam ser mais abrangentes e incluir recomendações para o órgão fiscalizador no sentido de assegurar o cumprimento da Vistoria de Segurança.

Na pesquisa dos acidentes, foram identificadas atividades ilícitas em práticas de manutenção e a necessidade de atividades mais intensas de fiscalização das empresas de manutenção.

## **7 CONCLUSÕES**

A segurança operacional aeronáutica se sustenta na aplicação coordenada e amadurecida dos conhecimentos obtidos e das experiências vividas, normalmente, a custas de vidas humanas e danos materiais. Assim, este trabalho, ao tratar da análise dos acidentes da década de 1990, objetiva resgatar dados já conhecidos e organizá-los com outra abordagem para incentivar prevenção de acidentes aeronáuticos.

A presença de vários fatores contribuintes associados ao fator manutenção de aeronave foi constatada, evidenciando que o princípio da prevenção de acidentes aeronáuticos qual estabelece que um acidente é o resultado de uma sequência de eventos e nunca de uma causa isolada. Na pesquisa, foi identificado que o fator supervisão (72%), juntamente com os aspectos psicológicos (56%) e de julgamento (32%), obtiveram os maiores percentuais de associação com os aspectos de manutenção. A análise do trabalho ficou limitada, pois não foi possível ter acesso aos relatórios de acidentes, apenas aos seus resumos. Entretanto, foi suficiente para identificar a importância da cultura organizacional nos procedimentos de manutenção.

Com base na análise de um acidente representativo que envolve o fator manutenção, conclui-se que as recomendações de segurança emitidas no passado continuam atuais e pertinentes. No início do século XXI, não houve mudança

significativa nas práticas de manutenção e os erros cometidos na década de 1990 continuam se repetindo. Embora a quase totalidade dos acidentes analisados tenha ocorrido há mais de dez anos, as recomendações continuam atuais e pertinentes. A divulgação das informações continua sendo um excelente recurso para chamar a atenção dos operadores na busca para elevar o nível de segurança. Ressalta-se, entretanto, a necessidade de incentivar a aplicação da fiscalização como uma ferramenta para assegurar e honrar os compromissos assumidos nos relatórios de Vistoria de Segurança Operacional.

A união de forças entre os órgãos fiscalizadores e a polícia deve ser objeto de estudos futuros, pois foram identificadas atividades ilícitas em práticas de manutenção. Outro aspecto que merece atenção para ser estudado é a influência da fiscalização no desempenho das empresas de manutenção.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica - RBHA**. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/biblioteca/rbha.asp>> Acesso em: 22 janeiro 2009.

BRASIL. Código Brasileiro de Aeronáutica. **Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986**. Disponível em: <<http://www3.dataprev.gov.br/SISLEX/paginas/42/1986/7565.htm>> Acesso em: 12 maio 2008a.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **ICA 3-2**: programa de prevenção de acidentes aeronáuticos da aviação civil brasileira para 2007. Brasília, DF, 2007.

\_\_\_\_\_. **RBHA-43**: manutenção, manutenção preventiva, modificações e reparos. Brasília, 2005.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos **MCA 3-6**: manual de investigação do SIPAER. Brasília, 2008a.

\_\_\_\_\_. **NSCA 3-3**: gestão da segurança operacional. Brasília, 2008b.

\_\_\_\_\_. **Resumo dos Relatórios Finais dos Acidentes da década de 90**. Brasília, 2002.

CIVIL AVIATION AUTHORITY – CAA (Reino Unido). **CAP 718**: human factors in aircraft maintenance and inspection. London, 2002.

GRAEBER, R. C.; MARX, D. A. Reducing Human Error in Aviation Maintenance Operations. In: FLIGHT SAFETY FOUNDATION ANNUAL INTERNATIONAL AIR SAFETY SEMINAR, 46, 1993. Kuala Lumpur. **Anais...** Kuala Lumpur, 1993.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION - ICAO. **Doc 9859 AN/474**: safety management manual (SMM). 2. ed. (Advance edition – unedited). Montreal, 2008.

PAYNE, Nicholas. **Research to identify the types of maintenance tasks being completed from memory by B1 licensed aircraft engineers in the UK and the reasons for this memory usage**. Dissertação (MSC in Human Factors and Safety Assessment in Aeronautics). Universidade de Cranfield, 2006.

WIEGMANN, D. A.; SHAPPELL, S. A. Applying the human factors analysis and classification system (HFACS) to the analysis of commercial aviation accident data. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AVIATION PSYCHOLOGY, 11, 2001. Columbus. **Anais...** Columbus: The Ohio State University. 2001.

## **AIRCRAFT MAINTENANCE: CONTRIBUTING FACTOR TO AVIATION SAFETY**

**ABSTRACT:** This work presents a study on aeronautical accidents occurred in Brazil in the decade of 1990, in which maintenance was a contributing factor. The main objective is to verify the interrelationship between aircraft maintenance activities and other factors to evidence that accidents are caused by several factors acting in conjunction, and verify whether the operational safety recommendations of a representative accident caused by inadequate maintenance are up-to-date in the current scenery. The study concludes that maintenance practices have not undergone significant changes, that errors continue being repeated, and that the safety recommendations issued keep current and relevant.

**KEYWORDS:** Aeronautical maintenance. Aircraft accidents. Flight safety recommendations.

## ANÁLISE CONCEITUAL DA AEROELASTICIDADE, FENÔMENOS AEROELÁSTICOS E TECNOLOGIA DA ASA AEROELÁSTICA ATIVA

Andrés Serrano<sup>1</sup>

Artigo submetido em 05/01/2010.

Aceito para publicação em 05/03/2010.

**RESUMO:** A influência de corpos em movimento em meios fluídos ou a influência do fluxo na resposta dinâmica de corpos elásticos é uma área de estudo para várias engenharias, em especial para a engenharia aeronáutica. Neste contexto, o intuito deste trabalho é apresentar uma análise conceitual da aeroelasticidade e do *flutter* e buffeting, fenômenos aeroelásticos mais amplamente estudado pelos projetistas de aeronaves para garantir a segurança dos projetos. Ainda porque, deformações excessivas podem levar à destruição de uma estrutura, fato catastrófico para a operação aérea. Por fim, é efetuada uma revisão bibliográfica para disponibilizar referências dos dispositivos de controle ativo de resposta aeroelástica para evitar este fenômeno. Neste artigo, apresenta-se a tecnologia de Asa Aeroelástica Ativa (AAW pelas siglas em inglês).

**PALAVRAS-CHAVE:** Aeroelasticidade. Flutter. Asa Aeroelástica Ativa.

### 1 INTRODUÇÃO

Na concepção de uma nova aeronave, a aeroelasticidade desempenha um papel significativo. A introdução de asas mais finas, de superfícies estabilizadoras horizontal e vertical, de configurações de cauda em T, entre outras, aumentam a probabilidade do fenômeno de flutter dentro do envelope de voo desejado. Hoje, os projetos de aeronaves envolvem análises sofisticadas para garantir que estão livres de flutter. Estes resultados analíticos muitas vezes são verificados por testes em túnel-de-vento e testes de vibração em solo. Testes em voo do flutter fornecem a verificação final das previsões analíticas.

---

<sup>1</sup> Mestrando em Segurança de Voo e Aeronavegabilidade Continuada pelo ITA. Especialista em Administração Aeronáutica, Engenheiro Aeronáutico, experiência na manutenção de aeronaves e engenharia de estruturas aeronáuticas, experiência na coordenação da Especialização em Segurança Aérea da Força Aérea Colombiana. easerrano7@gmail.com .

Para aeronaves do tipo caça, os projetistas procuram proporcionar o melhor desempenho nos envelopes subsônico, transônico e supersônico para seus projetos. Uma aeronave do tipo caça deve ter a capacidade de acelerar rapidamente e de manobrar de forma eficiente tanto em números de Mach, subsônicos, como em supersônicos. Para atingir este objetivo, o projeto da asa deve ter excelentes características e geralmente requer grandes compromissos no enflechamento e no alongamento. Estas asas também têm torção variável, geralmente através do uso de arqueamento variável e tolerância aeroelástica. Sob altas pressões dinâmicas, as asas tradicionalmente sofrem de perda de eficácia da superfície de controle devido à torção aeroelástica causada pelo momento aerodinâmico produzido pela deflexão da superfície de controle. Por conseguinte, os projetistas tiveram de alterar muitos projetos para reduzir as perdas associadas e controlar este problema de aeroelasticidade.

No início dos anos oitenta, o conceito de Asa Flexível Ativa pela Rockwell Aerospace veio para solucionar o problema de reversão de controle inerente à aeroelasticidade. A Rockwell Aerospace realizou um estudo conceitual para aplicar a uma classe de aeronaves de tipo caça tático avançado (ATF pelas siglas em inglês).

Este artigo apresenta uma análise conceitual da aeroelasticidade, seus fenômenos inerentes e a tecnologia de Asa Aeroelástica Ativa, também conhecida como asa flexível.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Aerodinâmica não-estacionária**

O termo não-estacionário é usado para representar os casos em que as condições de contorno mudam de posição ao longo do tempo ou os casos onde as condições de contorno são estacionárias, e o escoamento é não-estacionário devido à turbulência ou outros efeitos. O primeiro modelo não-estacionário de grande

importância usado para cálculos aeroelásticos foi desenvolvido por Theodorsen (1935) para uma seção típica da asa. O modelo é potencial, bidimensional, baseado na teoria de sustentação de uma placa plana e trata de uma solução harmônica do carregamento.

Uma revisão sobre aerodinâmica não-estacionária foi apresentada por Mabey (1999) e basicamente classifica os casos como de aerodinâmica do escoamento colado e do escoamento separado. No primeiro caso, os fluxos são normalmente relacionados às análises de flutter, características dinâmicas e manobrabilidade da aeronave, e resposta a rajadas. O escoamento separado normalmente é utilizado em análises de buffeting e ciclos limites.

## **2.2 Aeroelasticidade**

A aeroelasticidade é o estudo do efeito das forças aerodinâmicas em corpos elásticos. A teoria clássica da elasticidade lida com a tensão e a deformação de um corpo elástico no qual incidem forças externas ou deslocamentos (PORTELA, 2004).

A estabilidade de uma estrutura exposta ao vento é um dos problemas mais interessantes de analisar em aeroelasticidade. As forças aerodinâmicas, para uma dada configuração de um corpo elástico, crescem significativamente com a velocidade do vento. Logo pode haver uma velocidade crítica que torna a estrutura instável. Esta instabilidade pode causar deformações excessivas e até levar à destruição da estrutura comprometendo a segurança do voo.

A Figura 1 apresenta o esquema do acidente envolvendo um avião Beech 1900C em 28 de dezembro de 1991; esse acidente matou três pessoas a bordo da aeronave. A Agência Nacional de Segurança nos Transportes dos Estados Unidos (NTSB) investigou o acidente e determinou como possível causa do acidente a perda de consciência da altitude e desorientação espacial do piloto instrutor (NTSB, 1991), mas uma investigação independente feita pela Associação de Pilotos de Linhas Aéreas (ALPA) determinou que o motor direito separou-se da asa e bateu

no estabilizador horizontal, causando a perda catastrófica do controle da aeronave durante o voo. Segundo a investigação da ALPA, o rompimento de um suporte do motor direito causou um fenômeno de *whirl-flutter*.

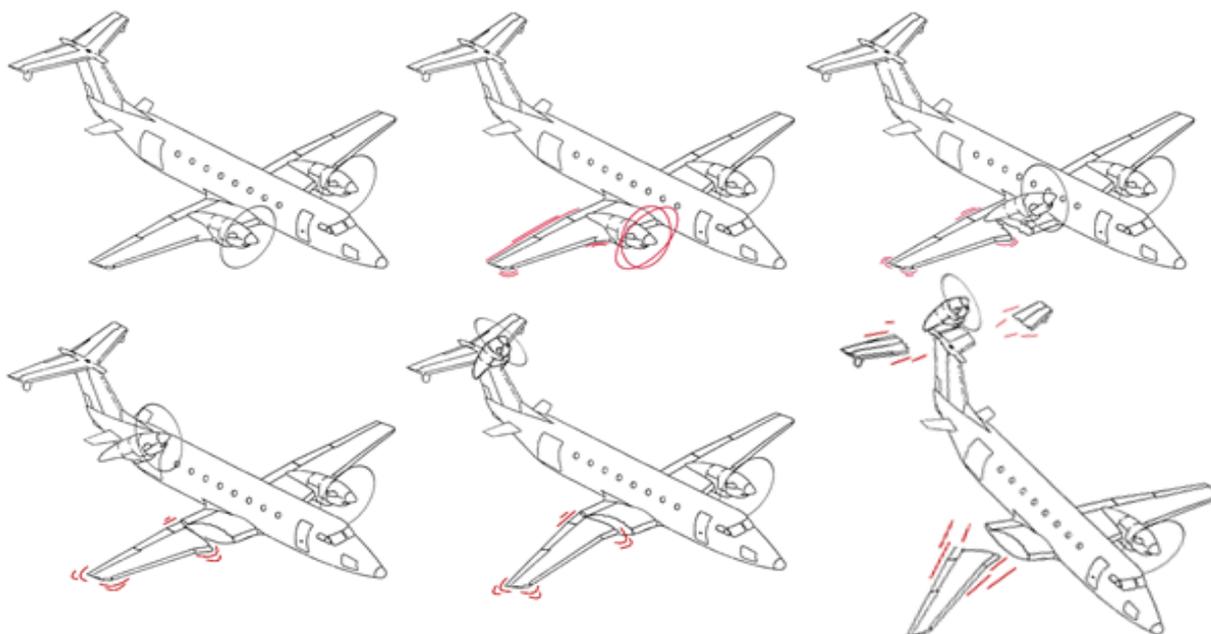


FIGURA 1. Whirl Flutter no motor da aeronave Beechcraft 1900C N811BE (Adaptado de STEARMAN et al., 1997)

O *Whirl Flutter* no motor é um fenômeno aeroelástico que envolve uma complexa interação na rigidez na montagem dos motores, torques giroscópicos da combinação motor – hélice e a frequência de vibração natural da estrutura da asa.

O problema central em aeroelasticidade é o efeito da deformação elástica na distribuição da sustentação do avião. Em baixas velocidades, o efeito das deformações elásticas é pequeno, porém, em altas velocidades os efeitos de tais deformações podem-se tornar muito sérios, levando à instabilidade da asa, perda da efetividade da superfície de controle e até mesmo, reversão do controle. Os fenômenos aeroelásticos normalmente aparecem descritos como interações entre diversas forças, permitindo então classificar os diversos tipos de problema de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Classificação dos problemas aeroelásticos (Adaptado de CUNHA, 2004)

|                     | Estático   | Dinâmico  |
|---------------------|--|---|
| <b>Estabilidade</b> | Divergência  | <i>Flutter</i><br><i>Stall flutter</i>                        |
| <b>Resposta</b>     | Distribuição de carregamento<br>Efetividade de controle<br>Reverso de controle | Resposta a rajadas<br>Resposta a comandos<br><i>Buffeting</i> |

A classificação de fenômenos aeroelásticos estáticos representa casos que não têm dependência do tempo.

A Figura 2, resume algumas áreas de estudo aeronáuticas relacionadas com a aeroelasticidade.

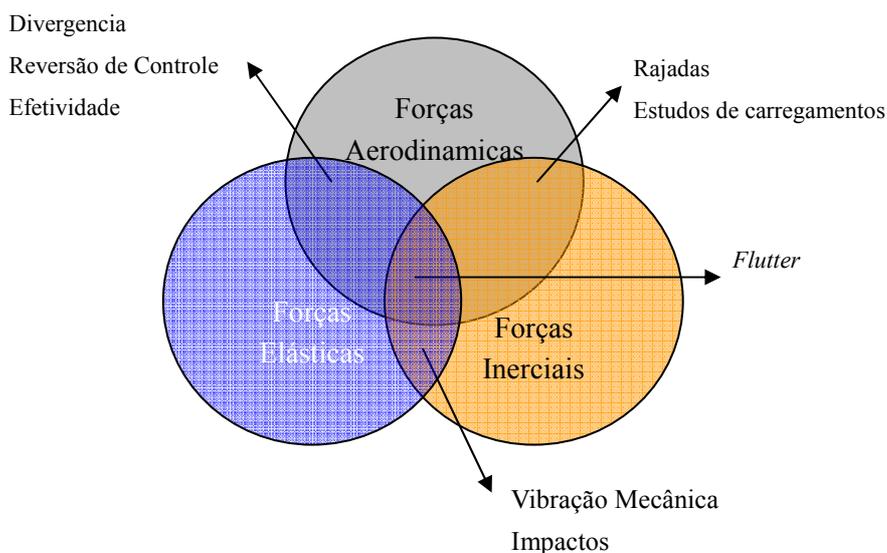


FIGURA 2. Áreas de estudo aeronáuticas relacionadas com a aeroelasticidade (Adaptado de STRGANAC et al., 2003)

### 3 FLUTTER

O *flutter* é um fenômeno aeroelástico que caracteriza um acoplamento instável entre a estrutura flexível e o escoamento aerodinâmico não-estacionário. Pode ser descrito como um acoplamento instável entre as forças de inércia,

elásticas e aerodinâmicas. Quando a modificação da estrutura ou da aerodinâmica da asa não é viável o uso de sistemas de controle passa a ser uma boa opção.

O *flutter* observado na Figura 3 pode ser iniciado por uma rotação do aerofólio ( $t = 0$ ). Como o aumento da força causa a elevação do aerofólio, a rigidez em torção da estrutura do aerofólio volta à rotação zero ( $t = T/4$ ). A flexão da estrutura do aerofólio tenta retornar-lo à posição neutra, mas agora o aerofólio gira em uma posição de nariz abaixo ( $t = T/2$ ). Novamente o aumento da força o mergulho do aerofólio e da rigidez torcional e retorna a zero a rotação do aerofólio ( $t = 3T/4$ ). O ciclo é concluído quando o aerofólio retorna à posição neutra.

Deve ser notado que a máxima rotação leva à máxima elevação ou mergulho a 90 graus ( $T/4$ ). À medida que o tempo aumenta, o movimento da asa tende a ser para baixo, mas o movimento rotativo diverge. Se a tendência do movimento continua, as forças devido à rotação farão com que a estrutura falhe em *flutter*.

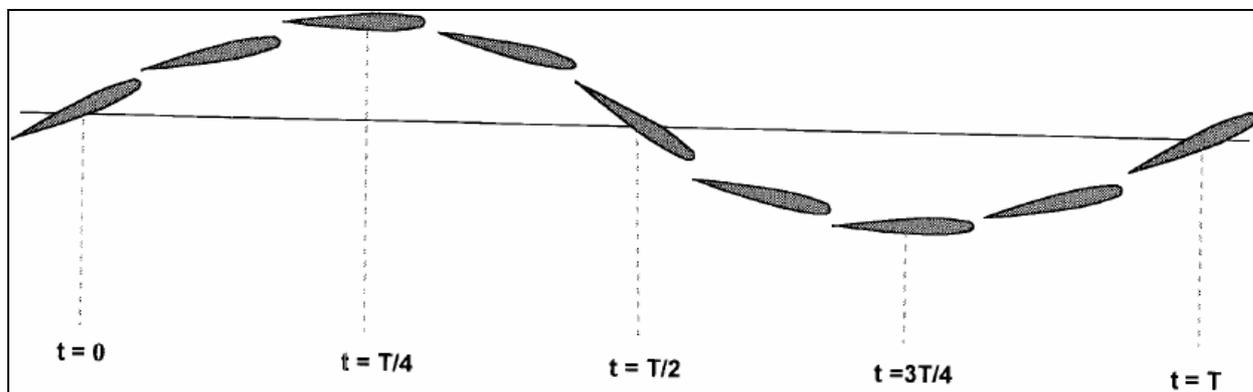


FIGURA 3. Movimento de rotação e mergulho para um aerofólio apresentando flutter (Adaptado de HEBERT et al., 1996)

### 3.1 Outros Fenômenos Aeroelásticos

A teoria do *flutter* clássico foi desenvolvida por Theodorsen, mas existem outros fenômenos aeroelásticos também muito importantes os quais são considerados pelos projetistas de aeronaves em projetos estruturais para contribuir

com o desempenho, confiabilidade, segurança entre outros. São: Flutter de estol, Buffeting, Divergência, Perda de eficiência e reversão dos controles.

Flutter de estol: é igual ao flutter clássico, porém, leva em consideração os efeitos do descolamento da camada limite, já que ocorre em uma superfície de sustentação quando esta opera com altos ângulos de ataque no escoamento durante, ao menos, parte de cada ciclo de oscilação.

Buffeting: é a resposta estrutural à excitação produzida pelo choque induzido por separação do escoamento, ou seja, a separação causada por movimentos turbulentos das camadas de ar em torno da própria aeronave. O Buffeting pode afetar diferentes partes da aeronave, mas o que acontece sobre a asa é o mais importante.

O Buffeting pode aparecer durante as manobras em velocidade de cruzeiro. Dependendo do ângulo de ataque, o fluxo pode conter separações, que constituem uma excitação aerodinâmica que podem pôr em perigo a estabilidade do voo.

Divergência: Bisplinghoff e Ashley (1962) definiram a divergência como uma instabilidade estática da superfície de sustentação de uma aeronave em voo, ou seja, como uma instabilidade aeroelástica de frequência nula. Ocorre quando a superfície sustentadora da aeronave sofre deflexão devido ao carregamento aerodinâmico, aumentando a carga sobre o perfil, se está carga sobre passa a carga limite a estrutura da aeronave pode falhar.

Perda de eficiência e reversão dos controles: as deformações elásticas dos componentes onde se montam as superfícies de controle podem diminuir a eficiência dos controles levando a uma reversão dos mesmos. Nessa reversão, a aeronave responde ao contrário do que o piloto deseja. Um exemplo claro acontece com os ailerons que dispostos próximos à ponta da asa, para que o momento de rolamento seja mais eficiente. Nesta região, a rigidez à torção é menor que na raiz; com isso, a altas velocidades, uma deflexão no aileron pode gerar uma força tão grande a ponto de torcer toda a ponta da asa. Esta torção altera o ângulo de ataque

no sentido de diminuir o rolamento na asa. Dependendo da intensidade da torção, o controle pode perder eficiência e até reverter-se.

#### **4 TECNOLOGIA DA ASA AEROELÁSTICA ATIVA (AAW)**

A denominada asa aeroelástica ativa, apresentada na Figura 4, é uma tecnologia multidisciplinar, que integra aerodinâmica, controles ativos e estruturas avançadas para maximizar o desempenho exigido pelas futuras aeronaves caça em manobras em alta velocidade.

Nos estudos iniciais, na abordagem tradicional de projetos de veículos aéreos, as asas e as superfícies de controle foram tratadas como "rígidos" e a aeroelasticidade foi tratada como uma resposta negativa que deveria ser superada. Tradicionalmente, as superfícies de controle são empregadas para produzir uma força de controle, alterando a curvatura da superfície sustentadora. Em aeronaves com alto desempenho, considerando-se a flexibilidade da asa, geralmente a torção da mesma provoca um efeito adverso que degrada a eficácia do controle em altas pressões dinâmicas. Tradicionalmente as asas das aeronaves de alto desempenho são mais rígidas para reduzir a torção adversa. Isso acrescenta um peso estrutural significativo e penalidades pelo arrasto.

A tecnologia da Asa Aeroelástica Ativa gera um benefício com a utilização de múltiplos sistemas de controle de voo digital (FCS) nos bordos de ataque e de fuga. Em altos valores de pressão dinâmica, as superfícies de controle da AAW são utilizadas como "guias" que promovem a torção da asa em vez de tentar reduzi-la. A energia do escoamento do ar é empregada para torcer a asa com pouco movimento da superfície de controle. É a asa que cria as forças de controle na tecnologia AAW. Aplicada corretamente, uma asa AAW irá atuar com menos torção que uma asa convencional.



FIGURA 4. F/A-18A Hornet, AAW em testes (Adaptado de DFRC<sup>2</sup>, 2001)

As vantagens da tecnologia são atingidas por aeronaves do tipo caça quando no projeto emprega-se valor elevado de alongamento ( $AR > 3,0$ ) e o revestimento da asa, bem como os elementos estruturais são projetados usando apenas a resistência, flexão, e limitações pelo flutter.

O conceito de AAW funciona melhor com asas com várias superfícies no bordo de ataque e no bordo de fuga. As superfícies do bordo de fuga são eficazes em baixa pressão dinâmica, mas perdem a eficácia com o aumento da pressão dinâmica até que a reversão aeroelástica ocorra.

Uma superfície no bordo de fuga exterior (Trailing Edge Outboard – TEO) perde eficácia a uma velocidade de voo mais baixa do que uma superfície no bordo de fuga interior (Trailing Edge Inboard – TEI). As superfícies de controle no bordo de ataque exterior (Leading Edge Outboard – LEO) tornam-se mais eficazes como dispositivos de rolamento com o aumento da velocidade de voo. A Figura 5 mostra uma comparação da eficácia das superfícies de controle típicas versus a pressão dinâmica para uma asa com rigidez acrescentada e uma asa flexível sem incremento rigidez. A Figura 5 mostra o grande controle de potência gerado usando superfícies de controle no bordo de ataque externo sobre uma asa flexível. A Figura

<sup>2</sup> Dryden Flight Research Center

6 mostra também que o controle pode ser gerado defletindo a superfície do bordo de fuga oposta à convenção além inversão.

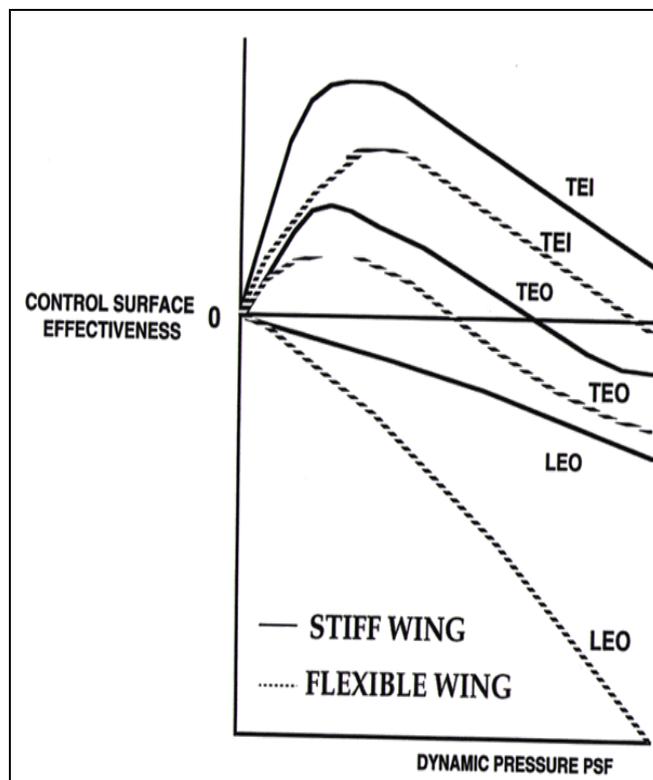


FIGURA 5. Comparação da eficácia das superfícies de controle típicas versus a pressão dinâmica para uma asa com rigidez acrescentada e uma asa flexível sem incremento de rigidez. (Adaptado de PENDLETON et al., 1996)

## 5 CONCLUSÕES

As estruturas dos aviões, devido aos grandes carregamentos aerodinâmicos, estão sujeitas a distorções. Pela atuação de forças aerodinâmicas dependentes da geometria da estrutura e da orientação dos componentes estruturais em relação ao escoamento, provocam-se alterações nas cargas aerodinâmicas dando origem a mais distorções. Surge assim a importância para os projetistas de estudar as interações entre forças elásticas, forças inerciais e forças aerodinâmicas para controlar os efeitos dos fenômenos aeroelásticos e contribuir com a segurança no projeto de novas aeronaves.

Um dos fenômenos analisados refere-se ao flutter, frequentemente encontrado em estruturas de aviões sujeitas a elevadas cargas aerodinâmicas, tais

como as asas, as caudas e superfícies de controle. O flutter ocorre à velocidade crítica de flutter  $V_f$ , que é definida como a velocidade mais baixa na qual uma dada estrutura irá oscilar com movimento harmônico permanente.

Pode-se perceber, então, que na aviação o problema de estabilidade aeroelástica tem alta relevância porque atualmente as aeronaves são cada vez mais elásticas e mais velozes para atender aos requisitos de desempenho impostos.

Uma Asa Aeroelástica Ativa é uma tecnologia multidisciplinar, que integra aerodinâmica, controles ativos e estruturas avançadas para maximizar o desempenho exigido pelas futuras aeronaves de caça em manobras em alta velocidade.

## 5.1 Futuros Trabalhos

Os avanços nas aeronaves modernas em termos de desempenho têm ocorrido devido a um projeto estrutural otimizado e multidisciplinar. Conseqüentemente tem sido muito maior a preocupação dos projetistas com relação aos eventuais problemas aeroelásticos e um grande esforço tem sido gasto na pesquisa de métodos de controle ativo de instabilidades aeroelásticas. Propõe-se o estudo do emprego de materiais piezoelétricos que surgem como uma alternativa apropriada de controle aeroelástico e sua aplicação em estruturas inteligentes.

## REFERÊNCIAS

BISPLINGHOFF, R. L.; ASHLEY, H. **Principles of Aeroelasticity**. [S.l.]: Dover Publications Inc, 1962.

CUNHA, F.S. **Apostilla do curso Estruturas Aeroespaciais**. Lisboa: Universidade Tecnica de Lisboa, 2004.

DRYDEN FLIGHT RESEARCH CENTER. **Active Aeroelastic Wing Project (AAW)**. 2001. Disponível em: <<http://www.dfrc.nasa.gov/gallery/photo/AAW/index.html>> Acesso em: 02 jun. 2008.

HEBERT, C. **Aerodynamic Flutter**. 1996 Disponível em: <<http://www.cs.wright.edu/~jslater/SDTCOutreachWebsite/sitemap.htm>> Acesso em: 02 jun. 2008.

MABEY, D.G. Unsteady aerodynamics: retrospect and prospect. **The Aeronautical Journal**, v. 103, n.

1019, p. 1-18, 1999

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. **Loss of control business express, inc., Beechcraft 1900C N811BE**. Washington, D.C. 1991. (Aircraft Accident/Incident Summary Report.)

PENDLETON, E.; et al. A flight research program for active aeroelastic wing technology. **AIAA Meeting Papers**. p. 2263-2273, 1996.

PORTELA, Marcelo. **Aeroelasticidade da seção típica com quarto grau de liberdade**, 2004. 57f. Trabalho de conclusão de curso. (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São Jose dos Campos.

STEARMAN, R.O.; et al. Aircraft damage detection from acoustic signals found by a cockpit voice recorder. Austin, Texas : 1997.

Disponível em: <<http://www.acoustics.org/press/133rd/2psa1.html>> Acesso em: 02 jun. 2008.

STRGANAC, T.W.; et al. Investigations of Nonlinear Pathologies in Aeroelastic Systems. Texas, 2003

Disponível em: <[http://www.aeweb.tamu.edu/aeroel/Galley/Current/seminar\\_auburn-s.pss](http://www.aeweb.tamu.edu/aeroel/Galley/Current/seminar_auburn-s.pss)> Acesso em: 02 jun. 2008.

THEODORSEN, T. **General theory of aerodynamics instability and the mechanism of flutter**. NACA Technical Report 496, 1935.

## **ANÁLISE CONCEITUAL DA AEROELASTICIDADE, FENÔMENOS AEROELÁSTICOS E TECNOLOGIA DA ASA AEROELÁSTICA ATIVA**

**ABSTRACT:** The influence of bodies moving through fluid, or the influence of fluid flow in the dynamic response of elastic bodies is a field of study in different areas of engineering, especially aeronautical engineering. In this context, the objective of this work is to present a conceptual analysis of aeroelasticity, as well as flutter and buffeting, which are the aeroelastic phenomena most widely studied by aircraft designers to ensure the safety of the projects, because excessive deformation may lead to the destruction of a structure, something which is catastrophic for aircraft operations. Thus, a literature review is carried out to provide references of active control devices of aeroelastic response to prevent this phenomenon. This paper presents the Active Aeroelastic Wing (AAW) technology.

**KEYWORDS:** Aeroelasticity. Flutter. Active Aeroelastic Wing (AAW).

## FERRAMENTA DE APOIO AO GERENCIAMENTO DE RISCO DA FADIGA PARA PILOTOS DA AVIAÇÃO COMERCIAL BRASILEIRA

Paulo Rogerio Licati<sup>1</sup>  
Luiz Marcelo T. de Brito<sup>2</sup>  
Fábio Leite Costa<sup>3</sup>  
Eduardo do Amaral Silva<sup>4</sup>  
Marx Ferreira de Araújo<sup>5</sup>

Artigo submetido em 19/01/2010.

Aceito para publicação em 15/03/2010.

**RESUMO:** O transporte aéreo é uma atividade que ocorre nas vinte quatro horas do dia, todos os dias do ano, e cresce junto com a demanda global, atendendo às necessidades de transporte de pessoas e cargas. Estimativas de porcentagens de acidentes que envolveram o erro humano estão entre 70% a 80% dos eventos e a fadiga dos pilotos de aeronaves é responsável por aproximadamente 20% desse total. A fadiga não é um fenômeno unidimensional, mas é o produto de vários fatores que estão relacionados ao ciclo circadiano, tempo acordado, débito de sono, entre outros. Assim surge a necessidade de uma nova visão no gerenciamento de risco da fadiga humana nas operações aéreas, procurando manter o equilíbrio entre

---

<sup>1</sup> Piloto de Linha Aérea - Comandante/Instrutor de Boeing 737/NG - Graduado em Gestão de Empresa Aérea - Bacharel em Aviação Civil - Especialista em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada (Instituto Tecnológico de Aeronáutica). paulolicati@gmail.com

<sup>2</sup> Capitão Aviador da ativa da FAB; Engenheiro Aeronáutico; Especialista em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada (Instituto Tecnológico de Aeronáutica). É colaborador da Associação Brasileira de Ultraleves (ABUL) na região de São José dos Campos. Foi instrutor de voo da Academia da Força Aérea (AFA) e oficial do Corpo de Cadetes da Aeronáutica (CCAer) nos anos de 2003 e 2004. Atualmente trabalha na Divisão de Certificação de Produtos Aeroespaciais do Instituto de Coordenação e Fomento Industrial (IFI) do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA). marcelodbr@gmail.com .

<sup>3</sup> Major da ativa do Exército Brasileiro. Formado em Administração de Empresas. Desempenhou as funções de Oficial de Operações, Oficial de Inteligência e, atualmente, é o Oficial de Logística e Oficial de Excelência Gerencial do 3º Batalhão de Aviação do Exército. Piloto de helicópteros desde 1996. Instrutor dos modelos AS 350 e AS 365. fabioleite@hotmail.com .

<sup>4</sup> Capitão do Exército Brasileiro; Facilitador em CRM pela ANAC; Piloto de aeronaves da Aviação do Exército; Instrutor de voo; Especialista em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada (Instituto Tecnológico de Aeronáutica). eduprec348@hotmail.com

<sup>5</sup> Piloto Graduado em Aviação Civil, Especialista em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada (Instituto Tecnológico de Aeronáutica) Despachante Operacional de Voo na empresa LAN Chile; Elemento Credenciado em Prevenção de Acidentes Aeronáuticos pelo CENIPA. marxpiros@hotmail.com .

a lucratividade das empresas aéreas e a segurança dos vôos. O objetivo desse artigo é mostrar, por meio de uma revisão literária e de um estudo de caso com o uso da ferramenta FAST™ (Fatigue Avoidance Scheduling Tool), que é possível mitigar o risco da fadiga dos pilotos da aviação comercial brasileira por meio de uma ferramenta prática e com embasamento científico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pilotos de aeronaves. Fadiga. FAST™.

## 1 INTRODUÇÃO

O fortalecimento do neoliberalismo no mundo, através da mundialização do capital após a queda dos sistemas socialistas, exigiu grande esforço para aproveitar áreas e serviços ainda não explorados, por meio de “políticas de desregulamentação, de privatização e de liberalização do comércio” (CHESNAIS, 1996). A transformação no mundo do trabalho é “um método de racionalização da produção – técnica social de controle que é aplicada na matéria viva, ou seja, no ser humano em si mesmo” e, esta racionalização, exige “uma nova forma de adaptação psicofísica dos operários” (SILVA, 2004).

Nesse contexto, o meio aéreo também é afetado, o que exige uma constante e maciça necessidade de reorganizar o trabalho e, em particular, o trabalho dos pilotos, que faz com que se manifestem novas dificuldades a serem superadas.

Apesar de todos os investimentos buscando elevar os índices de segurança, os acidentes e incidentes aeronáuticos continuam acontecendo. O Fator Humano ainda representa uma grande parcela das causas destas ocorrências. Estimativas de porcentagens dos acidentes que envolvem o erro humano estão entre 70% e 80% dos eventos (Wiegmann; Shappell, 2003). Por Fator Humano, compreende-se a “área de abordagem da Segurança de Vôo que se refere ao complexo biológico do ser humano, nos seus aspectos fisiológico, psicológico e operacional”, de acordo com a Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica (BRASIL, 2008).

Embora muitas medidas sejam necessárias para o gerenciamento de risco da fadiga humana nas operações aéreas, o objetivo desse trabalho é apresentar

uma ferramenta com base científica para planejar as escalas dos tripulantes e que também sirva para investigar erros, incidentes e acidentes aéreos.

## **2 DESAFIO MODERNO PARA A SEGURANÇA DE VÔO**

O transporte aéreo é uma atividade que ocorre nas vinte e quatro horas do dia, todos os dias do ano, e cresce junto com a demanda global atendendo às necessidades de transporte de pessoas e cargas. Tripulações de vôo devem ser disponibilizadas na mesma proporção para atender a demanda das operações. Entretanto, esses profissionais estão submetidos a jornadas de trabalhos irregulares e sem qualquer critério científico, o que muitas vezes contraria o relógio biológico e pode representar risco para segurança de vôo.

Os seres humanos possuem hábitos essencialmente diurnos, as atividades de vigília estão concentradas durante o dia e o repouso à noite (MELLO, 2008). O risco do trabalhador se envolver em acidentes aumenta em função do tempo de trabalho contínuo desempenhando a mesma função sem intervalos (Folkard; Lombardi, 2004). A fadiga dos pilotos é um problema significativo nas operações da aviação moderna devido à imprevisibilidade das horas de trabalho, longas jornadas e a interrupção do ciclo circadiano (Cadwell et al., 2009). Os impactos da fadiga em nossa habilidade para trabalhar de maneira segura prejudicam uma gama de habilidades cognitivas, incluindo tempo de reação, memória, tomada de decisão e comunicação (DURMER; DINGES, 2005). Dentro desse contexto, surge uma nova necessidade no gerenciamento de riscos voltado à fadiga humana no ambiente da aviação.

## **3 A IMPORTÂNCIA DO GERENCIAMENTO DO RISCO DA FADIGA**

O gerenciamento de riscos é a maneira como pessoas ou organizações monitoram e controlam riscos. O risco significa incerteza sobre ocorrência ou não de uma perda ou prejuízo (Hope, 2002). Sua importância é verificada pela efetividade

nos serviços prestados e o monitoramento da segurança depende dele. Embora tendências de redução de incidentes e acidentes aeronáuticos tenham sido verificadas em alguns anos, em outros houve um aumento dramático dos acidentes envolvendo feridos ou mortos. A taxa de acidentes mundial não tem apresentado queda nos últimos anos e isso tem levado a um interesse crescente sobre o assunto devido ao aumento no número total de vôos projetado para os próximos anos. Estima-se que a fadiga contribui com algo entre 15 e 20% nos acidente aéreos (Akersdet et al, 2003) e, até os dias de hoje, muito pouco foi feito para mitigar esses riscos no cenário da aviação comercial. A fadiga não é um fenômeno unidimensional, mas é o produto de vários fatores e que está relacionado às necessidades fisiológicas, de sono e ritmos biológicos internos (Caldwell, 2009).

#### **4 O CICLO CIRCADIANO E SUAS VARIAÇÕES**

Os ciclos diários são conhecidos como ritmos circadianos, termo que tem origem na combinação das palavras latinas *circa*, aproximadamente, e *diem*, dia, ou seja, são ritmos que tem duração de um dia. Uma propriedade fundamental dos ritmos circadianos é que eles não são governados pelo ambiente, pois possuem uma natureza auto-sustentada. Eles continuam a se expressar mesmo que o organismo esteja vivendo em condições desprovidas de dicas a respeito das mudanças cíclicas do ambiente externo, como, por exemplo, sob a luz ou sob o escuro constante. Na ocasião que não estão sincronizados por uma mudança cíclica do ambiente físico eles são chamados de ritmos em livre curso e exibem um período (duração do ciclo) que na, maioria das vezes, é maior que 24 horas (MELLO, 2008).

A luz é considerada o principal *zeitgeber* (doador de tempo, em alemão) – estímulo temporal capaz de sincronizar ritmos circadianos – aparte das interações sociais, dos horários escolares e do trabalho, da atividade física e do exercício (Mistlberger, Skene, 2004). Dois processos primários interagem e regulam o momento do sono, o homeostático e o circadiano (Dijk, Czeisler, 1995). A regulação do sono pelo mecanismo homeostático é determinada pela quantidade de tempo

acordado, enquanto o circadiano varia com a hora do dia.

Os ritmos circadianos ocorrem numa variedade de medidas fisiológicas e psicológicas, que incluem o sono, a secreção hormonal, a temperatura corporal, a excreção urinária, o alerta subjetivo, o humor e o desempenho, exibindo valores máximos e mínimos aproximadamente no mesmo horário ao longo do dia de vinte e quatro horas (Mello, 2008).

Nos indivíduos sincronizados, a secreção diária da melatonina (neuro-hormônio produzido pela glândula pineal) é produzida e confinada à fase escura do ciclo claro-escuro e pode ser suprimida por uma luz intensa. Normalmente, os níveis de melatonina começam a se elevar por cerca das 21h, atingem o pico horas depois e retornam a nível baixo por volta das 9h da manhã, ocasionando variação da temperatura corporal, conforme apresentado na (Figura 1).

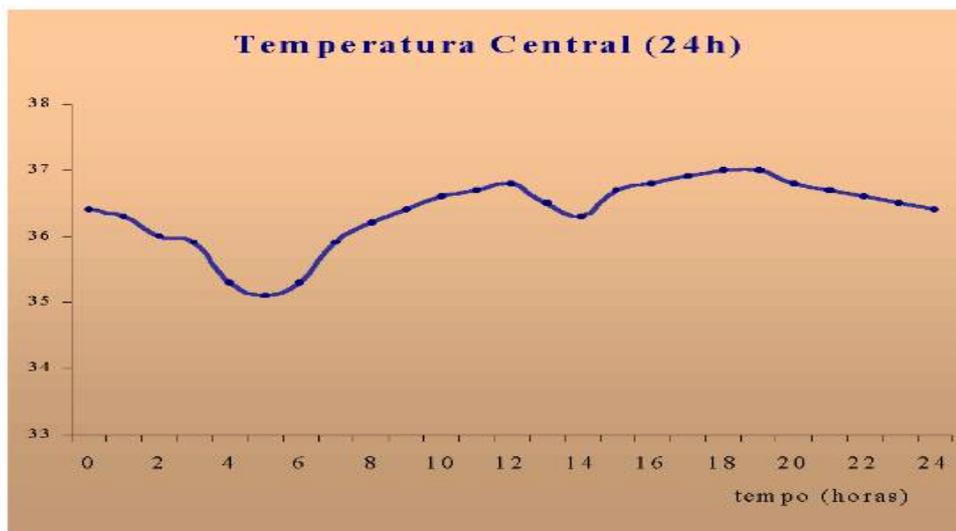


FIGURA 1 – Curva da temperatura do corpo humano nas 24 horas do dia. (MENNA-BARRETO, 1997).

Quando a produção da melatonina é iniciada, a temperatura corporal apresenta declínio proporcional, que por sua vez traz limitações ao ser humano, quando o alerta subjetivo é diminuído e o tempo a reação tem aumento significativo, tornando o indivíduo mais lento nas tomadas de decisões e mais suscetível ao erro (Figura 2).

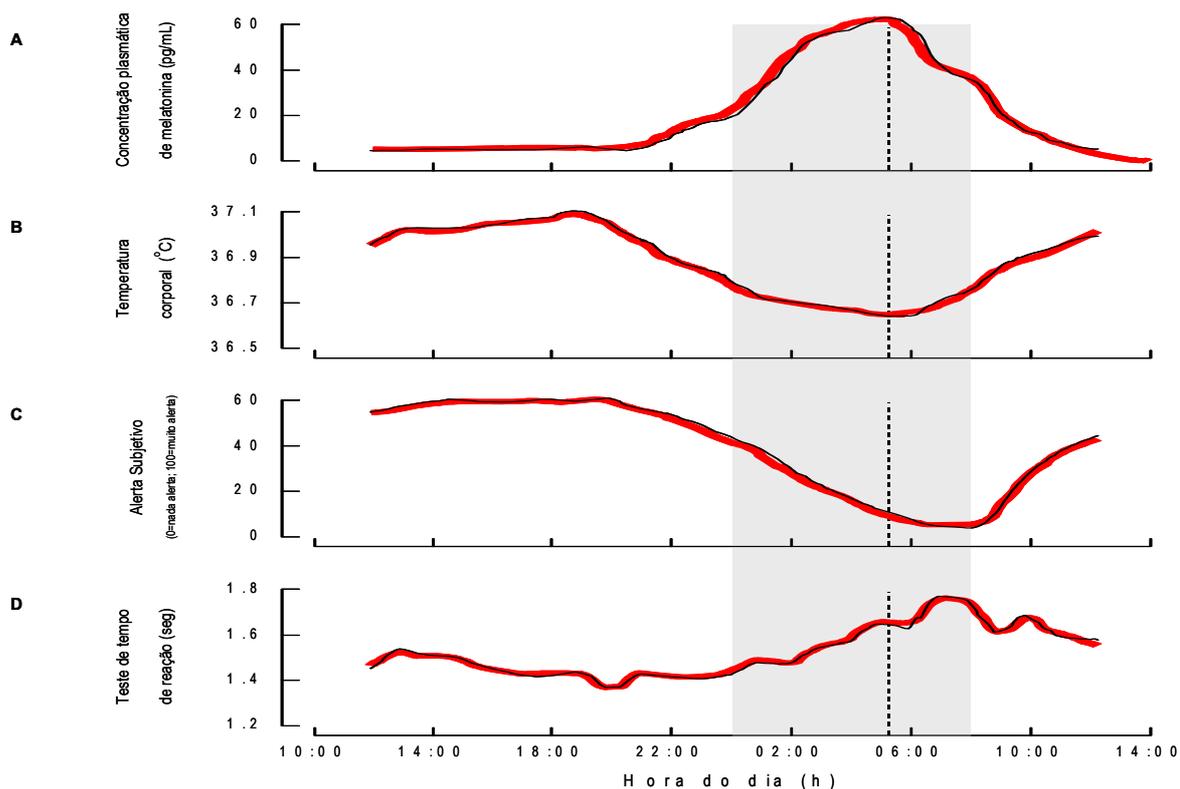


FIGURA 2 – Relação entre os ritmos circadianos da melatonina plasmática (A), da temperatura corporal (B), do alerta subjetivo (C) e do tempo a reação (D) (adaptado de RAJARATNAM; ARENDT, 2001)

## 5 O TRABALHO EM TURNOS E SUA RELAÇÃO COM A SONOLÊNCIA

Os efeitos adversos do trabalhador em turnos podem variar individualmente entre as pessoas. As maiores conseqüências da sonolência para os trabalhadores em turnos são em relação à qualidade de vida, à redução da produção e ao aumento potencial do risco de acidentes e lesões durante o horário de trabalho (Dinges, 1995).

Pesquisas observaram uma redução no tempo total do sono após um turno de trabalho noturno, sendo relatada ainda uma menor eficiência do sono (Fischer et al, 2000). Com isso, uma diminuição do período de sono pode levar a quadros de sonolência, tanto diurna quanto noturna, comprometendo a eficiência durante o horário de trabalho.

O risco relativo de acidentes e incidentes também é uma variável diretamente afetada pelo turno de trabalho, podendo aumentar conforme o período

do dia em aproximadamente 18% à tarde e 30% à noite, quando comparado com o período da manhã (Figura 3).

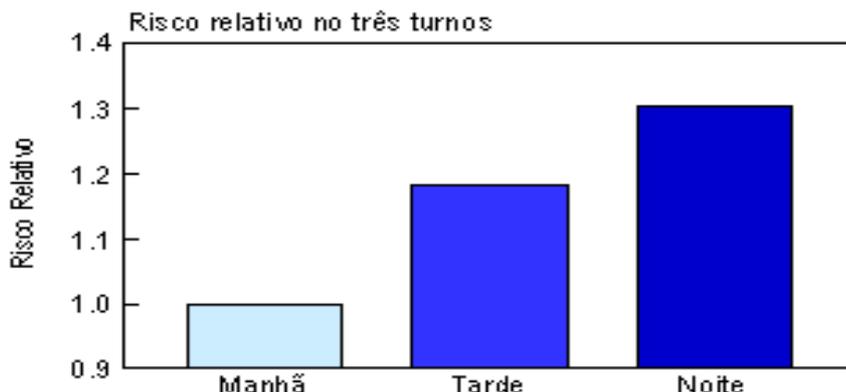


FIGURA - 3 Risco relativo nos três turnos de trabalho (adaptado de FOLKARD; TUCKER, 2003)

Ao longo de turnos sucessivos, o risco de acidentes tende a aumentar cerca de 6% na segunda noite, 17% na terceira noite e 36% na quarta, quando comparada com a primeira noite de trabalho (Figura 4).

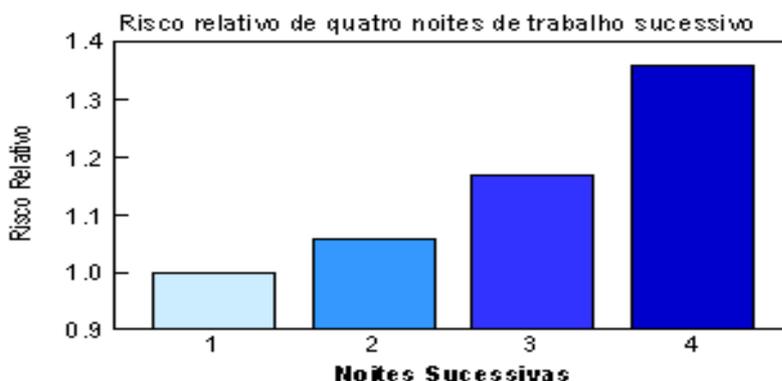


Figura 4 - Risco relativo de quatro noites de trabalho sucessivo (adaptado de FOLKARD; TUCKER, 2003)

Essa tendência, apesar de ser em menor escala (2%, 7% e 17%, respectivamente), tende a se repetir no turno da manhã (Figura 5).

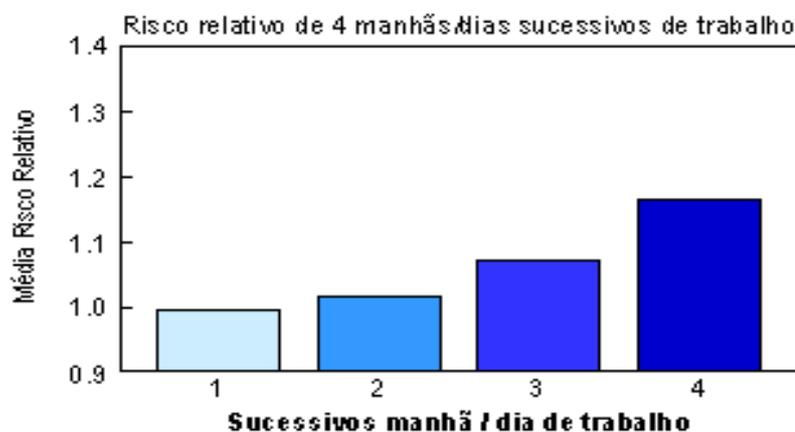


Figura - 5 Risco relativo de 4 manhãs/dias sucessivos de trabalho(adaptado de FOLKARD; TUCKER, 2003)

Ao longo das horas sucessivas de trabalho, quando comparado com a primeira hora de trabalho, o risco aumenta entre a 2ª e a 5ª hora de trabalho consecutiva. Em contrapartida, aumenta exponencialmente a partir de 8 horas consecutivas de trabalho, chegando a dobrar na 12ª hora (Figura 6).



Figura 6 - Média do risco relativo de horas de serviço (adaptado de FOLKARD; TUCKER, 2003)

## 6 O USO DA FERRAMENTA FAST NO GERENCIAMENTO DA FADIGA

A ferramenta FAST (Fatigue Avoidance Scheduling Tool), Ferramenta de Prevenção de Fadiga, é um software projetado para avaliar e prever mudanças de desempenho induzidas por restrições de sono e de acordo com a hora do dia. O desenvolvimento dessa ferramenta contou com investimentos da United States Air

Force (USAF) e foi baseada em cálculos do modelo Sleep, Activity, Fatigue and Task Effectiveness (SAFTE), ou seja, Sono, Atividade, Fadiga e Efetividade em Tarefa (Hursh et al., 2004). A previsão básica do modelo é a efetividade de desempenho, que é uma medida de velocidade cognitiva (Figura 7).

**DIAGRAMA (SAFTE)  
Sono, Atividade, Fadiga e Efetividade em Tarefa**

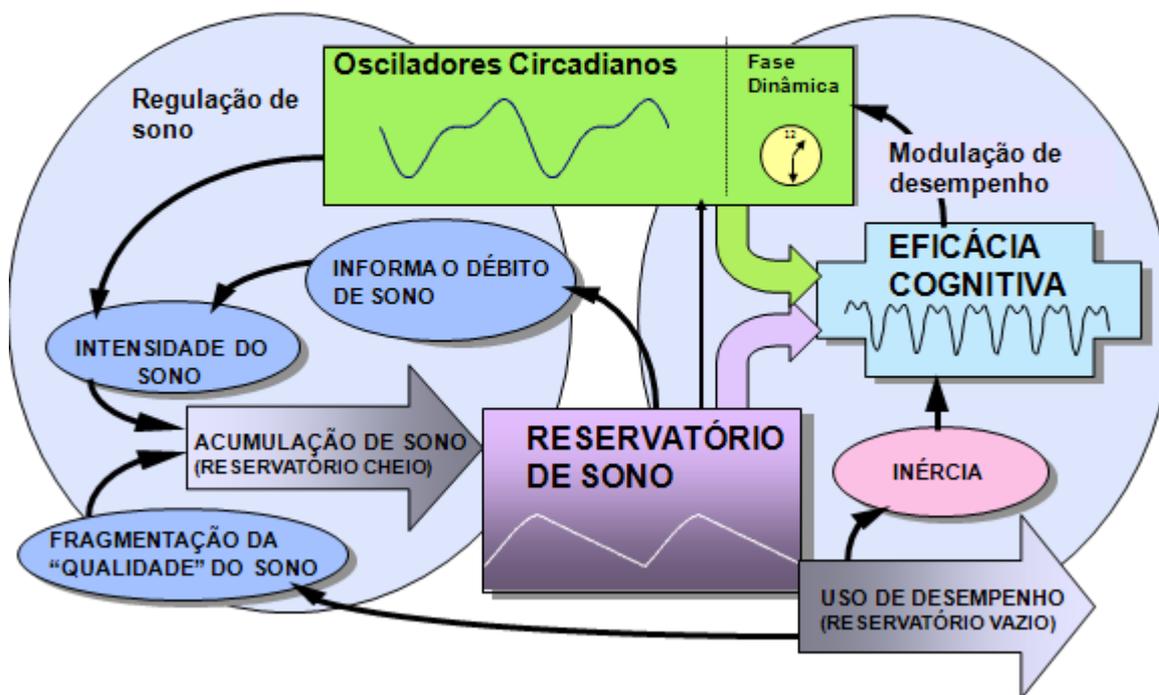


FIGURA 7 – Diagrama (SAFTE) Sono, Atividade, Fadiga e Efetividade em Tarefa (adaptado de HURSH et al., 2004)

Segundo Hursh et al. (2004), o processo circadiano influencia o desempenho e a regulação do sono. O modelo SAFTE relaciona a regulação do sono, que depende das horas de sono, das horas de vigília, do débito atual de sono, do processo circadiano e da fragmentação do sono, definidas pelo momento em que o indivíduo desperta do período de sono.

A versão inicial do FAST foi usada pra validar de maneira fácil a efetividade em voo de pequenos períodos de sono (as conhecidas sonecas), com objetivo de manter o desempenho das tripulações dos bombardeiros da USAF que tinham

missões que envolviam a tripulação em jornadas de trabalho de 30 a 45 horas consecutivas (HURSH et al.,2004). O uso da ferramenta FAST deixou de ser de uso exclusivo da USAF e atualmente é usado pela Federal Aviation Administration (FAA), National Transportation Safety Board (NTSB) e algumas empresas aéreas que atuam em todo o mundo. Devido à simplicidade de uso da ferramenta FAST e sua eficácia, ela pode ser facilmente usada para o planejamento adequado das escalas dos tripulantes e a investigação de erros, incidentes e acidentes, conforme exemplos que se seguem.

Um gráfico da efetividade de uma pessoa que dorme 8h por noite e trabalha 9h por dia é mostrado na Figura 8. Nela, o desempenho no trabalho é assinalado em preto. O nível geral de desempenho aumenta ou diminui de acordo com o nível do “reservatório” de sono. Ele se esgota durante a vigília e é restaurado pelo sono. O ritmo circadiano de desempenho de 24h provoca uma forte queda no desempenho durante a madrugada, e uma desaceleração no desempenho no meio da tarde.

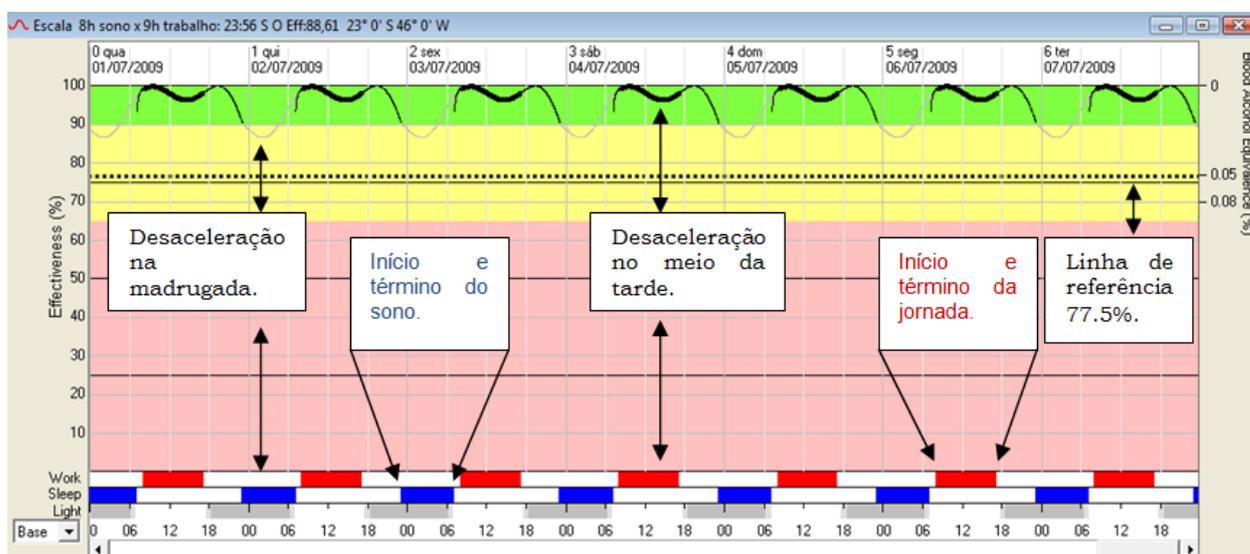


FIGURA 8- Efetividade de uma pessoa que dorme 8h por noite e trabalha 9h por dia

Por outro lado, se a pessoa que está bem descansada perde duas noites de sono, apresentará um declínio acentuado no desempenho, abaixo de 77,5%, o que requer contramedidas para o gerenciamento de risco e, em seguida, abaixo de 65%,

o que representa alto risco. Já uma escala de trabalho durante duas madrugadas seguidas, além de representar alto risco para as operações aéreas, requer que o tripulante leve até quatro dias para a total recuperação, considerando-se as 8h regulares de sono por noite (Figura 9).

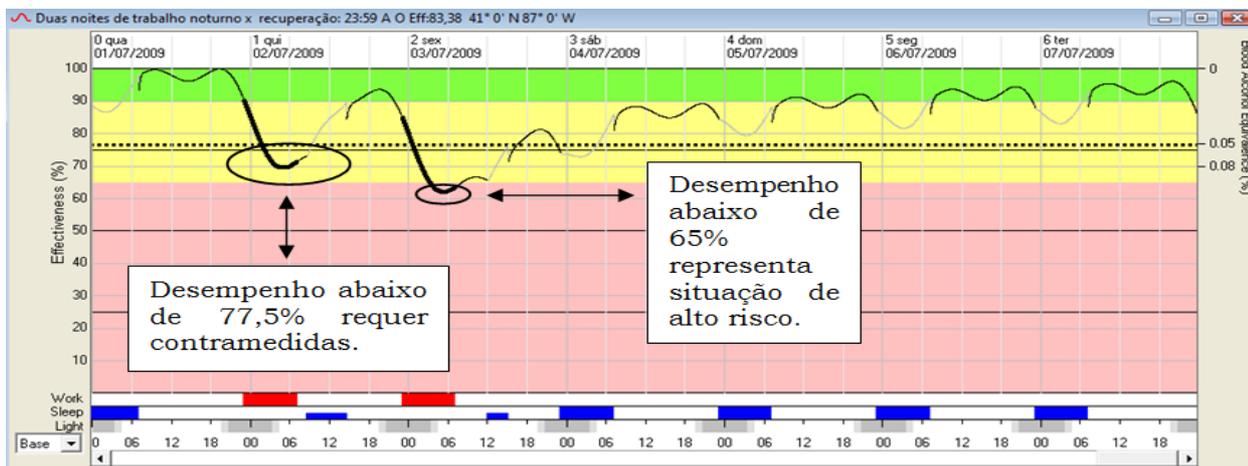


FIGURA 9 - Duas noites de Trabalho x Recuperação

A maioria dos ambientes de trabalho oferece proteção contra certo grau de falha humana e desatenção. Por outro lado, tolerância ao erro é muito específica de determinadas tarefas, como no ambiente das operações aéreas.

O exemplo a seguir ilustra como todos os principais fatores de fadiga – déficit recente de sono, débito crônico de sono e fatores circadianos – podem se combinar para tornar um indivíduo vulnerável à fadiga durante o expediente. O gráfico mostra uma programação de trabalho real de um piloto de aeronaves que se acidentou em Guantánamo Bay (Cuba) no dia 18 de agosto de 1993, durante aproximação para pouso. A análise do gráfico gerado pela ferramenta FAST™ mostra que o desempenho do piloto variou praticamente em toda jornada de trabalho entre momentos críticos e de baixo desempenho até o momento do acidente. Segundo a revisão da (1994), foi determinado que as causas prováveis se deram devido à deficiência de julgamento e tomada de decisão inadequada, que ocorreram devido aos efeitos da fadiga da tripulação, entre outros fatores contribuintes.

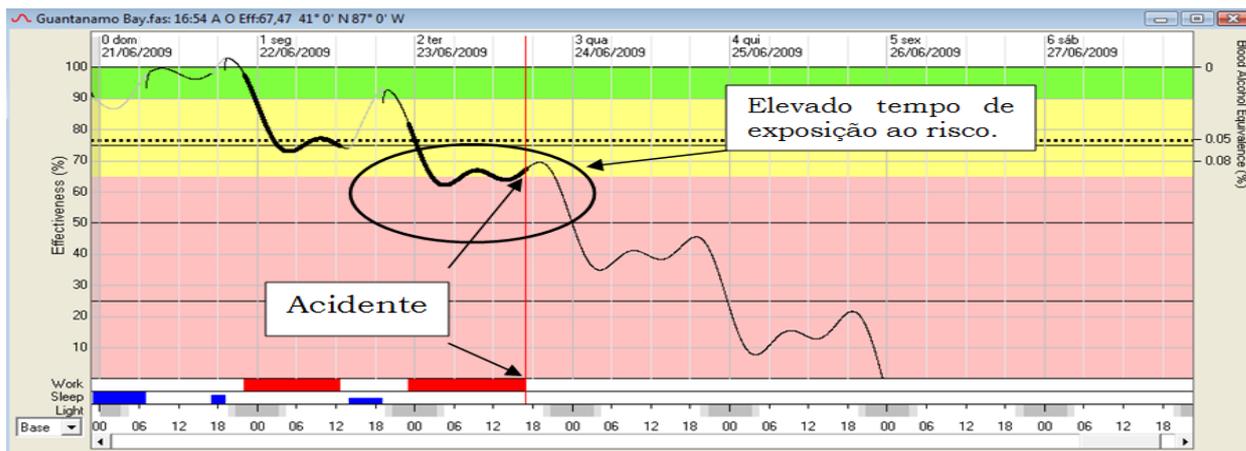


FIGURA 10 - Análise do acidente de Guantánamo Bay ocorrido em 18/08/1993

## 7 REDUÇÃO DE CUSTOS

As companhias de seguro estão buscando a aplicação proativa para estratégias do gerenciamento de risco que demonstrem consciência e capacidade através da prevenção para mitigar os riscos de acidentes e incidentes (ROSENKRANS, 2007). Embora os índices de acidentes terem diminuído e permanecerem dentro de uma certa estabilidade, a severidade da perda aumenta e isso faz com que a avaliação dos underwriters para a precificação das apólices fique mais criteriosa. Alguns países como o Canadá e Austrália contam com legislações específicas para gerenciamento da fadiga onde existam trabalhos em turnos, o que traz benefícios e vantagens financeiras para as empresas desses países. Na Inglaterra, a empresa EasyJet aplica de maneira voluntária um modelo de gerenciamento da fadiga, obtendo vantagens financeiras por esse motivo, uma vez que o contrato de seguro representa uma parcela considerável no custo direto operacional das aeronaves. Portanto, existe a necessidade do desenvolvimento de um sistema de gerenciamento de risco da fadiga humana que corresponda a realidade do nosso país, das nossas organizações e de nosso sistema operacional da segurança de voo, pois além da valorização do capital humano, pode melhorar a qualidade das operações, aliados a benefícios financeiros para as empresas aéreas.

## 8 CONCLUSÕES

Levando-se em consideração os aspectos da limitação humana, em que os trabalhadores em turnos estão envolvidos, em especial os pilotos de aeronaves, é imprescindível que os órgãos reguladores e empresas aéreas iniciem o desenvolvimento da gestão de risco da fadiga dos trabalhadores.

Assim, sugere-se que o planejamento das escalas de vôo deva ser feito por pessoas que tenham os conhecimentos que foram apresentados nesse artigo, sendo o conhecimento da homeostase e o ciclo circadiano primordial para esse entendimento.

Educação, políticas operacionais e a quebra de paradigmas das culturas organizacionais são primordiais para a conscientização de todos os envolvidos nas operações aéreas no que se refere aos benefícios da ferramenta apresentada e de suma importância para que os erros, incidentes e acidentes sejam diminuídos.

A inovação da aplicação da ferramenta FAST, em uso comercial, se devidamente utilizada, pode melhorar a qualidade da Segurança de Vôo em nosso país, dando início a um sistema de gerenciamento de risco da fadiga humana nas operações aéreas.

## REFERÊNCIAS

AKERSTEDT, T. et. al. Meeting to discuss the role of EU FTL legislation in reducing cumulative fatigue in civil aviation. Brussels: **European Transport Safety Council**, 2003. Disponível em:

<[http://www.etsc.be/documents/pre\\_19feb03.pdf](http://www.etsc.be/documents/pre_19feb03.pdf)>. Acesso em: 30 nov. 2009.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **NSMA 3-1: investigação e prevenção de acidentes**

aeronáuticos: conceituação de vocábulos, expressões e siglas usadas no SIPAER. Brasília, DF, 2008.

CALDWELL, J. A. et. al. Fatigue Countermeasures in Aviation. **Aviat Space Environ Med.**, v.80, n.1, p. 29-59, 2009.

CHESNAIS, F. **A Mundialização do Capital**. São Paulo: Xamã, 1996.

DIJK D.J.; CZEISLER, C. A. Contribution of circadian pacemaker and the sleep homeostat to sleep propensity, sleep structure, electroencephalographic slow waves, and sleep spindle activity in humans. **The Journal of Neuroscience**, 1995. Disponível em: <<http://www.jneurosci.org/cgi/reprint/15/5/3526.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2009.

DINGES, D. F. An overview of sleepiness and accidents. **J Sleep Res**, v.4, n.2, p. 4-14, 1995.

DURMER, J. S.; DINGES, D. Neurocognitive consequences of sleep deprivation. **Semin Neurol**, v. 25, n.1, p.117-129, 2005.

FISHER et. al. Implementation of 12 hour shifts in a Brazilian petrochemical plant: impact on sleep and alertness. **Cronobiol Int**, v.17, p. 521-537, 2000.

FOLKARD, S.; LOMBARDI, D. Towards a "risk index" to assess the risk of human error on work schedules. **Chronobiol Int**, v.21, p.1063-1072, 2004.

FOLKARD, S.; TUCKER, P. Shift work, safety and productivity. **Occup Med**; v.53, p. 95-101, 2003.

HOPE, W. T. **Introdução ao gerenciamento de risco**. Trad. Gustavo Adolfo Araújo Caldas. Rio de Janeiro: Funenseg, 2002.

HURSH S. R. et. al. The fatigue avoidance scheduling tool: modeling to minimize the effects of fatigue on cognitive performance. **SAE technical paper series**, 2004.

MELLO, M. T. et al. **Sono: aspectos profissionais e suas interfaces na saúde**. São Paulo: Atheneu, 2008.

MENNA-BARRETO, L. Relógios e Ritmos. **Revista Cérebro e Mente**, n.4, 1997. Disponível em: <<http://www.cerebromente.org.br/n04/mente/clocks.htm>>. Acesso em: 24 mar. 2010

MISTLBERGER, R. E; SKENE, D. J. Social influences on mammalian circadian rhythms: animal and human studies. **Biological Reviews**, Cambridge, v. 79, p.533-56, 2004.

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD (Estados Unidos). **NTSB/AAR-94/04: Uncontrolled Collision with Terrain, American International Airways Flight 808, Guantanamo Bay, Cuba, August 18, 1993**. Washington, D.C.: NTSB, 1994.

RAJARATNAM, S. M.; ARENDT, J. Health in 24 society. **The Lancet**, v. 358, 22 set 2001, Disponível em: <[http://www.um.es/eubacteria/CL\\_SALUD\\_2.pdf](http://www.um.es/eubacteria/CL_SALUD_2.pdf)>. Acesso: 24 mar. 2010.

ROSENKRANS, W. The underwriters perspective. **AeroSafety World**, jun. 2007. Disponível em:<[http://flightsafety.org/asw/june07/asw\\_june07\\_p37-41.pdf](http://flightsafety.org/asw/june07/asw_june07_p37-41.pdf)>. Acesso em: 24 mar. 2010.

SILVA, F. L. G. **A fábrica como agência educativa**. Araraquara: Laboratório Editorial/FCL/UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica Editora, 2004.

WIEGMANN, D. A.; SHAPPELL, S. A. **A human error approach to aviation accident analysis: The Human Factors Analysis and Classification System**. Burlington, VT: Ashgate, 2003.

## **A SUPORT TOOL TO THE FATIGUE RISK MANAGEMENT OF BRASILIAN COMMERCIAL AVIATION PILOTS**

**ABSTRACT:** Air transport is an activity that takes place twenty-four hours a day, day in, day out, all year round, and it is growing along with global demand, meeting the needs of people and cargo transportation. Estimate percentages of accidents involving human error are between 70% and 80% of the events, whereas pilots' fatigue accounts for about 20% of the total. Fatigue is not a one-dimensional phenomenon, but rather the product of several factors that are related to the Circadian Cycle, time awake and sleep deficit, among other ones. Thus, a new view of the human fatigue risk management in air operations becomes necessary, in order to achieve a balance between company profits and flight safety. The objective of this article is to show, by means of a literary review and a case study with the use of the FAST™ (Fatigue Avoidance Scheduling Tool), that it is possible to mitigate the fatigue risk of the Brazilian commercial aviation pilots in a practical and scientifically-based fashion.

**KEYWORDS:** Aircraft pilots, Fatigue, FAST™.

## RESPONSABILIDADE CIVIL E EMPRESAS AERONÁUTICAS: ASPECTOS DE FATORES HUMANOS

Ingrid Rodrigues Athayde<sup>1</sup>  
José Nogueira da Mata Filho<sup>2</sup>

Artigo submetido em 24/01/2010.

Aceito para publicação em 18/03/2010.

**RESUMO:** A responsabilidade civil, no que se refere ao ramo aeronáutico, é assunto extensivamente discutido desde a Convenção de Varsóvia em 1929, quando se regulamentou o transporte aéreo mundialmente. Porém, as discussões em torno deste assunto normalmente abrangem apenas os aspectos referentes à relação Usuário - Empresas Aéreas. Este artigo tem por objetivo levantar a discussão sobre as questões de responsabilidade civil aplicadas às Empresas aéreas, Fabricantes e Autoridades. É mostrada a importância de promover saúde e bem estar das pessoas dessas entidades, objetivando a segurança e a melhora da qualidade de vida no trabalho. Estas ações tendem a diminuir a ocorrência de desvios e erros que possam acarretar acidentes ou incidentes e, com isto, reduzir as ações de responsabilidade civil. Neste trabalho, serão abordados os fatores ligados à tripulação de voo e ao pessoal de manutenção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Responsabilidade Civil. Fator Humano. Manutenção

### 1 INTRODUÇÃO

A atividade aérea desenvolveu-se sobremaneira nos últimos 40 anos e este desenvolvimento se deveu principalmente aos avanços da tecnologia, que fizeram com que as aeronaves tivessem maior autonomia. A globalização, juntamente com o aumento da velocidade da informação e a competitividade do mundo empresarial

---

<sup>1</sup> Médica anestesiologista e especialista em Medicina Aeroespacial; exerceu esta função na Embraer durante 3 anos, realizando acompanhamento da saúde dos pilotos, dando instrução de Medicina Aeroespacial para tripulantes e participando das ações de Segurança de voo como membro do Comitê de Segurança de Voo Embraer. É mestranda do Curso de Mestrado Profissional em Segurança de Voo e Aeronavegabilidade Continuada do Instituto Tecnológico de Aeronáutica. irathayde@uol.com.br

<sup>2</sup> Engenheiro Eletricista e mestrando do curso de Mestrado em Segurança de Voo pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Desde de 1987 atua na área de manutenção aeronáutica da Embraer, participando e coordenando atividades de desenvolvimento do plano de manutenção de diversas aeronaves. É colaborador nos trabalhos promovidos pelo comitê internacional da Air Transport Association (ATA) visando à atualização do documento MSG-3. nogueira.mata@embraer.com.br .

corroboram para este cenário (LIMONGI-FRANÇA, 2009). Entretanto, todos estes avanços tornaram as viagens mais longas, e a possibilidade de se fazer viagens transmeridionais em curto espaço de tempo trouxeram alguns prejuízos aos indivíduos que fazem desta atividade laboral a sua rotina, como o pessoal da tripulação e da manutenção, dentre outros.

A fadiga é uma entidade patológica de difícil detecção para o leigo. Além disto, normalmente, os indivíduos relutam em admitir que estejam fatigados e sem condições para desempenhar com segurança as suas atividades, temendo sanções provenientes da empresa e o julgamento de seus pares com a perda do status, assim como a diminuição de seus honorários por estarem fora da escala.

Segundo Maslow apud Ribeiro e Pereira (2001), em sua teoria da “Hierarquia das Necessidades”, que se refere às necessidades humanas, seguindo-se às “necessidades fisiológicas”, aparecem as de “segurança”, as de “pertencer a um grupo e ser valorizado”, as de “auto-estima e reconhecimento”, as relacionadas ao “saber e a cognição” e outras mais, culminando com as de “auto-realização”. Neste contexto, o medo de serem estigmatizados pelos colegas de trabalho faz com que estes indivíduos trabalhem além do seu limite físico e psicológico, podendo, esta condição, acarretar déficit cognitivo, de memória e alentecimento das reações; fatos estes, que podem levar ao erro.

Além disto, as necessidades mercadológicas, associadas a crises e a interesses individuais, fizeram com que as empresas aéreas tivessem que priorizar a operação das aeronaves e a manutenção de suas escalas, em detrimento dos aspectos relacionados à promoção, à Saúde e à qualidade de vida no trabalho de seus tripulantes. Do ponto de vista da manutenção, Chaparro (2001), em estudo conduzido para a “Federal Aviation Administration” (FAA) e publicado no relatório DOT FAA AR-01 43, ressalta que houve um aumento significativo da necessidade de mecânicos para trabalho nas empresas aéreas; o que acarretou também uma diminuição nos requisitos necessários para contratação, por parte das empresas.

De acordo com Center of Disease Control (CDC), a partir de dados do

National Center for Health Statistics, 50% das mortes prematuras nos EUA poderiam ter sido evitadas com mudança de estilo de vida dessas pessoas (DEHART; DAVIS, 2002).

Ainda de acordo com DeHart e Davis (2002), através de informações do Departamento de defesa (DOD), a USAF, desde os anos 70, tem estimulado as ações de promoção à saúde entre seus integrantes. Desde 1985, segundo dados do autor, este Departamento instituiu em cada base aérea os chamados HAWC (Health and Wellness Center), que tem como finalidade prover melhora na qualidade de vida de empregados e familiares.

As premissas do HAWC são: abordagem terapêutica para a cessação do tabagismo, nutrição, estímulo da atividade física, gerenciamento do stress, programa para dependentes químicos, e diagnóstico precoce da hipertensão arterial, pois segundo Holt apud DeHart e Davis (2002), a causa de 50% das mortes ocorridas nos EUA entre as décadas de 30 e 60 foi a doença cardiovascular.

Segundo o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), 68% dos acidentes têm como fator contribuinte principal a falha de julgamento que, como já foi dito anteriormente, pode ser determinada pela ocorrência da fadiga. A relação entre os fatores humanos, Operacional e material é apresentada na figura 1.

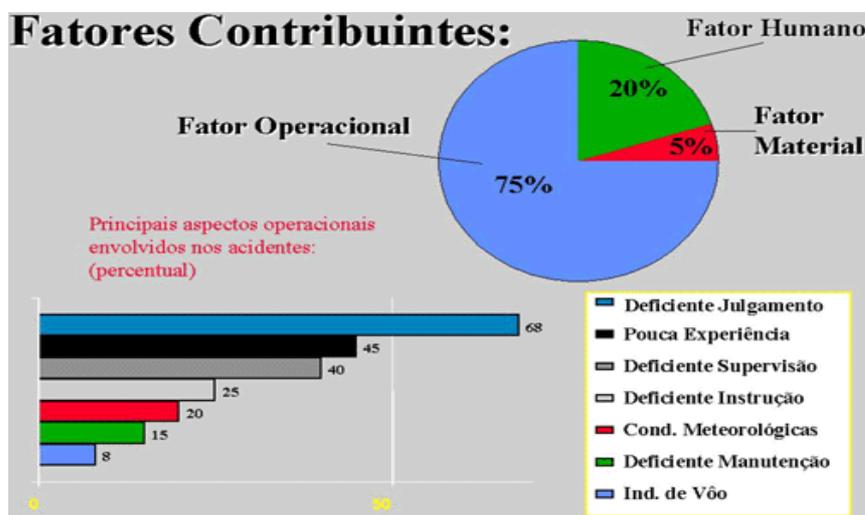


FIGURA 1: Fatores contribuintes para Acidentes no Brasil. (Fonte: CENIPA apud ANAC, 2007).

Devido a algumas ocorrências que têm se precipitado ultimamente, como, por exemplo, tripulações que passam inadvertidamente pelo aeroporto de destino, o NTSB (National Transportation Safety Board) abriu uma linha de pesquisa para analisar a incidência de fadiga nestes casos, e se as escalas realmente estão relacionadas a estes erros. (WERFELMAN, 2009)

Um exemplo desta ocorrência foi o incidente ocorrido com a aeronave da Go! Airlines, Bombardier CL-600-2B19, que no dia 13 de fevereiro de 2008 voou 48 Km além do seu destino, o Aeroporto de Hilo no Havaí, pois os dois pilotos dormiram na cockpit. Neste caso não houve danos à aeronave nem feridos, pois os pilotos acordaram e puderam retornar com segurança para o aeroporto destinado para o pouso. Entretanto, de acordo com o NTSB, o fato de não ter havido danos materiais ou físicos se deveu a dois fatores principais: o primeiro é que a aeronave tinha combustível suficiente para realizar o retorno ao aeroporto de destino, pois os pilotos acordaram a tempo; o segundo fator, é que eles dormiram por um período do voo que os possibilitou despertar três minutos apenas após passarem do aeroporto de origem. Se eles tivessem dormido momentos mais tarde, certamente teriam despertado após esses três minutos e possivelmente não teriam combustível suficiente para retornarem. Eles permaneceram adormecidos por dezoito a vinte e cinco minutos.

A justiça adota o Código Civil, dentre outros, na tratativa de delitos e atos ilícitos que ocorram no âmbito do Sistema Aeronáutico. Conforme o Código Civil em seu artigo 186, “aquele que, por ação ou omissão voluntária, negligência ou imprudência, violar direito e causar dano a outrem, ainda que exclusivamente moral, comete ato ilícito”. O código civil estabelece ainda, que “todo aquele que comete um ato ilícito que causa dano a outrem tem o dever de reparar este dano” (Código Civil, art. 927 apud FARIAS, 1999). Ou seja, todo o erro ativo ou passivo, por falta de proficiência ou falta de capacitação, pode ser passível de medida de responsabilidade.

## 2 ANÁLISE

### 2.1 Modelo de Causa de Acidentes

Um dos grandes estudiosos do fator humano desta época, o psicólogo e professor da Universidade de Manchester James Reason, postulou um modelo de causa de acidentes relacionada a questões organizacionais, que leva o seu nome e tem a designação de Modelo do Queijo Suíço. Neste modelo, James Reason define como barreiras ao erro, as fatias de um queijo suíço. As falhas seriam os furos do queijo, e o acidente ocorreria quando os furos se alinham por falhas nas barreiras.

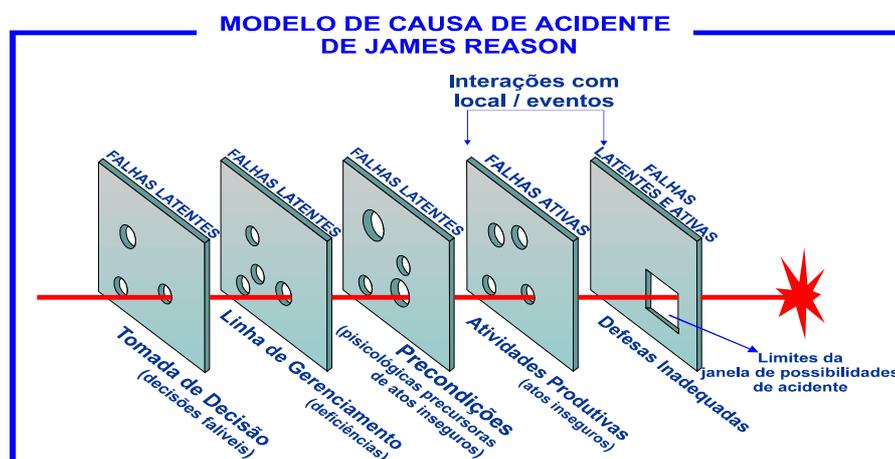


FIGURA 2: Modelo de causa de Acidentes de Reason. (Fonte: ANAC, 2007).

Foram definidas como barreiras ao erro: a tomada de decisões provenientes do alto escalão das empresas e das linhas de gerenciamento, a proteção às precondições psicológicas e fisiológicas precursoras, a minimização da ocorrência dos atos inseguros propriamente ditos e as defesas eficazes. De acordo com este modelo, a primeira proteção contra o acidente encontra-se na esfera da tomada de decisões das empresas: inicia-se nos CEO's (Chief Executive Officers) estendendo-se pelas outras escalas gerenciais. Isto significa que as decisões destes dirigentes podem ajudar a delinear ou evitar um acidente.

Outro modelo largamente utilizado para a análise de causas de acidentes é o modelo SHELL, idealizado por Edwards em 1972 e revisado por Hawkins em 1984. Ele define as relações existentes entre o ser humano, centro do sistema, e as

partes envolvidas no contexto, outros indivíduos, suporte lógico, máquina, ambiente (meio ambiente, cultura organizacional, etc); e as suas interfaces (ANAC, 2007). A figura 3, a seguir, ilustra este modelo:

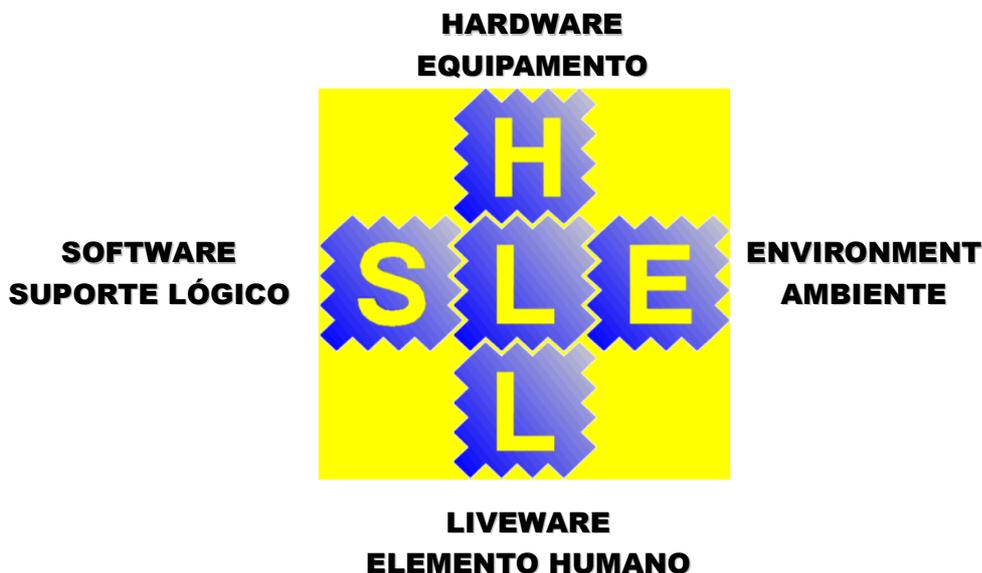


FIGURA 3: Modelo de causa de Acidentes SHELL (Fonte: ANAC, 2007).

Um breve descritivo das interfaces propostas no Modelo SHELL é apresentado a seguir (ANAC, 2007):

**Liveware-Software:** Trata-se do relacionamento entre todos os sistemas de apoio e logística, tais como: regulamentos, manuais, checklists, publicações, procedimentos operacionais padrão, sistemas de computador, etc.

**Liveware-Hardware:** Trata-se da interface entre o homem e a máquina.

**Liveware-Environment.** Envolve o relacionamento do indivíduo com o ambiente interno (temperatura, luz ambiental, ruídos, vibrações, qualidade do ar, etc) ou externo (condições meteorológicas, ilusões em voo, restrições políticas e de infraestrutura, etc).

**Liveware-Liveware.** Trata-se do relacionamento interpessoal e entre as equipes. Liderança, cooperação, interações de personalidade e de time de trabalho, incluindo nível gerencial e corporativo.

Qualquer deficiência em uma dessas interfaces poderia acarretar um erro e a partir dele um incidente ou acidente.

### 3 QUESTÕES RELACIONADAS À TRIPULAÇÃO

Inúmeras questões estão relacionadas à atividade de pilotos e comissários. De acordo com Temporal et al (2005), eles estão expostos a inúmeros fatores operacionais e individuais, que podem determinar ou agravar a fadiga.

São considerados fatores operacionais:

- Condições ambientais, como: hipóxia, disbarismos, radiação, níveis de ozônio, variação térmica, ruídos e vibrações, umidade.
- Ergonomia: Interação homem – máquina (projeto da cabine)
- Quantidade de etapas: aumento de momentos críticos do voo (decolagem, aproximação e pouso)
- Quantidade e distribuição de tarefas: gerenciamento inadequado dentro da cabine → monotonia X alta carga de trabalho
- Duração: Período prolongado = aumento do tempo de exposição ao ambiente
- Voos noturnos e transmeridionais = Alteração do ciclo sono – vigília
- Jornada de trabalho
- Meteorologia
- Comunicação: Dificuldades entre pares, comando, controle, etc (equipamentos, regionalismos, idiomas, fraseologia técnica)
- Tráfego aéreo: Peculiaridades do aeródromo, recursos, quantidade de operações de pouso e decolagens concomitantes
- Falhas materiais e operacionais

São considerados Fatores Individuais:

- Fisiológicos:

- Estado geral de saúde
- Condicionamento físico
- Descanso prévio

- Duração e qualidade do sono
- Alimentação
- Tabagismo
- Ingestão de bebidas alcoólicas
- Uso de medicamentos
- Uso de drogas ilícitas

- Psicológicos:

- Motivação intrínseca
- Estrutura psicológica
- Problemas familiares, sociais, econômicos

- Profissionais:

- Experiência
- Familiarização com aeronaves, rotas e aeródromos
- Motivação profissional
- Estrutura organizacional

Além disto, a atividade demanda capacidades como boa relação entre liderança e liderados, assertividade, pequeno power distance, processo decisório sem interferências, boa consciência situacional e comunicação clara.

Todos estes fatores descritos podem, de forma isolada ou associados, abalar a segurança de vôo.

#### **4 ASPECTOS RELACIONADOS À MANUTENÇÃO**

Segundo Payne (2006), estima-se que os erros de manutenção estiveram presentes em aproximadamente 12% dos maiores acidentes. Segundo o mesmo autor, 50% dos atrasos e cancelamentos relacionados a problema de motor são causados por problemas de manutenção.

Os erros de manutenção são um fenômeno que tem causado grandes perdas financeiras. Podem causar queda de aeronaves, injúrias e morte de pessoas. De acordo com Reason (2002), este fenômeno é pouco compreendido e estudado, e não chama a atenção nas páginas de jornal.

Conforme Chaparro (2001), à medida que se aumentou a demanda por vôos e pela disponibilidade das aeronaves, cresceu a pressão sobre o setor de manutenção para liberação das aeronaves no tempo requerido. Isto abre uma oportunidade para que o erro humano aconteça, aumentando as chances de acidentes ou incidentes.

Apesar de ser uma área bastante regulamentada, sabe-se que fatores como valores individuais, qualidade de treinamento, qualidade da informação, culturas organizacionais e sociais têm um alto grau de influencia no desempenho da manutenção. Pesquisas demonstram que parte dos mecânicos não costumam seguir procedimentos padronizados para a realização do trabalho, porque consideram que existe uma maneira mais fácil ou uma maneira mais rápida de executar o procedimento de manutenção. O erro de manutenção também pode ocorrer quando o mecânico realiza corretamente os passos descritos no procedimento de manutenção, porém estas informações não estão atualizadas ou coerentes com a realidade da aeronave.

De acordo com estudo conduzido pela Civil Aviation Authority (CAA-2009) os erros de manutenção estavam principalmente relacionados a procedimentos incorretos de manutenção, manutenções incompletas ou falta de controle e gerenciamento, como mostra a Figura 4 a seguir.

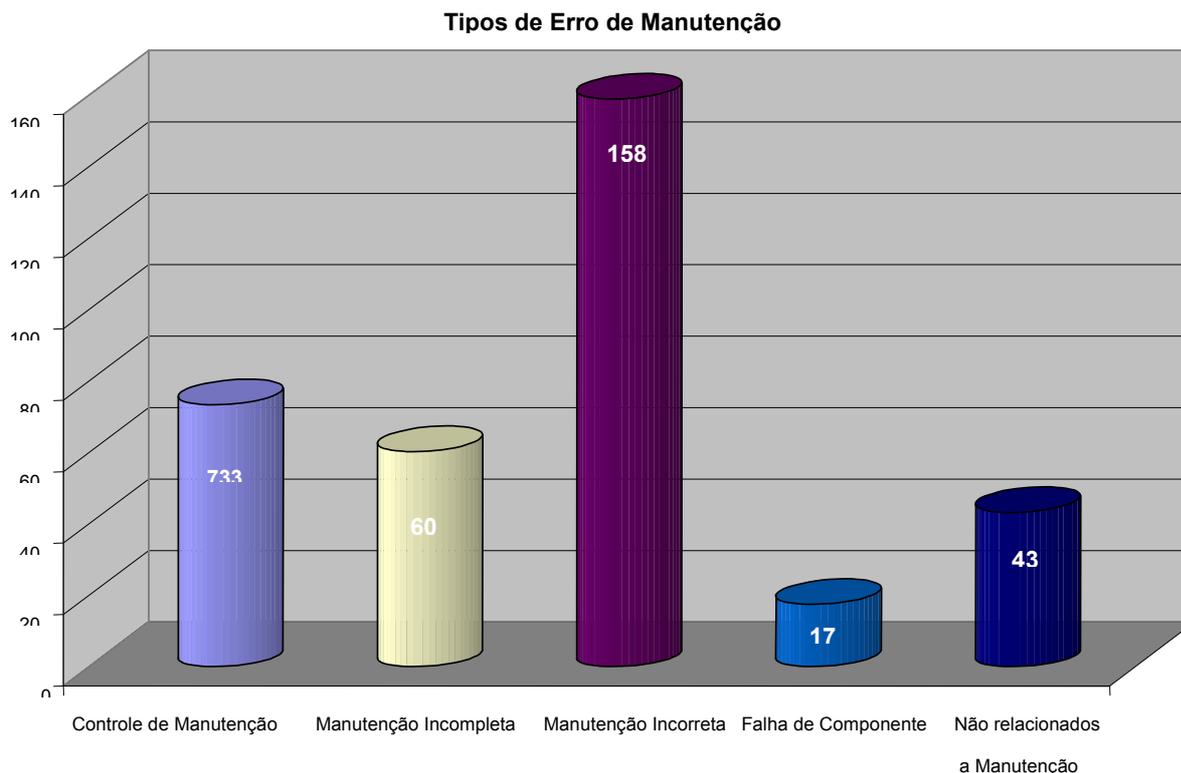


FIGURA 4: Causas de erros de Manutenção (Adaptado de CAA, 2009)

- Controle de Manutenção – Erro atribuído a um sistema de controle de manutenção ineficaz.
- Manutenção incompleta – Evento onde a atividade de manutenção foi encerrada prematuramente e de forma inadequada.
- Manutenção Incorreta – Evento em que o procedimento de manutenção foi completado, mas não atingiu o seu objetivo devido à ação ou à missão do mecânico.

Conforme mostrado na Figura 5 abaixo, este mesmo estudo identificou um segundo nível de classificação dos erros.

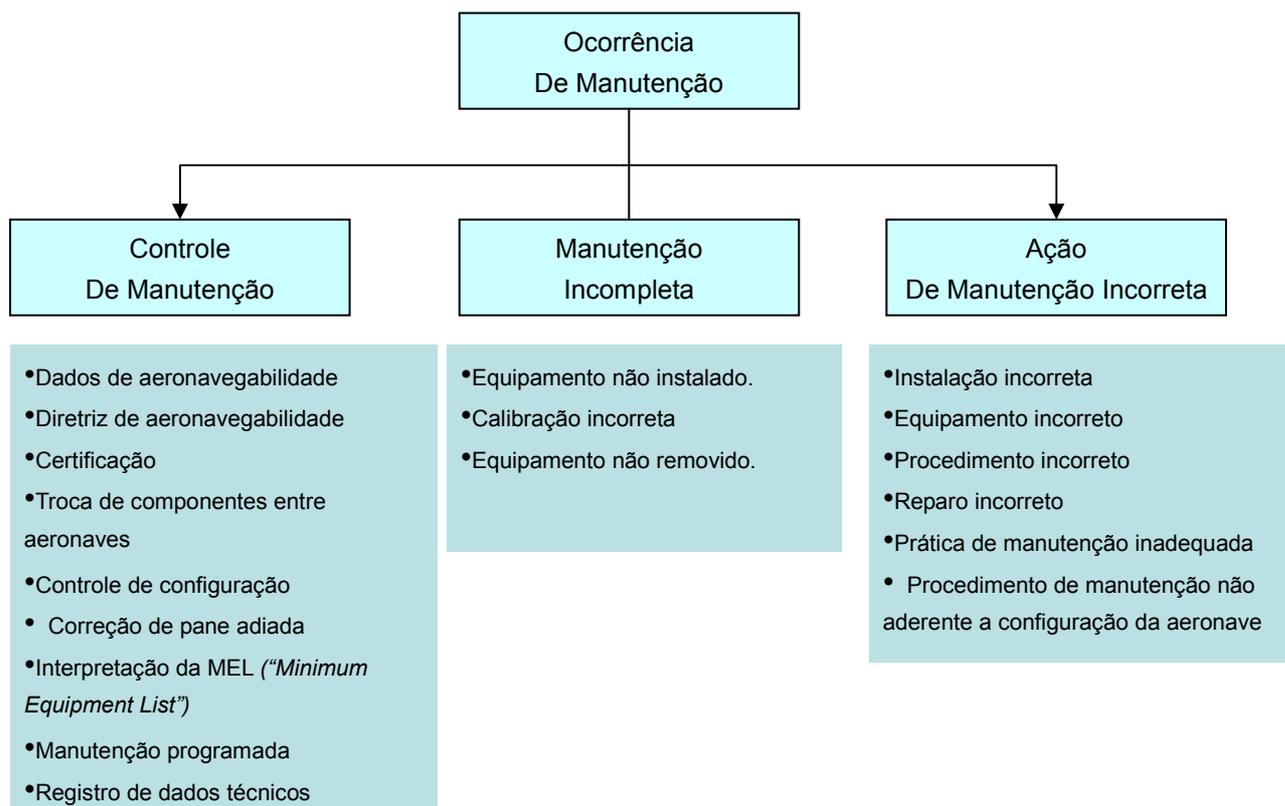


FIGURA 5: Descrição das Causas de erros de Manutenção (Adaptado de CAA, 2009)

Segundo Russel (1999), os principais fatores que levam à ocorrência destes erros estão ligados aos seguintes aspectos:

- Culturais: Valores internos que podem valorizar a autoconfiança e conhecimento e a não necessidade de seguir os procedimentos estabelecidos, quando sob pressão do tempo.
- Relacionados aos Procedimentos: Erros e dificuldades de execução do procedimento.
- Relacionados à Comunicação: Ausência de comunicação em caso de dúvidas ou interpretação errônea.
- Relacionados a Mudanças de turnos: Falta de atualização sobre o status do trabalho.
- Ambientais: Ruído, temperatura, pressão do tempo, dificuldades de acessos.

- Relacionados à Supervisão: Falta de acompanhamento e planejamento adequado das tarefas.
- Relacionados a Ferramentas: Falta de ferramenta recomendada, ou ferramentas sem a aferição devida.
- Organizacionais: Gerenciamento inadequado da cultura e valores da empresa.
- Psicológicos: Desgaste físico ou mental ou ainda desgaste moral e falta de motivação

Outro fator potencial no erro de manutenção é a informação técnica usada para guiar as operações de manutenção. Segundo Vasconcelos (2006), mesmo que os procedimentos a serem seguidos pelos técnicos de manutenção da aeronave sejam elaborados por pessoas qualificadas, estes procedimentos são susceptíveis a erros. Esses erros podem ser ocasionados por vários fatores, inclusive por fatores humanos.

A contribuição potencial da documentação técnica para o erro de manutenção é observada também em estudo do FAA, que menciona: “O mais importante é que as informações de manutenção sejam claras e inteligíveis para o público alvo, mecânicos e inspetores que executam as tarefas de manutenção programada, fazem diagnósticos e reparam as discrepâncias da aeronave” (FAA, 2006).

Um relatório de investigação da Air Accidents Investigation Branch (AAIB, 2007) relata um incidente que exemplifica todos estes detalhes. O incidente aconteceu em primeiro de Junho de 2004, com um Boeing 777-236 da British Airways: depois da decolagem do Aeroporto Heathrow, em Londres, um rastro de vapor de combustível foi visto saindo da parte de trás da asa da aeronave. A tripulação de voo diagnosticou um provável vazamento no tanque central da asa; declarou situação de emergência e decidiu alijar combustível para reduzir o peso máximo de pouso antes de retornar ao aeroporto de Heathrow. O incidente foi causado pelo vazamento de combustível através da porta de sangria de combustível

(purge door), localizada na longarina traseira do tanque central da asa que estava aberta. A porta havia sido removida durante a manutenção executada na organização de manutenção do operador em Cardiff, entre dois e dez de maio de 2004, e não havia sido recolocada antes do retorno da aeronave ao serviço. A investigação identificou os seguintes fatores causais:

1. O tanque central da asa foi fechado, sem garantir que a porta estava no local.
2. Quando a porta foi removida, cartões de trabalho deviam ter sido preparados para indicar a remoção e a remontagem da porta, mas tais cartões não foram criados.
3. Durante a inspeção da asa não foi verificado que a porta estava aberta, porque:
  - a. a “purge door” não estava mencionada na documentação do fabricante da aeronave “Aircraft Maintenance Manual” (AMM), que estabelece o procedimento de drenagem e de verificação de vazamento do tanque central de combustível;
  - b. sem nenhum registro de remoção da porta, a inspeção visual quanto a vazamentos não incluiu a inspeção de vazamento por esta porta; e
  - c. a quantidade de combustível requerida para teste de vazamento através da “purge door” estava com valor incorreto no AMM.
4. O conhecimento sobre a existência desta porta no Boeing 777 era pequeno entre os funcionários da equipe de manutenção, devido em parte, à ausência de referências no AMM.

## **5 A RESPONSABILIDADE CIVIL EM FOCO**

A responsabilidade do transportador por danos ocorridos durante a execução do contrato de transporte de passageiro ou de carga, tanto no âmbito do transporte doméstico como internacional, está sujeita respectivamente aos limites

estabelecidos no Código Brasileiro de Aeronáutica (artigos 257, 260, 262, 269 e 277) e no chamado Sistema de Varsóvia (Convenção de Varsóvia, Protocolo de Haia, Convenção de Guatemala (1971) e os Protocolos Adicionais 1, 2, 3 e 4 todos de Montreal). Ou seja, no Brasil, o direito aeronáutico é regulado pelos Tratados, Convenções e Atos Internacionais de que o Brasil seja parte, pelo Código Brasileiro de Aeronáutica - lei 7.565, de 19.12.86 - e pela legislação complementar, ressaltando o Código de Defesa do Consumidor e o Código Civil (FARIAS, 1999).

No âmbito da responsabilidade civil do transporte aéreo, encontram-se os seguintes aspectos: responsabilidade por dano a passageiro, responsabilidade por dano à bagagem, responsabilidade por dano à carga, responsabilidade por danos em serviços aéreos gratuitos e responsabilidade para com terceiros na superfície.

É fundamental neste contexto, ressaltar a figura do comandante, definido no Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA) como:

[Sendo o] responsável pela operação e segurança da aeronave e também responsável pela guarda de valores, mercadorias, bagagens despachadas, mala postal, desde que lhe sejam asseguradas pelo proprietário ou explorador condições de verificar a quantidade e estado das mesmas [exercendo] a autoridade inerente à função desde o momento em que se apresenta para o voo até o momento em que entrega a aeronave, concluída a viagem. Durante esse período o comandante exerce autoridade sobre as pessoas e coisas que se encontrem a bordo da aeronave. (BRASIL, 1986).

O piloto em comando de uma aeronave civil é responsável pela verificação das condições da aeronave quanto à segurança do voo, o qual deve descontinuar o voo quando ocorrerem problemas de manutenção ou estruturais, degradando a aeronavegabilidade da aeronave. Para que ele possa exercer todas as responsabilidades a ele impostas sem riscos, o transportador deve certificar-se e cuidar de sua integridade física e psicológica, para que, de uma fragilidade destes dois aspectos, não advenham um erro com consequências financeiras, por danos materiais e de imagem (exemplificando custos seguráveis e não seguráveis respectivamente), desastrosas para a empresa. Mesmo que nos casos descritos

anteriormente não tenha havido a intenção de causar dano, “cabe ao operador pagar indenização pelo cometido pelos seus prepostos” (FARIAS, 1999).

Além dos aspectos ligados à operação das aeronaves, o dono da empresa está sujeito a demanda de responsabilidade civil por acidentes resultantes de negligência na manutenção. Abaixo segue uma lista das responsabilidades inerentes ao proprietário:

- Ter na aeronave um Certificado de Aeronavegabilidade válido e o Certificado de Registro da Aeronave;
- Manter a aeronave em condições aeronavegáveis, incluindo o cumprimento de todas as Diretrizes de Aeronavegabilidade (DA);
- Assegurar que ações de manutenção estão corretamente registradas;
- Manter-se atualizado em relação aos regulamentos de manutenção e operação da aeronave;
- Notificar a autoridade sobre qualquer mudança de seu endereço, ou sobre a venda ou exportação da aeronave; e
- Garantir as coberturas de seguro obrigatório.

Se o proprietário da aeronave contrata uma empresa de manutenção para executar a manutenção de sua aeronave, a responsabilidade sobre erros passa a ser, também, da empresa contratada.

De acordo com artigo 66 do CBA,

Compete à autoridade aeronáutica promover a segurança de voo, devendo estabelecer os padrões mínimos de segurança relativos à inspeção, manutenção em todos os níveis, reparos e operação de aeronaves, motores, hélices e demais componentes aeronáuticos. (BRASIL, 1986).

Com isso, além da autoridade, os principais responsáveis pela correta manutenção são o fabricante da aeronave e a empresa aérea ou empresa de manutenção. O proprietário ou o operador de uma aeronave é, primariamente, o responsável pela conservação dessa aeronave em condições aeronavegáveis -

RBHA-91.403(a). A aeronave está aeronavegável quando está de acordo com o certificado de tipo e em dia com o cumprimento dos requisitos de manutenção e das Instruções de Aeronavegabilidade Continuada (ICA) estabelecidas para a aeronave.

## 6 DISCUSSÃO

O mundo globalizado traz algumas consequências, influenciadas pelo aumento da tecnologia e pelo ritmo acelerado. Uma destas consequências é o aumento da carga de trabalho e, conseqüentemente, do stress relacionado a aspectos como fadiga, ergonomia, gestão empresarial e produtividade. Todos estes fatores afetam a qualidade de vida no trabalho.

Segundo Handy (apud LIMONGI-FRANÇA, 2009), psicólogo organizacional, “se o progresso econômico significa que nos tornamos meras engrenagens de uma grande máquina, então o progresso é uma falsa promessa”.

Segundo Limongi-França (2009), “as organizações surgiram para solucionar coletivamente aquilo que individualmente não podemos alcançar”; mas muitas vezes passamos a fazer parte desta engrenagem, invertendo a teoria original das organizações. O desafio no que se refere à qualidade de vida no trabalho é ter que repensar a vida no trabalho, resgatando a idéia inicial de crescimento humano pleno, de forma que as condições dadas levem a este desenvolvimento humano e não à restrição da vida no trabalho. (LIMONGI-FRANÇA, 2009)

Esta restrição, juntamente com o descontentamento e todos os demais aspectos descritos neste artigo, pode levar ao erro e à deterioração da segurança de voo, que é o objetivo dos todos que fazem parte deste sistema chamado aviação.

De acordo com as Figuras 2 e 3, relacionadas aos modelos de causas de acidente tanto no âmbito organizacional como no individual, todos tem participação na ocorrência de acidentes e incidentes. Portanto é responsabilidade de todos zelar para que os fatores predisponentes não se precipitem, evitando assim ocorrências que poderiam gerar ações de responsabilidade civil contra as empresas, sejam elas

fabricantes, de operação ou de manutenção; além das perdas de amigos parentes e do capital intelectual destas próprias empresas.

Os dados apresentados nas Figuras 1, 4 e 5 reforçam muito bem esta afirmação, mostrando as causas de erros e acidentes.

## **7 CONCLUSÃO**

De acordo com a teoria de James Reason e de outros pesquisadores abordados neste trabalho, acredita-se que a decisão, por parte das altas direções das empresas do ramo aeronáutico, de instituir Programas de Promoção à Saúde eficientes para tripulantes e mecânicos de manutenção poderia minimizar a ocorrência de condições fisiológicas ou psicológicas precursoras dos atos inseguros. A instituição de ações de promoção à saúde demonstra ser uma medida eficaz para a manutenção da segurança de voo, uma vez que fortalece as três primeiras barreiras impostas ao erro, de acordo com o modelo de Reason.

A Qualidade de Vida no Trabalho deve ser tratada em função do novo cenário empresarial e estilo de vida dos indivíduos frente às novas exigências. É importante considerar a capacidade de adaptação de cada um, assim como personalidade, cargo, expectativas e ambiente empresarial - intenso, competitivo, extremamente veloz, de alta tecnologia (LIMONGI-FRANÇA, 2009). Deve-se atentar para a inserção do trabalhador no contexto social e produtivo, provendo assim, bem estar às pessoas no ambiente de trabalho, eliminando-se riscos e acidentes. Como consequência, evita-se gastos com ações de responsabilidade civil.

O esforço coletivo e a conscientização de operadores, fabricantes, empresas de manutenção e profissionais de saúde são fundamentais para que se alcance êxito nesta seara.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC. **Treinamento para Facilitador em CRM [apostila]**. In: Treinamento para Facilitador de CRM. Superintendência de Estudos, Pesquisas e Capacitação para a Aviação Civil. Agência Nacional de Aviação Civil. São José dos Campos, SP, 2007.
- AIR ACCIDENTS INVESTIGATION BRANCH (Reino Unido). **Aircraft Incident Report No: 2/2007 (EW/C2004/06/01)**. 2007. Disponível em:< <http://www.aairb.gov.uk/>>. Acesso em: 24 mar. 2010.
- BRASIL. Lei 7.565 , de 19 de dezembro de 1986. **Código Brasileiro de Aeronáutica**.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. **RBHA-91: Regras Gerais De Operação Para Aeronaves Civis**. Brasília-DF, 2005.
- CIVIL AVIATION AUTHORITY (Reino Unido). **CAA Paper 2009/05 - Aircraft Maintenance Incident Analysis**. 2009. Disponível em:< <http://www.caa.co.uk/docs/> >. Acesso em: 24 mar. 2010.
- CHAPARRO, A. **Survey of Aviation Maintenance Technical Manuals**. FAA DOT FAA AR-01 43, 2001
- DEHART, R. L.; DAVIS, J. R. **Fundamentals of Aerospace Medicine**. 3.ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2002.
- ESTADOS UNIDOS Departamento de Defesa. **Directive 1010.10: Health Promotion**, 1986.
- ESTADOS UNIDOS. Departamento de Saúde e Serviço Social. **Healthy people 2000: midcourse review and 1995 revisions**. Jones & Bartlett Publishers, 1996
- FARIAS, H. C. **Noções elementares de Direito Aeronáutico**. Associação Brasileira de Direito Aeronáutico e Espacial: Rio de Janeiro, 1999.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (Estados Unidos). **Human Factors in Aviation Maintenance Manual**. 2006. Disponível em:< <http://www.hf.faa.gov/opsmanual>>. Acesso em: 24 mar. 2010.
- HELMREICH, R. L., MERRITT, A. C., WILHELM, J. A. The evolution of Crew Resource Management training in comercial aviation. **International Journal of AviationPsychology**, v. 9, n.1, p. 19-32, 1999.
- HOLT, G. W.; TAYLOR, W. F.; CARTER, E. T. Airline pilot disability: the continued experience of a major US airline. **Aviat. Space Environ. Med.**, v. 56, n. 10, p. 939-44, out. 1985.
- LIMONGI-FRANÇA, A. C. **Qualidade de Vida no Trabalho**. Associação Brasileira de Qualidade de Vida. São Paulo, 2009. Apostila
- RIBEIRO, S. L. O.; PEREIRA, M. C. **Voos da Psicologia no Brasil: estudos e práticas na aviação**. Rio de Janeiro: DAC: NuiCAF, 2001.
- RUSSEL, S. G. **Factors influencing Human Errors in Military Aircraft Maintenance**. IEE Conf. Pub., p. 263-269, 1999

TEMPORAL, W. et al. **Medicina Aeroespacial**. Rio de Janeiro: Luzes – Comunicação, Arte & Cultura, 2005.

VASCONCELOS, Alexander Augustus Maia de. **Os procedimentos de manutenção de aeronaves e suas relações com a segurança de vôo**. São José dos Campos: CTA/ITA, 2006.

WERFELMAN, L. Asleep at the Wheel. **Flight Safety Foundation Magazine**, p. 24-28, set 2009.

PAYNE, Nicholas. **Research to identify the types of maintenance tasks being completed from memory by B1 licensed aircraft engineers in the UK and the reasons for this memory usage**. Dissertação (MSC in Human Factors and Safety Assessment in Aeronautics). Universidade de Cranfield, 2006.

## **CIVIL LIABILITY AND AERONAUTICAL COMPANIES: ASPECTS OF HUMAN FACTORS**

**ABSTRACT:** The civil liability related to the aeronautical branch has been a subject extensively discussed since the Convention of Warsaw in 1929, when the air transportation was regulated world-wide. However, the questions around this subject normally enclose only the aspects that refer to the relationships between the airlines and the end-users. The objective of this article is to discuss aspects of civil liability applied to the Airlines, Manufacturers and Authorities, particularly with respect to the importance to promote health and welfare of the people of these entities, aiming at safety and improvement of quality of life at work, thus preventing the occurrence of deviations and errors that could cause accidents or incidents and, consequently, reducing the number of civil liability actions for damages. This work will focus on factors related to the aircrew and maintenance staff.

**KEYWORDS:** Civil liability. Human Factors. Maintenance.

## **A IMPLANTAÇÃO DO TRANSPORTE AÉREO REGULAR DE HELICÓPTEROS NA BACIA DE SANTOS: REFLEXOS NA TERMINAL RIO – SÃO PAULO**

Luiz Antonio Cauduro Sosa – D.Sc.<sup>1,2</sup>

Artigo submetido em 10/02/2010.

Aceito para publicação em 19/03/2010.

**RESUMO:** o presente artigo tem por finalidade apresentar o panorama do transporte aéreo na Bacia de Campos usando essa experiência para implantação de transporte similar na Bacia de Santos e as soluções dos possíveis reflexos dessa atividade nas terminais aéreas do Rio de Janeiro e de São Paulo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aeródromo. Heliporto. Offshore.

### **1 INTRODUÇÃO**

As atividades petrolíferas em águas profundas iniciaram-se a partir de 1974 quando se descobriu petróleo na Bacia de Campos. Atualmente é a principal província petrolífera do Brasil, localizada na costa norte do Estado do Rio de Janeiro, estendendo-se até o sul do Estado do Espírito Santo, entre os paralelos 21 e 23 Sul, na região Sudeste do país, possuindo aproximadamente 100 mil quilômetros quadrados. Seu limite, ao norte, com a Bacia do Espírito Santo, ocorre no Alto de Vitória; ao sul, com a Bacia de Santos, ocorre no Alto de Cabo Frio.

Entretanto, a atividade exploratória só começou em agosto de 1977, com a segunda descoberta, campo de Enchova, em lâmina d'água de 120 metros.

Para possibilitar a exploração do petróleo sob o mar foi implantada, desde aquela época, uma infra-estrutura para o apoio logístico necessária ao

---

<sup>1</sup> Bacharel em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras – Resende (RJ). Mestre e Doutor em Ciências Militares. Bacharel em Administração. Piloto de helicóptero da Aviação do Exército. Atuou na prevenção e investigação de acidentes aeronáuticos e na área de logística de aviação, particularmente na realização de testes pós-manutenção das aeronaves. Atualmente trabalha como Piloto de EC 225 da empresa BHS, sediada em Macaé - RJ. lacauduro@gmail.com .

<sup>2</sup> Este trabalho foi originalmente apresentado como trabalho de conclusão do Curso de Gerência Executiva de Transporte e Mobilização na Universidade Católica de Brasília. Orientador: Prof. CEL Res/EB César Augusto Rodrigues Lima. Co-Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Mara Silvia André Ewbank.

funcionamento das unidades de produção instaladas ao longo do litoral, destacando-se neste contexto a infraestrutura aeroportuária que tem permitido a utilização dos helicópteros como meio de transporte na ligação entre o continente e as plataformas.

A divulgação feita pela Petrobras da descoberta de petróleo em águas profundas em áreas do litoral do Rio de Janeiro e de São Paulo trouxe o foco do interesse pela área conhecida como Bacia de Santos. Esta, também localizada na plataforma continental brasileira, estendendo-se desde a sua vizinha do norte a Bacia de Campos até seu limite sul, onde começa a Bacia de Pelotas, na altura de Florianópolis, abrangendo uma área de cerca de 352 mil quilômetros quadrados até a cota batimétrica 3000m, sendo portanto, cerca de 3,5 vezes maior que a Bacia de Campos.

Para o atendimento da logística nessa nova área será necessário implantar, também, um sistema de transporte de helicópteros observando-se a experiência das operações Offshore acumuladas ao longo dos anos na Bacia de Campos.

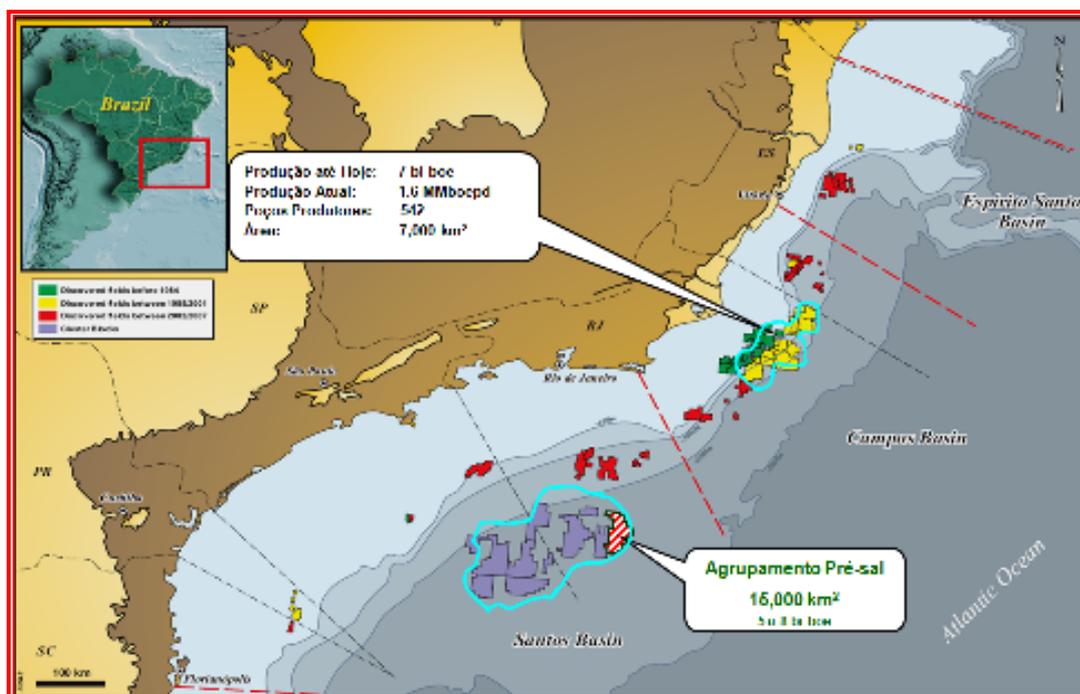


FIGURA 1 – Bacias de Campos e de Santos  
Fonte: Diário online (2008).

## **2 A EXPERIÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DOS HELICÓPTEROS NA BACIA DE CAMPOS**

A Bacia de Campos é uma bacia sedimentar com aproximadamente 100 mil km<sup>2</sup> abrangendo uma área terrestre e marítima que se estende do Estado do Espírito Santo (próximo a Vitória) até Arraial do Cabo, no litoral norte do Estado do Rio de Janeiro. Sua abrangência está fora da área de influência compreendida pela Terminal Rio de Janeiro.

Na área de interesse estão as cidades de Campos, Carapebus, Macaé, Quissamã, Rio das Ostras, Búzios, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Casimiro de Abreu, Conceição de Macabu, São Francisco do Itabapoana, São João da Barra e São Pedro D'Aldeia.

O transporte de helicópteros na Bacia de Campos iniciou-se a partir do aeródromo de Macaé - RJ, de onde partem as aeronaves que transportaram 49.763 passageiros/mês (dados de Dez 2006) e 213.056 toneladas de carga/mês totalizando 2.343 vôos (dados de Jan/2007) para atender 40 unidades de produção de petróleo (PETROBRAS, 2008)

Ao longo do tempo esse volume de tráfego apresentou sinais de saturação, fazendo com que o número de pousos e decolagens chegasse próximo do limite de 20.000 anuais

A dependência do Aeródromo de Macaé e o conseqüente aumento do tráfego elevaram o risco das operações aéreas, o que poderia comprometer o apoio logístico necessário ao prosseguimento das atividades de exploração de petróleo. Nesse contexto, buscaram-se soluções que permitissem o crescimento do tráfego aéreo, sem comprometer o nível de segurança de voo das aeronaves e das pessoas e o atendimento da demanda aliado a redução dos custos (PETROBRAS, 2008).



FIGURA 2 – Bacia de Campos  
Fonte: Agência Nacional do Petróleo (2008).

Em 26 de agosto de 1998 foi inaugurado o heliporto de São Tomé com objetivo de ampliar as possibilidades de acesso dos trabalhadores às plataformas da Bacia de Campos e de reduzir os custos de transporte dos mesmos. O heliporto, situado no balneário de Farol de São Tomé atua, desde então, em complemento ao aeródromo de Macaé, como base para pousos e decolagens de helicópteros que também realizam o transporte de passageiros e de cargas do continente para as plataformas marítimas e vice versa. Desde a sua inauguração vem recebendo investimentos para sua ampliação e melhora da sua infraestrutura.

Na época em que foi feito esse estudo, a Petrobras contava com uma frota de 37 helicópteros operando nas ligações do continente às plataformas offshore para atender a demanda logística necessária às unidades de produção da Bacia de Campos até uma distância de 300 km mar adentro (PETROBRAS, 2008).

### 3 A IMPLANTAÇÃO DO TRANSPORTE AÉREO REGULAR DE HELICÓPTEROS NA BACIA DE SANTOS

A Bacia de Santos é uma bacia sedimentar localizada na plataforma continental brasileira. Estende-se desde o litoral sul do estado do Rio de Janeiro até o norte do estado de Santa Catarina, abrangendo uma área aproximada de 352 mil km<sup>2</sup>.

Em consequência da sua dimensão fez-se necessário a sua divisão em áreas de produção que atendessem a demanda facilitando a descentralização dos investimentos (PETROBRAS, 2008). As áreas a serem exploradas ficaram assim divididas:

- Pólo Mexilhão;
- Pólo Merluza;
- Pólo BS-500;
- Pólo Centro; e
- Pólo Sul.



FIGURA 3 – Divisão da Bacia de Santos

Fonte: Gasnet (2008).

A área é três vezes e meia (3,5) maior que a da Bacia de Campos podendo-se presumir um aumento proporcional do número de helicópteros ao final da instalação de toda a infraestrutura logística, ou seja, pelo menos 120 helicópteros somente para atender as atividades offshore da Bacia de Santos, isto se não forem confirmados aumentos nas quantidades de petróleo e gás, inicialmente estimadas.

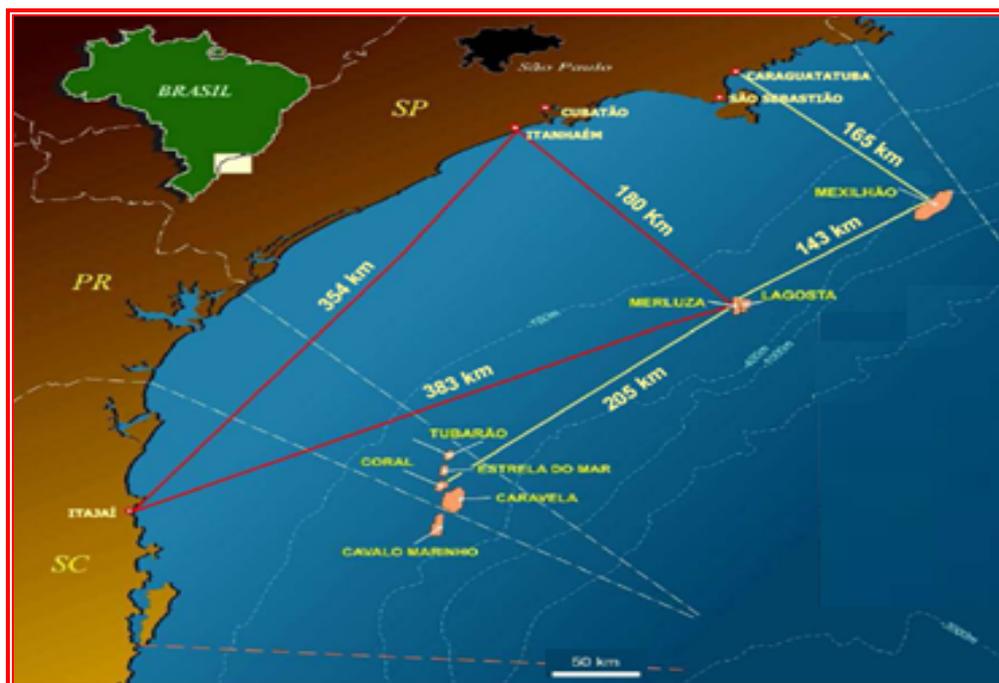


FIGURA 4 – Distâncias do litoral das áreas de prospecção  
Fonte: PETROBRAS

Nessa bacia existem campos petrolíferos em produção e grandes reservas por serem exploradas. Dentre eles destacam-se: Tupi (localizado a 250 quilômetros da costa do Rio de Janeiro), Merluza (localizado a 200 quilômetros de Santos), Mexilhão (140 quilômetros de São Sebastião - São Paulo), BS-500 (localizado a 160 quilômetros da cidade do Rio de Janeiro), Sul (localiza-se a 200 quilômetros da costa dos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina) e Centro (localizado a 250 quilômetros da costa dos estados de São Paulo e do Rio de Janeiro)

O negócio do petróleo e gás na Bacia de Santos impõe desta vez, a exploração e o apoio logístico a distâncias que poderão chegar a mais de 300

quilômetros de distância da costa, uma situação bem diferente daquela encontrada na Bacia de Campos. Em terra, é reservada a função de sediar atividades de apoio para operações realizadas em alto mar (offshore).

Por ser uma área que abrange mais de um estado da Federação há necessidade da utilização de aeródromos que atendam às necessidades logísticas das unidades de exploração a serem distribuídas ao longo dos campos petrolíferos e permitam o fluxo de aeronaves de asas rotativas com segurança, com as características dessa Bacia.

Já existem aeródromos, ao longo do litoral daqueles Estados, que podem ser utilizados como pontos de origem e bases de operação dos helicópteros que irão apoiar a demanda logística para a exploração do petróleo. (ANAC, 2008).

Destes destaca-se o do município de Itanhaém – SP que possui a sede do único aeroporto civil do litoral, aeroporto estadual Antonio Ribeiro Nogueira Junior, para atender ao mercado de petróleo e gás. Desde junho de 2006, as operações de vôos offshore realizadas com os helicópteros de uma das empresas que atendem a Petrobras, tiveram um aumento considerável. Passaram de seis para vinte e cinco vôos semanais, em média, no transporte de técnicos e carga à plataforma de merluza (ITANHAÉM, 2007).

De acordo com a Petrobrás, já há uma previsão da ampliação do aeroporto em função da necessidade de aumentar a extração atual da reserva marítima, de um milhão de m<sup>3</sup> diários de gás para chegar, a partir de 2010, a 30 milhões de m<sup>3</sup>/dia e a de óleo 100 mil bpd, um volume equivalente ao que o País compra hoje, por dia, da Bolívia

Os investimentos serão da ordem de US\$ 18 bilhões nos próximos 10 anos com a implantação de 14 de um total de 50 plataformas de produção nos cinco polos da Bacia de Santos e a expectativa é de contínuo crescimento.

Para se ter uma idéia, em relação aos voos e decolagens, segundo levantamento do Departamento Aeroviário do estado de SP (DAESP), até abril de 2007, foram realizados 2.332 pousos e decolagens (ITANHAÉM, 2007).

A previsão otimista para se retirar petróleo e gás de maiores profundidades só deverá ocorrer a partir de 2014.

Nas plataformas da Bacia de Santos localizadas no litoral do Rio de Janeiro poderão ser utilizados aeródromo/aerportos de maior porte como: Galeão, Santos Dumont, Afonsos e de Santa Cruz, os quais já possuem infraestrutura e podem ser utilizados no apoio às plataformas.

Entretanto haverá necessidade de investimentos em infraestrutura aeroportuária nos principais municípios ao longo do litoral: Parati e Angra dos Reis, no litoral do Rio de Janeiro; Ubatuba, São Vicente, Praia Grande, Itanhahém e Santos, no litoral de São Paulo; Paranaguá, no Paraná; Navegantes, Joinville e Florianópolis, em Santa Catarina, ou outros locais nesses mesmos estados de forma a facilitar ou melhorar não só o tráfego das Terminais Rio e São Paulo como também para permitir o suporte logístico dos helicópteros às plataformas.

#### **4 AS TERMINAIS AÉREAS (TMA) DO RIO DE JANEIRO E SÃO PAULO**

A terminal aérea do Rio de Janeiro caracteriza-se por um cilindro vertical com 54 milhas náuticas de raio a partir do Galeão até uma altura de 19.500 pés. Tal área engloba o litoral do Estado do Rio de Janeiro, de Cabo Frio a Angra dos Reis, ou seja, os principais aeródromos citados anteriormente com estrutura bem definida.

No caso de São Paulo a caracterização da terminal baseia-se em dois cilindros justapostos, cuja visão vertical lembra o número 8. O menor deles tendo como seu centro a cidade de Campinas - SP, com 27 milhas náuticas de raio e uma altura de 7.500 pés e o outro, com o centro em Congonhas - SP, com 42 milhas náuticas de raio e uma altura de 14.500 pés. Este último engloba o litoral de São Paulo de Peruíbe à região 40 km a nordeste de Bertioga<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> AIS WEB. Disponível em:< <http://www.aisweb.aer.mil.br/aisweb/>>



FIGURA 5 – Terminais aéreas Rio de Janeiro e São Paulo

Fonte: GEOATLAS (2006).

Nessas áreas terminais está concentrado o maior tráfego de aviões e de helicópteros do Brasil.

De acordo com a Agência Nacional de Aviação (ANAC), o número de helicópteros no Estado de São Paulo saltou de 374 para 528 entre 1999 e Jun 2009, fazendo da cidade a capital mundial das asas rotativas, à frente de Tóquio e Nova York. [...] Analistas afirmam que outros 83 helicópteros devem se somar à frota da cidade até 2010. (ANAC, 2009).

Há, na capital paulista, 260 helipontos e pelo menos seis grandes heliportos. Até 2010, o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA) estima que a cidade ganhe mais 80 aeronaves, o que significa um crescimento de 17% da frota. Em número de aeronaves, São Paulo ainda está atrás da frota de Nova York. Mas, lá, a maior parte dos helicópteros é de propriedade de empresas prestadoras de serviços. Em São Paulo, o crescimento registrado é de helicópteros de propriedade de particulares (JULIANO, 2008).

Uma solução encontrada para manter elevado o nível de segurança de voo

e o controle de tráfego dentro da terminal foi instituir para os helicópteros um controle específico, solução inédita no mundo.

Segundo dados da Associação Brasileira de Pilotos de Helicóptero (Abraphe), o número de aeronaves só vem crescendo nos últimos 10 anos e a tendência é continuar a crescer. Em 1996, havia 547 helicópteros registrados no Brasil. Em 2007, este número quase que dobrou e atualmente, são 1.255 aeronaves sobrevoando o País, sendo 528 apenas em São Paulo. Em pouco mais de uma década, o número de equipamentos ultrapassou o dobro.

A quantidade de registros por ano, que girava em torno de 50, continua crescendo, de acordo com números fornecidos pela ANAC (2009)

Embora não estejam localizados nas terminais Rio de Janeiro e São Paulo as localidades de Parati e Angra dos Reis, no litoral do Rio de Janeiro; Ubatuba, São Vicente, Praia Grande, Itanhahém e Santos, no litoral de São Paulo necessitarão de investimentos na sua infraestrutura aeroportuária a fim de atender a demanda crescente da frota que apoiará as plataformas da Bacia de Santos.

Diferentemente da Bacia de Campos, a Bacia de Santos localiza-se numa região relativamente próxima ao das terminais aéreas do Rio de Janeiro e de São Paulo. Nestas concentra-se o tráfego aéreo mais intenso do País, composto pelo tráfego aéreo regular e pelo número de helicópteros que sobrevoam a cidade de São Paulo, destacando-a como a megalópole com o maior número de aeronaves de asas rotativas do mundo.

Nos dois casos o ponto de partida dos helicópteros estará dentro das terminais o que de certa maneira irá interferir naquele tráfego.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O aumento das atividades de exploração e produção de petróleo trouxe para o país um enorme contingente de plataformas de perfuração, embarcações de apoio à operação e helicópteros, a maior parte concentrada na Bacia de Campos. A

exploração do petróleo na Bacia de Santos indubitavelmente proporcionará um incremento no desenvolvimento das atividades logísticas de uma maneira geral e da utilização de helicópteros em particular. Com a implantação das plataformas na Bacia de Santos e a utilização dos helicópteros para o transporte continente/plataforma/continente, haverá, conseqüentemente, um acréscimo do tráfego aéreo.

Sem dúvida alguma a implantação do transporte aéreo regular de helicópteros na Bacia de Santos irá proporcionar um aumento do número de aeronaves voando na área de maior congestionamento aéreo do País – terminais Rio e São Paulo.

A solução para mitigar a possível interferência do aumento do número de aeronaves da Bacia de Santos, particularmente, aquelas em operações no litoral dos Estados do Rio de Janeiro e de São Paulo, que também são intrínsecos às suas terminais passa pela elaboração de um planejamento integrado com a implantação das plataformas e de uma coordenação específica para os helicópteros em operação nessa região.

O planejamento deve abranger programas de investimentos para a estruturação dos aeródromos localizados nos litorais do Rio de Janeiro e de São Paulo para atender as necessidades logísticas de apoio às plataformas. Ao mesmo tempo há que se fazer um a aquisição progressiva das aeronaves conforme o cronograma de início da operação das plataformas e do novo modelo de controle do tráfego aéreo.

Este controle de tráfego aéreo precisa ser redimensionado nas terminais Rio de Janeiro e São Paulo em decorrência de novos entrantes operando dentro das terminais.

Outras ações deverão ser implementadas na infraestrutura dos aeródromos no que se refere à ampliação das pistas, da terminal de passageiros e cargas, iluminação, equipamentos para operações por instrumentos.

Assim sendo, verifica-se ser possível implantar o transporte aéreo de helicópteros na Baía de Santos. Tal planejamento deve ser elaborado no menor prazo possível e colocado em execução até 2014 a fim de permitir que os investimentos necessários sejam implementados e permitam implantar a infraestrutura aeroportuária necessária.

Urge, pois, que tais procedimentos sejam priorizados com importância e rapidez que merecem uma vez que o período em questão é relativamente curto para que sejam executadas todas as ações julgadas necessárias à montagem dessa infraestrutura.

Cabem, portanto, ações que contemplem a implantação de um sistema de transporte aéreo na Baía de Santos com a melhoria do tráfego nas terminais Rio e São Paulo permitindo que tais desafios, dentre tantos, sejam o alicerce para o País assumir definitivamente seu lugar de destaque na comunidade internacional nos próximos anos.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (Brasil). **Aeródromos**. 2008 Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/infraestrutura/infraestrutura1.asp>>. Acesso em 12 jul.2008.

\_\_\_\_\_. **Estatísticas de Aeronaves**. 2009. Disponível em:<<http://www.anac.gov.br/estatistica/estat26.asp>>. Acesso em: 25 mar. 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Disponível em:< >. Acesso em: 12.set. 2008.

BACIA DE CAMPOS. GIF. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/brasil-rounds/round2/Pdocs/Pbacias/Pbacia4/B4.gif>>. Acesso em: 12 set. 2008.

BACIA DE SANTOS. GIF. Disponível em: <[http://www.gasnet.com.br/upmr/upusers/mapa\\_bacia\\_santos.gif](http://www.gasnet.com.br/upmr/upusers/mapa_bacia_santos.gif)>. Acesso em: 12 set. 2008.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **AIS WEB**. Disponível em:< <http://www.aisweb.aer.mil.br/aisweb/>>. Acesso em 25 mar. 2010.

DIARIO ONLINE. **Bacia de Campos e de Santos**. 2008 Disponível em: <<http://www.diarioon.com.br/new/fotos/B13157-1.gif>>. Acesso em: 12 set. 2008.

GASNET. Disponível em: <http://www.gasnet.com.br>, Acesso em: 12 set. 2008.

ITANHAÉM. Secretaria de comunicação. **Operação da Petrobras no Aeroporto de Itanhaém é destaque do Jornal A Tribuna.** 2007. Disponível em:< [http://www.itanhaem.sp.gov.br/banco\\_dados/junho07/12.06.07\\_aeroporto\\_tribuna.doc](http://www.itanhaem.sp.gov.br/banco_dados/junho07/12.06.07_aeroporto_tribuna.doc)>. Acesso em: 25 mar. 2010.

JULIANO, Carolina. E o congestionamento chegou no céu de São Paulo. **UOL Notícias**, 20 maio 2008 Disponível em:< <http://noticias.uol.com.br/especiais/transito/2008/05/20/ult5848u26.jhtm>>. Acesso em 12 set. 2008.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Disponível em: <<https://www.defesa.gov.br>>. Acesso em 02 maio 2008.

PETROBRAS. Disponível em:<[www.petrobras.com.br](http://www.petrobras.com.br)> Acesso em: 25. mar. 2010.

PETROBRAS. **Bacia de Campos:** ela é responsável por 85% da produção nacional de Petróleo. Click Macaé, 2008. Disponível em:

< <http://www.clickmacae.com.br/?sec=356&pag=pagina&cod=508>> Acesso em: 21 abr. 2008.

PETROBRAS. **Plano Estratégico 2020 e Plano de Negócios 2008-2012.** Disponível em:< [http://www.petroquisa.com.br/objects/files/2007-10/774\\_apresentacao\\_2020.pdf](http://www.petroquisa.com.br/objects/files/2007-10/774_apresentacao_2020.pdf)>. Acesso em: 25 mar. 2010.

REGIÃO SUDESTE Político. São Paulos: GEOATLAS, 2006. 1 mapa. Escala 1: 7.100.000.

SILVA, Fernando Carlos Santos da. **Memento para elaboração do projeto de TCC.** Brasília. GETRAM, 2008.

## **IMPLEMENTATION OF HELICOPTER REGULAR AIR TRANSPORT AT SANTOS BASIN: CONSEQUENCES FOR THE RIO – SAO PAULO TERMINAL AREA**

**ABSTRACT:** This paper aims at presenting a broad view of the air transport at the Campos Basin, taking advantage of this experience as a basis for the implementation of a similar system in the Santos Basin, along with solutions to the possible consequences for the Terminal Areas of Rio de Janeiro and São Paulo.

**KEYWORDS:** Aerodrome. Heliport. Offshore.

## ADMINISTRAÇÃO DA COMUNICAÇÃO NO GERENCIAMENTO DE CRISES

Eduardo Afonso Pereira<sup>1</sup>

Juliano Boscaine Simonato<sup>2</sup>

Lucas Thijssen Berbel<sup>3</sup>

Artigo submetido em 29/01/2010.

Aceito para publicação em 14/03/2010.

**RESUMO:** O presente artigo tem por objetivo destacar a importância da administração da comunicação no processo de gerenciamento de crises, no sentido de preservar a imagem e a reputação das organizações frente a situações críticas. Para que o objetivo proposto fosse atingido, foi realizada uma revisão bibliográfica dos principais conceitos referentes a processos de comunicação em crises, tendo como foco principal, a abordagem da comunicação entre empresas e a mídia, e empresas e o público interno. Ao realizar este trabalho foi possível concluir que a administração da comunicação atualmente é uma ferramenta de extrema importância para a manutenção e preservação da imagem da organização, e, em períodos de crise, quando aliada com outras ferramentas, torna-se uma vantagem competitiva no mundo corporativo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gerenciamento de crise. Comunicação. Imagem organizacional.

### 1 INTRODUÇÃO

Os processos de mudanças e de transformações que as organizações estão enfrentando, advindos diretamente da globalização, são mais rápidos do que a capacidade que a maioria das instituições tem para adaptar sua forma de gerenciamento e suas estratégias de comunicar-se com o mercado e com seus

---

<sup>1</sup> Bacharel em Aviação Civil pela Universidade Anhembi Morumbi, Pós-Graduando em Segurança de Voo pela Universidade Anhembi Morumbi e Elemento Credenciado em Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. eafonsopereira@ymail.com .

<sup>2</sup> Piloto Comercial, Instrutor de Voo, Bacharel em Aviação Civil pela Universidade Anhembi Morumbi, Pós-Graduando em Segurança de Voo pela Universidade Anhembi Morumbi e Elemento Credenciado em Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. juliano.b.s@hotmail.com .

<sup>3</sup> Bacharel em Aviação Civil pela Universidade Anhembi Morumbi, Pós-Graduando em Segurança de Voo pela Universidade Anhembi Morumbi e Elemento Credenciado em Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. lester\_lucas@hotmail.com.

colaboradores. Com o objetivo de vislumbrar e detectar as oportunidades e ameaças que podem afetar sua imagem e reputação, as organizações necessitam de um processo de administração da comunicação eficiente para enfrentar situações de crise, uma vez que a comunicação se tornou uma ferramenta imprescindível na prevenção, resolução e reconstrução da imagem corporativa.

O artigo tem como objetivo descrever a importância da administração da comunicação em situações de crise, abordando, principalmente, a relação entre empresas e a mídia, e empresas e seus colaboradores, elementos fundamentais para a reestruturação da credibilidade e da reputação de uma empresa frente a uma crise de imagem.

## **2 CRISE: IDENTIFICAÇÃO E TIPOLOGIA**

Crises ocorrem nas organizações independente de seu tamanho, área de atuação ou origem. São inerentes à própria natureza da operação e quase sempre não podem ser eliminadas, mas minimizadas, se medidas adequadas forem tomadas antes, durante e após ocorrência (BANDEIRA, 2006).

Segundo Orduña (2002), crise pode ser definida como “um acontecimento extraordinário, ou uma série de acontecimentos, que afeta de formas diversas a integridade do produto, a reputação ou estabilidade financeira da organização, ou a saúde e o bem estar dos empregados, da comunidade ou do público em geral” . Já McLoughlin (2004), em entrevista à revista HSM Management, afirma: “uma crise é um acontecimento, a revelação de uma informação, uma acusação ou um conjunto de circunstâncias que ameaçam a integridade, o prestígio ou a sobrevivência de uma organização – algo que desafia a sensação de segurança ou os valores das pessoas”.

Nota-se, a partir dessas definições, que as organizações podem ser afetadas por crises que têm potencial para desestruturar suas operações, diminuir vendas, obrigar o pagamento de indenizações, por vezes milionárias, desmotivar

seus colaboradores, enfim, prejudicar a empresa de diversas maneiras.

Segundo o Institute for Crisis Management, uma crise pode ser dividida em quatro classes distintas: atos de Deus, problemas mecânicos, erros humanos e decisões administrativas. Já Lerbinger (1997), no seu livro *The Crisis Manager: Facing Risk and Responsibility*, divide a crise em sete tipos, dentro de três categorias. São elas: crises do mundo físico (naturais e tecnológicas), crises de clima humano (confronto, malevolência e distorção de valores administrativos) e, por fim, crises de falhas administrativas (decepção e má administração).

Conforme visto, existem diversas maneiras para classificar os tipos de crise que atingem uma organização. Algumas simples, outras detalhadas. Algumas por causas, outras por públicos envolvidos. Dessa forma, segundo afirmou Bandeira (2006), independente da classificação utilizada, o importante é saber detectar qual o tipo de crise que a organização está enfrentando para poder administrá-la de maneira adequada.

Guanaes (2008) em *Para poupar desgaste, dinheiro e safenas*, ainda possibilita identificar que por maior que seja o evento que levou uma organização a enfrentar uma crise, pior ainda pode ser como a organização irá conduzir o evento ocorrido. Sendo assim, a crise em si não significa obrigatoriamente que a empresa sofrerá apenas com o evento, mas sim com as consequências do mesmo.

O gerenciamento de uma crise, quando bem conduzido, controlado e superado, posteriormente, pode criar até diversas oportunidades de crescimento para a organização (GERENCIAMENTO, 2009).

Um exemplo clássico que demonstra como aproveitar um momento de crise para transmitir uma imagem para o público é o caso do envenenamento do remédio Tylenol nos Estados Unidos em 1986. Ao saber que alguém havia envenenado os frascos de Tylenol com cianureto, a empresa tomou a rápida decisão de recolher as 32 milhões de embalagens do remédio no mercado americano (GUANAES, 2008).

A fabricante do medicamento, Johnson & Johnson, ao tomar essa decisão rápida, transmitiu uma imagem de preocupação pela segurança de seus produtos e

pelas pessoas que foram envenenadas pelo medicamento alterado. Conta, Guanaes (2008), que a transparência, a rapidez e o respeito pelo consumidor fizeram com que em um curto período de tempo o medicamento retornasse ao mesmo nível de vendas que tinha antes do acontecimento.

Percebe-se, com isso, que o gerenciamento de crises engloba vários aspectos, tornando-se necessário realizar uma análise cuidadosa das variáveis envolvidas, uma vez que as ações tomadas terão impacto direto na percepção do público de interesse à empresa, na sua reputação e, conseqüentemente, na sua credibilidade.

### **3 PERCEPÇÃO DO PÚBLICO E REPUTAÇÃO**

Nos modelos contemporâneos de negócios, a identidade corporativa ajustou-se ao conceito de imagem como uma visão capaz de ser construída apenas com base em elementos visuais e estéticos. Isso significa que a identidade de uma empresa não está mais em si mesma, mas na visão que o consumidor e a opinião pública têm dela, dependendo, não tanto da excelência de seus produtos ou serviços, mas, sobretudo, da imagem construída pelos setores de comunicação.

Segundo Lerbinger (1997), a postura da opinião pública na atualidade pode ser explicada da seguinte forma:

Os negócios hoje são realizados em uma sociedade da informação, onde as pessoas estão conectadas em uma gigante aldeia global, principalmente por satélites ou pela Internet [...] As organizações enfrentam hoje uma nova forma de pressão: diretamente através do usuário de computadores e indiretamente, por meio de jornalistas que embasam suas matérias nessas novas fontes de informação (Lerbinger, 1997).

Desse cenário, derivou-se a necessidade absoluta e inquestionável dos serviços de comunicação. A dimensão institucional passa obrigatoriamente pela construção da imagem ou pela construção da identidade. As empresas que desejam ser realmente competitivas necessitam da comunicação, na medida em que os

atores da comunicação constroem seus discursos a respeito do papel e da função da comunicação para a criação da aura empresarial (BANDEIRA, 2006).

Nos momentos de crise, portanto, o que importa realmente é a percepção que o público tem do fato, muito mais até do que os fatos em si (BANDEIRA, 2006). Segundo Cohn (1996), em seu texto *Learning from crisis: as the curtain rises*, “a menos que uma pessoa tenha um conhecimento mais abrangente sobre um acontecimento, nossa percepção se baseia no que vemos e ouvimos na imprensa.” Sendo assim, as organizações estarão em situação vantajosa se o que o público vir e ouvir for informado diretamente por ela. Daí a importância da empresa ser fonte de informação para a imprensa.

Dessa forma, segundo Oliveira (1999), “uma empresa só conseguirá evitar ou sair de uma crise, com o mínimo de arranhões em sua reputação, se ela conhecer e respeitar as necessidades e valores dos públicos”. Isso só é possível mediante a adoção de um eficiente padrão de comunicação com a imprensa e o público, através de mensagens cuidadosamente elaboradas que transmitam claramente os valores aos quais se está associando.

Oliveira (2002) afirma que mensagens somadas às atitudes geram uma força muito poderosa que age diretamente na percepção dos públicos frente à situação de crise. Portanto é preciso agir corretamente, ser transparente e comunicar eficazmente, sempre se valendo do velho ditado da comunicação: “Não é o que você diz, mas o que os outros entendem.”

#### **4 ADMINISTRAÇÃO DA COMUNICAÇÃO**

A expansão das tecnologias da informação tornou inevitável a repercussão de uma crise pelos meios de comunicação. Com o advento da Internet, dos satélites e das transmissões simultâneas, notícias trágicas, sobretudo as que envolvem mortes e danos ambientais, são rapidamente divulgadas e publicadas, fazendo com que pessoas de qualquer lugar do mundo tenham acesso às informações, tornando uma crise de caráter local em assunto internacional.

Dentro desse contexto, as organizações vêem seus riscos ampliados, necessitando, portanto, estarem preparadas para administrar conflitos. Dessa maneira, as organizações precisam contar com sistemas de comunicação rápidos e criar a cultura de preservar sua imagem constantemente e não unicamente, quando enfrentam eventos que as prejudiquem (GUANAES, 2008). E mais do que isso, estarem preparadas para aplicar de maneira correta a estratégia de comunicação planejada.

Corrado (1994) afirma que a pior reação em momentos de crise é o silêncio. “Uma organização deve informar ao público a maneira mais rápida, completa e objetiva possível sobre uma ocorrência prejudicial, a fim de acalmar os nervos, acabar com os boatos e restaurar a confiança. Complementando esse raciocínio, Rosa (2008) aponta que a informação correta é crucial para minimizar os efeitos negativos e preservar a imagem da empresa. “A melhor arma nessas horas é ser o mais transparente possível. Sobressaltos, instabilidade e segurança são mais bem combatidos quando há um fluxo de informações precisas e no volume necessário circulando dentro da organização.”

Uma dúvida comum pode surgir nesses momentos. Quando e a quem comunicar? Segundo Lukaszewski (1997), embora a resposta de comunicação varie de acordo com cenários específicos, é imprescindível identificar quais os públicos prioritários e, então, estabelecer uma comunicação entre eles. O autor prioriza os públicos em quatro aspectos distintos. São eles:

- Público prioritário 1: é todo aquele diretamente afetado, com vítimas intencionais ou não intencionais;
- Público prioritário 2: os empregados (muitas vezes são as próprias vítimas);
- Público prioritário 3: todos aqueles indiretamente afetados: familiares, amigos, vizinhos, parentes, fornecedores, consumidores, governo, etc; e
- Público prioritário 4: a mídia e outros canais de comunicação externa.

Assim como Lukaszewski (1997), Lagadec (1993) classifica os envolvidos em uma crise de forma semelhante e complementa expondo que o desafio imediato enfrentado pela organização não é o de apenas comunicar os envolvidos, mas também o de poder receber informações dos mesmos.

Já Neves (2002) chama os públicos prioritários de constituintes. Para o autor, constituintes são públicos, segmentos, grupos ou indivíduos que podem ser diretamente ou indiretamente afetados pela organização na busca de objetivos, para o bem ou para o mal. Constituintes orbitam em torno da organização, uns mais próximos, outros mais distantes; uns com maior, outros com menor dependência e influência.

## **5 O RELACIONAMENTO DA EMPRESA**

Independente da nomenclatura adotada é importante notar, conforme apontou Raigada (1997), que a maioria dos textos sobre gerenciamento de crise colocam os empregados e a imprensa como públicos a serem cuidadosamente trabalhados em termos de comunicação, embora todos os públicos prioritários mereçam o máximo de atenção possível. A imprensa porque é formadora de opinião e interfere na percepção dos demais públicos e os empregados porque são direta ou indiretamente afetados por tudo o que acontece na empresa, além de serem um canal multiplicador de informações.

### **5.1 Relacionamento com a Imprensa**

O relacionamento com a imprensa durante um momento de crise é considerada por Lagadec (1993) o desafio que mais pode desestabilizar uma organização nos dias atuais. Esse contato com a imprensa representa, na maioria das vezes, a exposição da organização para com o mundo.

A imprensa tem atração por crises porque elas fazem parte dos cinco “Cs” que definem a notícia: catástrofes, crises, conflitos, crime e corrupção. As notícias

ruins vendem e o público espera que a imprensa sirva de “cão de guarda” para alertá-los dos perigos iminentes (LERBINGER, 1997). E na pressa pelo furo fácil, conforme apontou Nassif (2003), muitos jornalistas abrem mão dos cuidados mínimos requeridos para uma boa apuração, agravando ainda mais a imagem e a reputação das organizações envolvidas em uma crise.

Entretanto, apesar da falta de cuidado com que as informações são tratadas pela imprensa, a melhor atitude que a organização pode tomar em uma situação de crise é ser pró-ativa. Segundo Oliveira (2002), a empresa deve tomar a iniciativa de enfrentar situações potencialmente embaraçosas ou prejudiciais e procurar passar para a imprensa todas as informações que ela necessite e julgar pertinente. Com isto, a organização se colocará na posição de fonte principal de informação para imprensa.

Na hora da crise, a avassaladora pressão da mídia por respostas costuma ser um dos primeiros desafios impostos a quem tem por obrigatoriedade conduzir os acontecimentos (ROSA, 2008). Dessa forma, é importante que a empresa tenha um roteiro, conhecido por Questions & Answers – Q&A, no qual devem constar todos os tipos de perguntas que podem surgir em entrevistas e a elaboração de suas respostas. Além disso, ela deverá preparar kits ou press-kits, nos quais deverão conter dados corporativos atualizados da empresa, fotos dos produtos e vídeos dos processos produtivos. Enfim, dados que a imprensa necessita de forma rápida e fácil.

Ao dispor de informações de maneira rápida e eficiente, disponibilizando-as da mesma forma, a empresa assume o comando das informações e não a mídia. Segundo Forni (2009), caso a imprensa tome a iniciativa, será muito difícil reverter a situação, podendo prejudicar ainda mais a imagem da organização.

Kempner (1997) aponta que, geralmente, empresas que possuem um bom trabalho de comunicação se saem muito bem quando necessitam enfrentar crises. E a grande vantagem nesses momentos é o bom relacionamento anterior com a imprensa. O estabelecimento de um relacionamento de confiança e credibilidade

com a mídia é fundamental para qualquer organização, uma vez que poderá ajudá-la a sair praticamente ilesa de um desastre potencial e, até mesmo, ajudá-la a conquistar mais respeito dos públicos de interesse.

## 5.2 Relacionamento com o Público Interno

No livro *A síndrome de Aquiles: como lidar com as crises de imagem*, Rosa (2001) afirma que “o público interno não é apenas um público. É também uma poderosa mídia”. Portanto, é fundamental que tanto o público externo quanto interno sejam cuidadosamente analisados, já que têm grande potencial de amenizar os impactos de uma crise.

Segundo o autor, um público interno bem informado pode ajudar na propagação dos conceitos e dos argumentos dessa organização, acessando outros públicos, outras pessoas fora de seus limites durante a evolução da crise. Ele também pode impedir a proliferação de boatos e temores que, ao fragilizar o corpo interno, impõe um pesado prejuízo à instituição que estiver enfrentando um problema com sua imagem.

Entre as inúmeras maneiras trazidas pelos manuais de comunicação de como uma organização pode acessar seu público interno, Rosa (2008) aponta três diferentes tipos de mídia. São elas:

- Mídia impressa: são as diversas publicações – jornais, revistas, boletins e quadros de aviso. Este tipo de mídia ajuda os funcionários a identificar os objetivos, metas e, principalmente, os compromissos da organização para com os públicos de interesse.
- Mídia oral: são as reuniões com o grupo de funcionários, o “boca-a-boca” dos corredores e as reuniões individuais entre chefia e subordinados.
- Mídia tecnológica: são os sistemas de canal de voz, gravação de mensagens da alta gerência para a base dos empregados,

videoconferências, vídeos institucionais, circuitos fechados, apresentações em slides ou PowerPoint, além das redes internas de Internet ou Intranets.

Segundo Bandeira (2006), a comunicação eficiente dentro de uma organização deve, entre outros objetivos, fazer circular as informações. E a comunicação planejada, marcada pela eficiência e qualidade, une partes distintas dentro da empresa, produzindo um ambiente propício ao trabalho coordenado e em conjunto. Uma postura aberta, que trata problemas de forma transparente e mantém o público interno sempre informado e preparado para eventuais percalços deve nortear toda e qualquer relação entre a instituição e seus funcionários. “Público interno merece respeito. E respeito significa a mesma coisa que se deve oferecer ao público externo: informação clara e precisa para garantir credibilidade” (ROSA, 2008).

De acordo com Forni (2009) o público interno deveria ser o primeiro a saber sobre uma situação de crise enfrentada pela organização, mas muitas vezes as agências de notícias, principalmente via internet, acabam dando as notícias em primeira mão, passando a frente dos veículos internos de comunicação da empresa.

## **6 A RECONSTRUÇÃO DA REPUTAÇÃO**

Segundo Oliveira (2002) e Bandeira (2006), depois de terminado o período agudo da crise, ou seja, quando as operações estiveram de volta à normalidade, é imprescindível realizar uma pesquisa junto aos públicos de interesse e também junto ao público em geral para saber o quanto foi afetada a imagem e a reputação da organização. Com esses dados, a empresa deverá reestruturar e direcionar suas ações de comunicação com o objetivo de reconstruir sua reputação, se reposicionar no mercado e reconquistar espaço que detinha antes da crise.

Os autores complementam que o trabalho de reconstrução não exigirá nada além do que um bom planejamento estratégico de comunicação. A realização de

uma pesquisa é fundamental para se conhecer a real percepção que os diferentes públicos têm da empresa no momento e, então, iniciar o planejamento e implementar as ações. Os esforços da comunicação (Relações Públicas, Propaganda, Assessoria de Imprensa, Marketing, etc.) devem ser somados para atingir os objetivos pretendidos pela empresa.

Paralelamente, deve ser feito todo o registro de como essa crise foi administrada, avaliando as ações tomadas e buscando entender o que deu resultado e, principalmente, o que fugiu ao controle da empresa.

Rosa (2008) afirma que o importante é ter em mente que a crise apresenta uma enorme possibilidade de desgaste, mas oferece uma grande oportunidade para a demonstração cabal de competência. E conclui: “vencer as dificuldades – e não somente acusá-las ou apontá-las – é o que define uma ação política de primeira grandeza” (ROSA, 2008).

## **7 CONCLUSÃO**

Crises são tempestades que se abatem sobre as organizações, normalmente de forma avassaladora, gerando como desafio a transformação de fatos adversos e inevitáveis em algo positivo e construtor. As empresas investem tempo, tecnologia, capital, recursos humanos e físicos para construir sua reputação. No entanto, o que se levou anos para construir pode ser destruído em apenas alguns minutos, uma vez que todas as organizações e pessoas estão sujeitas a enfrentarem crises.

Diante deste cenário, as organizações devem reconhecer a importância do processo da administração da comunicação, sobretudo entre a empresa e a mídia e a empresa e seu público interno, uma vez que estes elementos atuam como principais formadores de opinião dos consumidores, influenciando diretamente na percepção dos mesmos.

Aliada a um correto planejamento estratégico, a administração da

comunicação se torna uma poderosa ferramenta no processo de gerenciamento de crises, colaborando para que a organização atravessasse situações críticas com a menor quantidade possível de imprevistos, revertendo-as, assim, em uma preciosa vantagem competitiva.

## REFERÊNCIAS

- BANDEIRA, Gabriela de S. P. **Estratégias de comunicação para crises de imagem nas organizações**. 2006. Monografia (Trabalho de conclusão de curso) - Faculdade de Comunicação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006. Disponível em: <[http://www.facom.ufba.br/pex/2006\\_1/Gabriela%20de%20Senna.pdf](http://www.facom.ufba.br/pex/2006_1/Gabriela%20de%20Senna.pdf)>. Acesso em: 26 mar. 2010
- COHN, Robin. Learning from crisis: as the curtain rises. **The Public Relation Strategist**, New York: PRSA, v.2, n. 2, p. 26-30, 1996.
- CORRADO, Frank M. **A força da comunicação**. São Paulo: Makron Books, 1994.
- FORNI, João José. **Na crise, melhor prevenir do que remediar**. Disponível em: <<http://jforni.jor.br/forni/files/Na%20crise,%20melhor%20prevenir%20do%20que%20remediar.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2009.
- GERENCIAMENTO de Crise: Quando o problema interno atinge a imagem da empresa. **Dealer**, São Paulo, n. 15, p.14-16, 2009. Bimestral.
- GUANAES, Nizan. Para poupar desgaste, dinheiro e safenas. In: ROSA, Mário. **A Era do Escândalo: Lições, relatos e bastidores de quem viveu as grandes crises de imagem**. São Paulo: Geração Editorial, 2008. p. 15-18.
- INSTITUTE FOR CRISIS MANAGEMENT. **Crisis definitions**. Disponível em: <[http://www.crisisexperts.com/crisisdef\\_main.htm](http://www.crisisexperts.com/crisisdef_main.htm)>. Acesso em: 10 out 2009.
- KEMPNER, Michael. **Como lidar com a imprensa numa crise..** São Paulo: HSM, 1997.
- LAGADEC, Patrick. **Preventing Chaos in a Crisis: Strategies for prevention, control and damage limitation**. Cambridge: Mcgraw-hill, 1993.
- LERBINGER, Otto. **The crisis manager: facing risk and responsibility**. New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1997.
- LUKASZEWSKI, James E. Establishing individual and corporate crisis communication standars: the principles and protocolos. **Public Relations Quartely**, New York, v.42, n.3, 1997.
- MCLOUGHLIN, Barry. **Um plano de comunicação eficaz**. São Paulo: HSM, 2004.
- NASSIF, Luís. **O jornalismo dos anos 90**. São Paulo: Futura, 2003.
- NEVES, Roberto de Castro. **Crisis empresariais com a opinião pública**. Rio de Janeiro: Mauad, 2002.

OLIVEIRA, Mateus Furlanetto. **Converter a crise em oportunidade**: como as relações públicas podem auxiliar a empresa em situações de crise. 1999. Monografia (Trabalho de conclusão de curso) – Departamento de Relações Públicas, Propaganda e Turismo da Escola de Comunicação e Arte da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças. **Planejamento estratégico**: conceitos, metodologia e práticas. 17ªed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2002.

ORDUÑA, Issac Rojas. **A comunicação em momentos de crise**. 2002. Disponível em: <<http://jforni.jor.br/forni/files/orduna-octavio-comunicacao-em-momentos-de-crise.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2010.

RAIGADA, José L. La comunicación corporativa de La gestion de crisis. In: Teoria de **La comunicación y gestion de las organizaciones**. Madrid, Sintesis, 1997.

ROSA, Mário. **A Era do Escândalo**. São Paulo: Geração Editorial, 2008.

\_\_\_\_\_. **A síndrome de Aquiles**: como lidar com as crises de imagem. São Paulo: Ed. Gente, 2001.

## MANAGING COMMUNICATION DURING CRISIS MANAGEMENT

**ABSTRACT:** The present paper aims at highlighting the importance of communication management in processes of crisis management to preserve the image and reputation of organizations facing critical situations. For the proposed objective to be achieved, a literature review of key concepts of communication processes in time of crisis was accomplished, with the main focus on the approach of communication between companies and media, as well as between companies and the workforce. Upon completion of the paper, the conclusion was that nowadays communication management is a tool of extreme importance for the maintenance and preservation of the organization's image and, in periods of crisis, when combined with other tools, it becomes a competitive advantage in the corporate world.

**KEYWORDS:** Crisis management. Communication. Organizational image.

## ANÁLISE BÁSICA DOS EFEITOS AERODINÂMICOS PRESENTES NO ACIDENTE DO H-1H FAB 8667

Waldir Eustáquio Gava<sup>1</sup>

Artigo submetido em 30/09/2009.

Aceito para publicação em 03/02/2010.

**RESUMO:** Os acidentes com helicópteros acontecem. As investigações e análises destes geram recomendações de segurança que previnem a ocorrência de novos acidentes e ajudam no processo decisório dos pilotos. Este artigo propõe uma análise básica das características aerodinâmicas de estabilidade e controle presentes no acidente do H-1H 8667, após o rompimento da haste de comando do *swashplate*, estudando somente, e separadamente, o comportamento do disco rotor e do estabilizador horizontal desde o momento da pane até a colisão contra o solo. Sabe-se que uma série de outras variáveis ligadas aos efeitos aerodinâmicos interferiu nesta ocorrência, entretanto não serão objetos de estudos neste artigo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aerodinâmica. Estabilidade e Controle. Helicóptero.

### 1 INTRODUÇÃO

O voo do helicóptero é fascinante. Muito mais fascinantes são as características aerodinâmicas que circundam esta máquina que possui a fantástica capacidade de pairar. Entretanto, acidentes com helicópteros acontecem. Diversos fatores contribuem para que uma simples pane se torne um evento catastrófico, se o piloto não souber o que fazer.

Treinamento e conhecimento são os pilares básicos para um voo seguro e bem sucedido. Para isso, o piloto precisa saber como o helicóptero se comporta frente às perturbações aerodinâmicas existentes num voo.

Quando um piloto estuda e analisa um acidente, ele está se abastecendo de informações importantes que farão a diferença no processo decisório, entre um susto e uma catástrofe.

Este artigo apresenta o estudo das características aerodinâmicas de

---

<sup>1</sup> Capitão Aviador da Força Aérea Brasileira. Bacharel em Ciências Aeronáuticas com Habilitação em Aviação Militar pela Academia da Força Aérea. Instrutor de voo em helicópteros e Oficial de Segurança de Voo. Atualmente cursa o Mestrado em Segurança de Voo e Aeronavegabilidade Continuada no Instituto Tecnológico de Aeronáutica. [wegava@yahoo.com.br](mailto:wegava@yahoo.com.br).

estabilidade e controle presentes no acidente ocorrido com o H-1H FAB 8667, em 05 de fevereiro de 1998. Primeiramente será mostrado como ocorreu o acidente de forma sucinta. Depois, será explicado como funcionam os mecanismos de comando do rotor principal. Após isso, serão discutidas somente as características de estabilidade e controle do rotor principal e do estabilizador horizontal, visto que uma análise completa de todas as variáveis ligadas aos efeitos aerodinâmicos não seria oportuno para este artigo. E, por fim, serão abordadas essas características durante o acidente.

## 2 HISTÓRICO DO ACIDENTE DO H-1H 8667 EM 05 FEV 98

A missão consistia em um voo de experiência após a realização de serviços de manutenção. No regresso para o aeródromo, após a realização dos cheques previstos, ao cruzar 2500 ft na descida, a tripulação ouviu um forte ruído seguido de vibração intensa no comando cíclico. Os pilotos perderam o controle da aeronave, a qual entrou em voo picado e em curva para a esquerda.

Antes de tocar o solo, o piloto obteve algum controle da aeronave, atenuando o impacto da mesma.

Segundo relatório do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), a aeronave sofreu danos graves e os tripulantes sofreram lesões leves (CENIPA, 1998, p 2).

Para compreender o cenário deste acidente é interessante comentar alguns detalhes levantados durante as investigações.

Antes do voo do acidente, durante manutenção programada, a aeronave realizava voos de experiência, cumprindo a etapa de testes de vibração do rotor principal, comumente chamado de "vibrex". Para este serviço é necessária a colocação de sensores na haste de comando do *swashplate*.

Naquele dia, com esta etapa do voo de experiência terminada, seriam iniciados os cheques de vibração do motor. O serviço de retirada das peças do "vibrex" no rotor principal foi realizado por um mecânico não qualificado, que também retirou, inadvertidamente, os parafusos de fixação do trunnion da haste de

comando do *swashplate*. A retirada destas peças ocorreu devido ao desconhecimento técnico do mecânico em relação aos procedimentos e à própria aeronave, e por motivos que não são o objetivo deste artigo, a inspetoria não verificou o serviço desse mecânico, e a aeronave foi liberada para o voo (CENIPA, 1998, p 7).

Nos exame dos destroços, tanto a haste direita, quanto a esquerda dos atuadores hidráulicos do cíclico foram encontradas fraturadas, entretanto não possuíam o mesmo tipo de dano. Elas foram encaminhadas para o então Centro Técnico Aeroespacial, hoje Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), onde foram realizados exames. O Relatório Final do acidente cita que o Laudo Técnico elaborado pelo DCTA indicou que as fraturas da haste direita foram provenientes de sobrecarga, devido aos esforços acima do limite de resistência do material, e que esta se quebrou, provavelmente, durante o choque contra o solo (Figura 1).

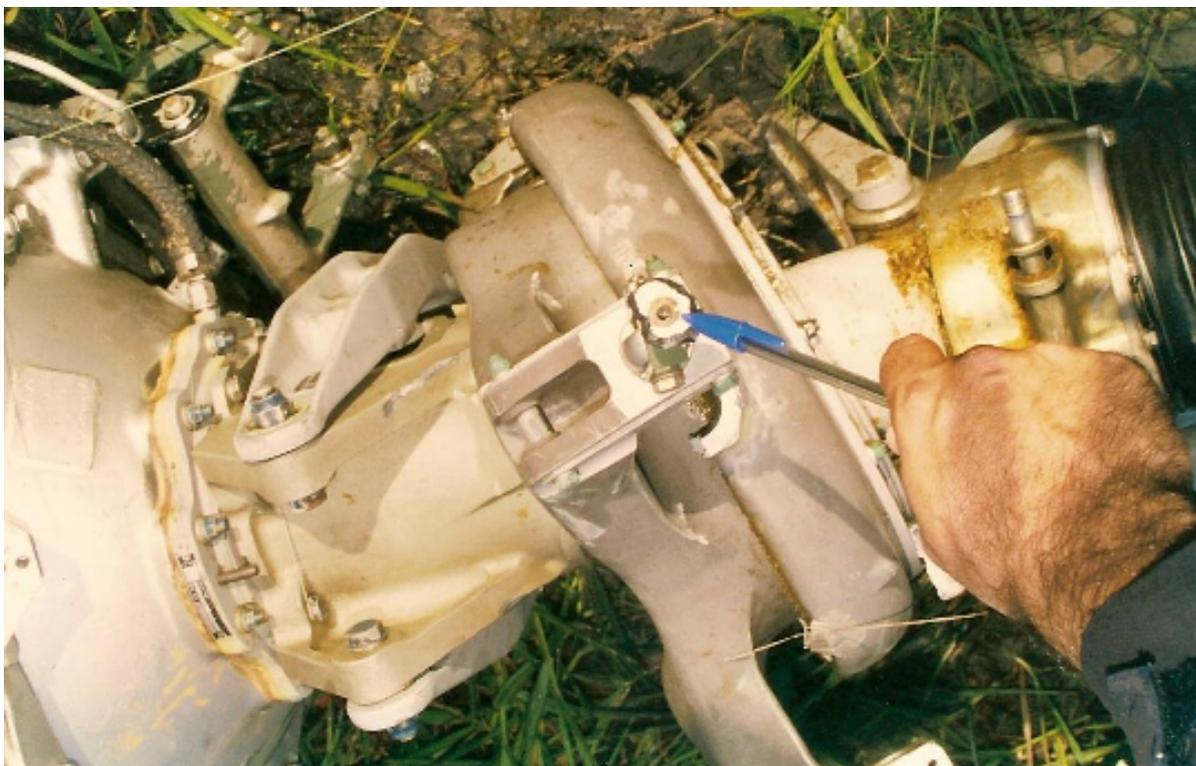


FIGURA 1: Haste direita do swasplate do H-1H 8667. Nota-se que a fratura da haste ocorreu próximo do trunnion de fixação do anel fixo. (Fonte: CENIPA, 1998, p 4)

Pelas condições nas quais foi encontrada a haste de comando esquerda, e considerando o resultado da análise realizada pelo DCTA, a investigação concluiu que a falha foi decorrente da saída do trunnion daquela haste, do seu alojamento no horn do anel fixo interno do conjunto do *swashplate*, devido à ausência dos parafusos de fixação (Figura 2).

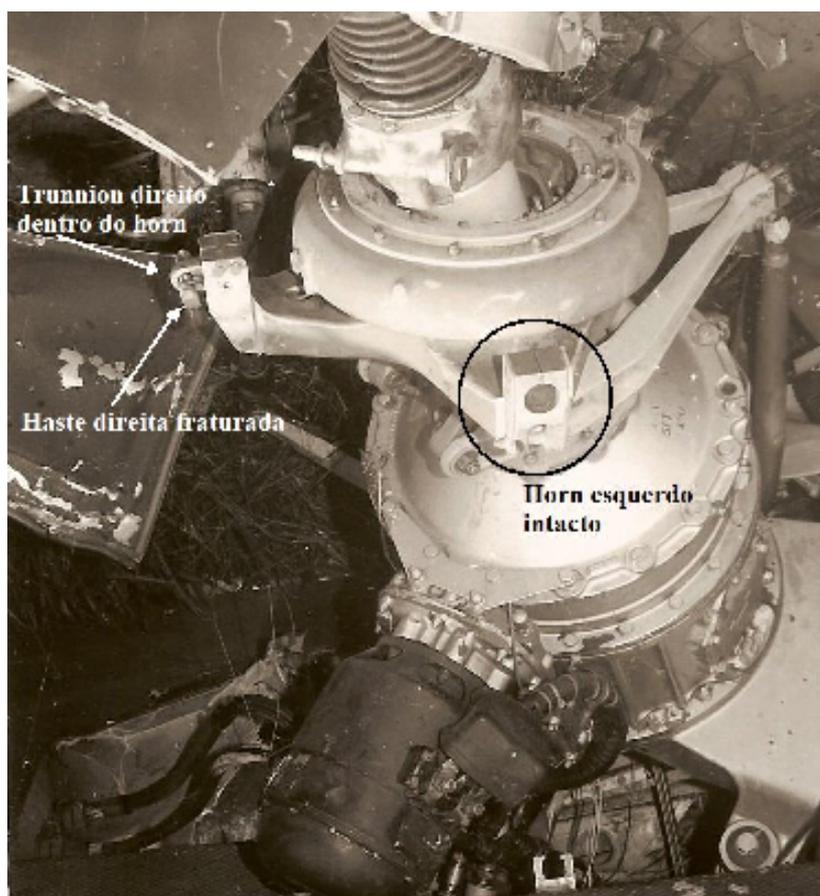


Figura 2: Detalhe do horn de fixação do trunnion da haste esquerda completamente intacta, indicando que o trunnion saiu do alojamento e não foi fraturado como se percebe na haste direita. (Fonte: CENIPA, 1998, p 4 e 7)

No Relatório Final, na parte de análise, está escrito assim:

“Durante um voo de experiência para a realização do teste de potência máxima do motor, houve a perda de controle do helicóptero. A aeronave entrou em uma espiral descendente até próximo do solo, quando o piloto readquiriu um controle mínimo sobre a mesma, permitindo a atenuação do choque contra o solo. Nos exames dos destroços, verificou-se que a perda de controle

deveu-se ao escorregamento do "trunnion" de ligação da haste de comando ao "swashplate", para fora de seu alojamento. O "trunnion" não pode ser retirado do alojamento com os parafusos instalados, uma vez que seu desenho impede a sua movimentação com a presença dos parafusos no local.

(...)

A aeronave colidiu contra o solo em um terreno plano, em atitude de 45° de inclinação à esquerda e 45° picados e terminou tombada 135° sobre o seu lado direito." (CENIPA, 1998, p 7 e 8).

Segundo informações obtidas em entrevista por telefone com o piloto por este autor, ele declarou que, após o forte ruído, a aeronave assumiu uma atitude extremamente picada e com rolamento à esquerda, sem poder precisar a exatidão destes ângulos. O piloto abaixou o coletivo como reflexo condicionado do treinamento de falha do motor (entrada em autorrotação) e atuou no cíclico, o qual perdera sua efetividade. Os pilotos perceberam que a aeronave após algum tempo, sem nenhum comando, diminuía sensivelmente o seu ângulo de atitude e após alguns instantes retornava a um ângulo bastante picado, com um ângulo praticamente estável de rolamento (segundo relato do piloto, aproximadamente 30°). O piloto atuou no coletivo para cima e percebeu que este comando reduzia um pouco a razão de afundamento, porém tendia a aumentar o ângulo de rolamento.

O piloto relatou ainda que, já próximo do solo (também não soube precisar a altura), a aeronave encontrava-se exatamente no seu ciclo de menor ângulo de atitude. O piloto puxou o coletivo tentando reduzir a velocidade de aproximação com o solo, mas, mesmo assim, a aeronave colidiu contra o solo com 45° picado e com 45° de inclinação à esquerda, vindo a capotar.

### **3 CONTROLE DE VOO: SWASHPLATE**

Além da rotação ao redor do mastro, uma pá de helicóptero possui três graus de liberdade: mudança no ângulo de passo (pitch), movimento de batimento (flap) e movimento de avanço e recuo (lead-lag).

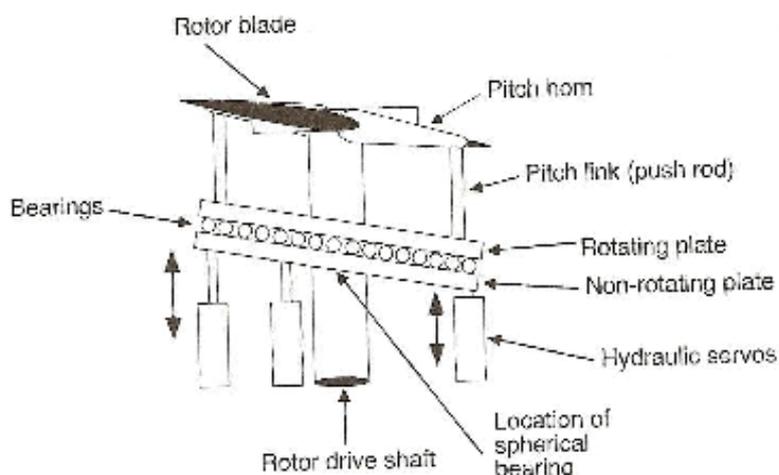


FIGURA 3: Desenho esquemático do *swashplate*. (Fonte: LEISHMAN, 2006)

O movimento de mudança do ângulo de passo é comandado pela atuação da alavanca do coletivo, por cabos de comando e por meio de um *swashplate* (Figura 3). Este controla a variação coletiva e cíclica. Variação coletiva é a modificação uniforme do ângulo de passo das pás em toda a extensão do disco do rotor. Variação cíclica é a modificação diferenciada do ângulo de passo das pás em função do ciclo (setor) por onde a pá está passando. (lateral ou longitudinal). Conseqüentemente, pode-se dizer que o *swasplate* controla a direção do vetor sustentação do rotor.

O *swasplate* é a chave do controle eficaz de passo das pás do rotor. Ele é um mecanismo composto de dois discos, um fixo e um rotativo, concêntricos com o eixo do rotor. O jogo de rolamentos entre os dois discos permite que o disco superior gire livremente com o rotor paralelo ao disco fixo. Ambos os discos podem ser deslizados no sentido vertical do eixo do mastro em resposta aos comandos do coletivo, e podem também ser inclinados em resposta aos comandos do cíclico. É exigido para prover estes movimentos ao *swashplate*, um mínimo de três hastes ou atuadores, que são conectados mecânica ou hidraulicamente ao sistema de controles de voo. O disco rotativo é conectado às pás por hastes ou links de comando que induzem a mudança de passo. A dinâmica do movimento faz-se da seguinte forma: quando o piloto induz algum movimento nos comandos de cíclico ou

coletivo, este movimento é transmitido aos atuadores do disco fixo, que, por sua vez, transmite os movimentos ao disco rotativo que está girando paralelamente ao seu plano, e, por fim, por meio dos links, transmite essa deflexão a cada pá, produzindo a mudança do passo (veja Figura 4). A habilidade de inclinar os discos exige uma suspensão Cardan ou um rolamento esférico entre o *swashplate* e o eixo do mastro. Os mecanismos mais avançados de *swashplate* foram documentados nas patentes por Crocco em 1906, Yerv em 1910, e Hafner em 1992. (LEISHMAN, 2006)

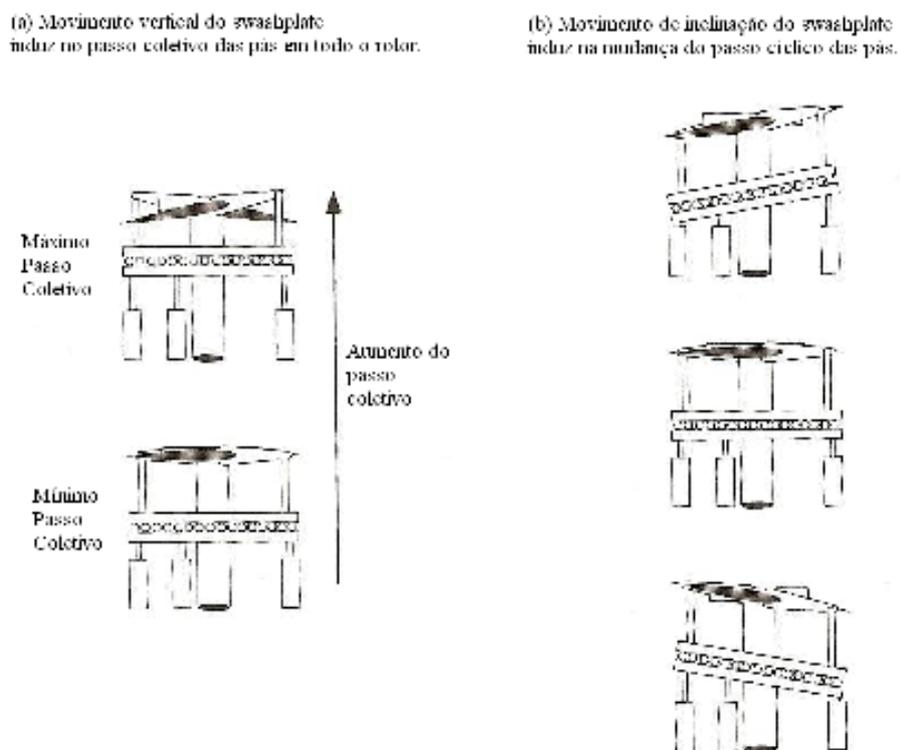


Figura 4: Os movimentos do *swashplate* resultam em mudança no ângulo de passo das pás.

(a) movimento coletivo; (b) movimento cíclico. (Fonte: LEISHMAN, 2006)

Como mostrado na Figura 4 o movimento vertical do *swashplate* resulta em um movimento vertical da ligação de mudança de passo das pás coletivamente, desse modo aumentando o módulo do vetor sustentação. A inclinação do *swashplate* resulta na mudança do passo a cada vez que as pás passarem por aquele setor (ciclicamente), desse modo inclinando o vetor sustentação.

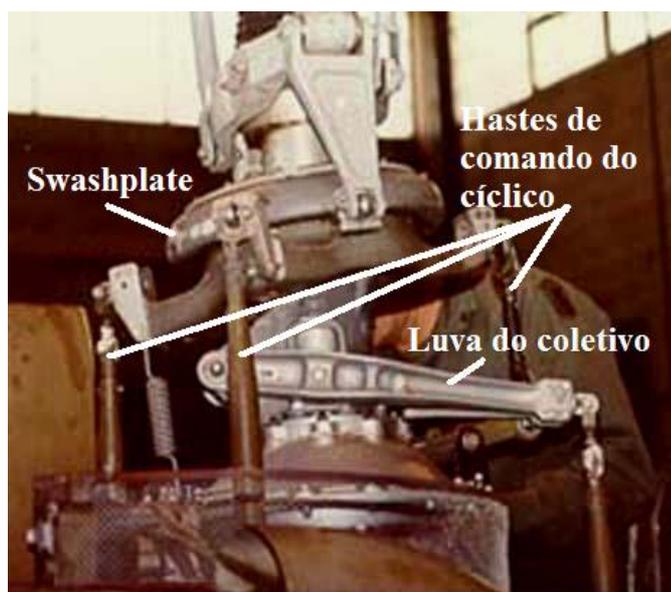


FIGURA 5: *Swashplate*, hastes de comando e luva do coletivo do H-1H. (Fonte: CENIPA, 1998)

O helicóptero H-1H, BELL 205, possui um *swashplate* bem simples, com ângulo de atuação de  $180^\circ$ , através da luva do coletivo (Figura 5). Pelo fato de ser um rotor bipá, este ângulo de atuação de  $180^\circ$  não faz diferença e pode-se analisar como se fosse um *swashplate* sem ângulo de atuação, isso quer dizer que se o *swashplate* for inclinado para baixo à esquerda e para cima, à direita, a haste de comando atuará exatamente baixando a alavanca de mudança de passo da pá no lado esquerdo e subindo no lado direito.

O H-1H possui rotor semirrígido do tipo gangorra, com articulação de batimento exatamente no centro de rotação. Nesta configuração de rotores centralmente articulados, a força aerodinâmica ocorre exatamente a  $90^\circ$  defasada no sentido da rotação.

Considere que  $\psi$  seja o ângulo de deslocamento azimutal da pá no sentido de sua rotação e  $\psi=0$  seja a posição a retaguarda do disco rotor, conforme demonstrado na Figura 6. No caso de um movimento puro de cíclico que modifica o passo da pá em  $\psi=0$ , a força aerodinâmica ocorrerá  $90^\circ$  adiante, ou seja, em  $\psi=90^\circ$ . Por exemplo, se um piloto de H-1H quiser se deslocar para trás, ele atuará no cíclico, movendo-o para trás. Por meio dos cabos de comando, este movimento será transmitido à *swashplate* que provocará o aumento do passo em  $\psi=90^\circ$  e diminuição

do passo em  $\psi=270^\circ$ , o que acarretará um aumento da resultante aerodinâmica em  $\psi=180^\circ$ , ocasionando um momento cabrador no disco rotor, ou, em outras palavras, a inclinação do vetor sustentação para trás, resultando no deslocamento do helicóptero.

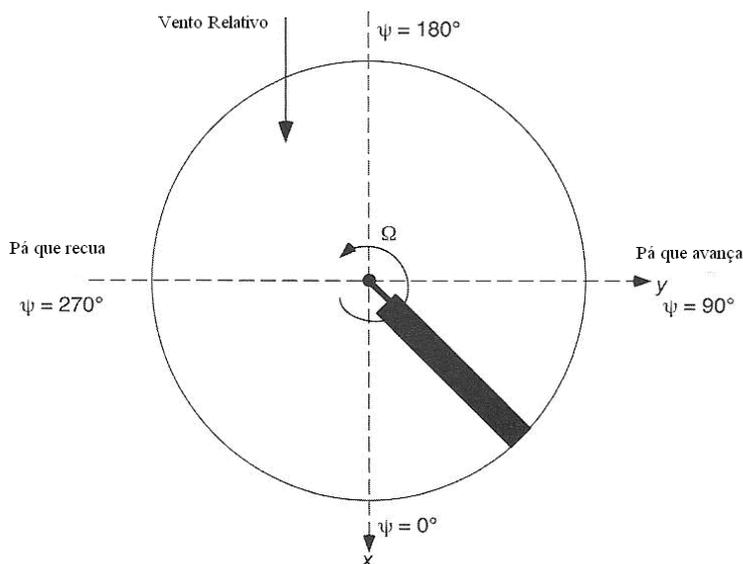


FIGURA 6: Posição azimutal da pá.

A atuação do *swashplate* e dos links de mudança de passo são apenas as perturbações mecânicas e controladas que ocorrem no rotor. O capítulo seguinte aborda, de forma sucinta, outras perturbações que o rotor pode sofrer.

#### 4 ESTABILIDADE E CONTROLE

O princípio geral do voo, em qualquer aeronave, é o equilíbrio de todos os momentos e forças aerodinâmicas, gravitacionais e inerciais, sobre os três eixos perpendiculares. Quando o helicóptero está com os momentos equilibrados sobre o centro de gravidade, diz-se que é um voo estável ou trimado. (SEDDON, 1990)

Pode-se classificar estabilidade em estática e dinâmica. Quando um helicóptero está voando em equilíbrio, a tendência inicial do seu comportamento frente a uma perturbação é denominada estabilidade estática e o seu comportamento ao longo do tempo é designado como estabilidade dinâmica. Uma

estabilidade positiva significa que a aeronave cria momentos para retornar em direção ao seu estado inicial de equilíbrio, ao contrário, chama-se estabilidade negativa.

Para facilitar o estudo, a estabilidade é sempre analisada em relação a uma única variável. Neste contexto, o helicóptero pode apresentar diferentes tipos de estabilidade dependendo da variável, como uma estabilidade positiva para ângulo de ataque, e negativa para velocidade, por exemplo.

Para melhor compreender as interações que ocorreram no acidente do H-1H 8667, são discutidas apenas as considerações acerca do comportamento do rotor principal do H-1H frente a perturbações de velocidade e sobre o estabilizador horizontal.

Como já foi dito anteriormente, o rotor do H-1H é semirrígido tipo gangorra, sem excentricidade de batimento. O helicóptero, numa situação de voo pairado, está com todos os momentos equilibrados. Qual é o comportamento do rotor caso receba uma rajada frontal de vento?

Se o H-1H receber uma rajada de vento no seu eixo longitudinal, haveria uma mudança nas velocidades das pás. A pá que avança ( $\psi=90^\circ$ ) recebe um aumento de velocidade, resultando num incremento de sustentação, acontecendo o contrário na pá que recua ( $\psi=270^\circ$ ). Essa dissimetria de sustentação resulta numa resposta  $90^\circ$  defasada, ou seja, aparecerá um momento cabrador no disco rotor, que tenderá a anular o aumento da velocidade. Com isso, conclui-se que o rotor do H-1H possui estabilidade estática longitudinal positiva frente a uma perturbação em velocidade.

Outro componente que favorece a estabilidade longitudinal é o estabilizador horizontal. Ele é muito importante no projeto de qualquer helicóptero. A seleção do tamanho e da posição desta empenagem sobre a cauda é um dos mais difíceis desafios que os projetistas de helicópteros enfrentam até os dias de hoje. Além das soluções de compromisso entre as características aerodinâmicas, de estrutura, de peso e de estabilidade, há importantes efeitos de interação do fluxo de ar desviado

pelas pás do rotor principal (downwash) na região da cauda (LEISHMAN, 2006).

Prouty descreve que há basicamente três tipos de designs de estabilizador horizontal usados em helicópteros: estabilizador montado mais à frente do cone de cauda, montado mais baixo e recuado ou projeto da cauda em T (montado na parte superior do estabilizador vertical). O projeto do estabilizador montado à frente, como no H-1H, geralmente, reduz os problemas de interação com o downwash do rotor principal, pois permanece envolto pelo escoamento até que uma velocidade razoável à frente seja atingida. Devido ao braço de momento ser reduzido, a superfície deste tipo de estabilizador deve ser maior. Este tipo de estabilizador é utilizado em muitos projetos da Bell Helicopter (PROUTY, 1982).

No H-1H, esta empenagem possui perfil assimétrico negativo e seu ângulo de ataque é variável com conexão direta com o comando do cíclico. Se o helicóptero recebe uma rajada de vento no seu eixo longitudinal, ou aumenta sua velocidade à frente, isto resulta num aumento de velocidade do escoamento sobre o perfil do estabilizador, provocando um aumento da força de sustentação deste componente, gerando um momento cabrador na aeronave, causando um incremento em sua estabilidade longitudinal (Figura 7).

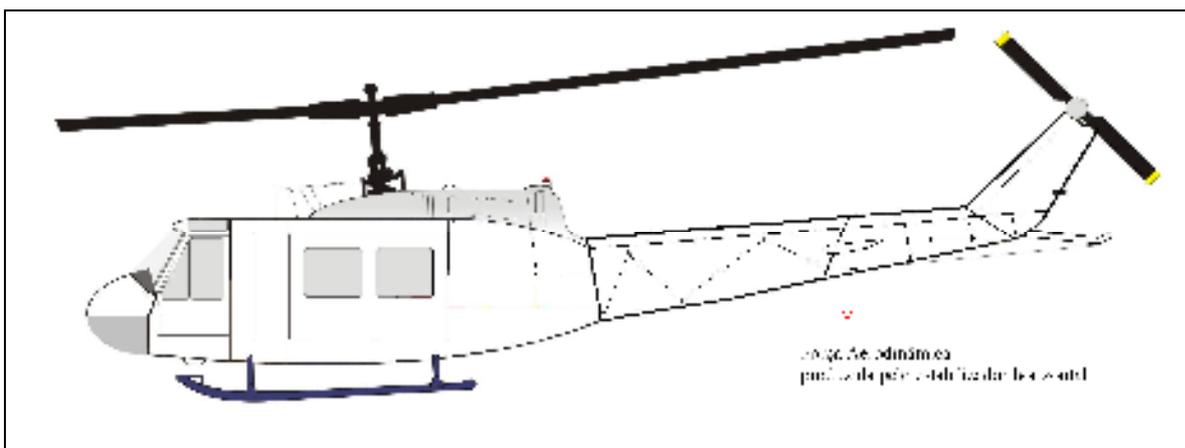


FIGURA 7: Esquema da atuação da força aerodinâmica no estabilizador horizontal.

A compreensão dessas considerações sobre estabilidade auxilia no entendimento do que pode ter acontecido no acidente, após a separação da haste do *swashplate* até a colisão contra o solo, que será discorrido a seguir.

## 5 ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DE ESTABILIDADE E CONTROLE NO ACIDENTE

Após a quebra da haste, a aeronave entrou numa atitude extremamente picada, o que aumentou sua velocidade. Diferentemente de uma descida estabilizada, na qual o piloto desce com pequenos valores de razão de descida e com ângulos de atitude levemente cabrados, nesta situação a razão de descida era grande e o ângulo de atitude, picado. Com isso o estabilizador horizontal percebeu um aumento da velocidade no escoamento sobre seu perfil, aumentando significativamente a resultante aerodinâmica dessa superfície. O aumento da velocidade e, conseqüentemente, o aumento da força aerodinâmica do estabilizador provocou um momento cabrador na aeronave que reduziu o seu ângulo de atitude. Essa mudança na atitude do helicóptero resultou no aumento do ângulo de ataque do estabilizador horizontal, diminuindo sua sustentação, pois o perfil é assimétrico invertido. Assim, a aeronave novamente mergulhou e se repetiu todo o ciclo. Isto pode ser a explicação para o fato de o piloto ter relatado que a aeronave apresentava, sem atuação no comando, mudanças no ângulo de atitude.

Ao se aproximar do solo o piloto puxou o coletivo.

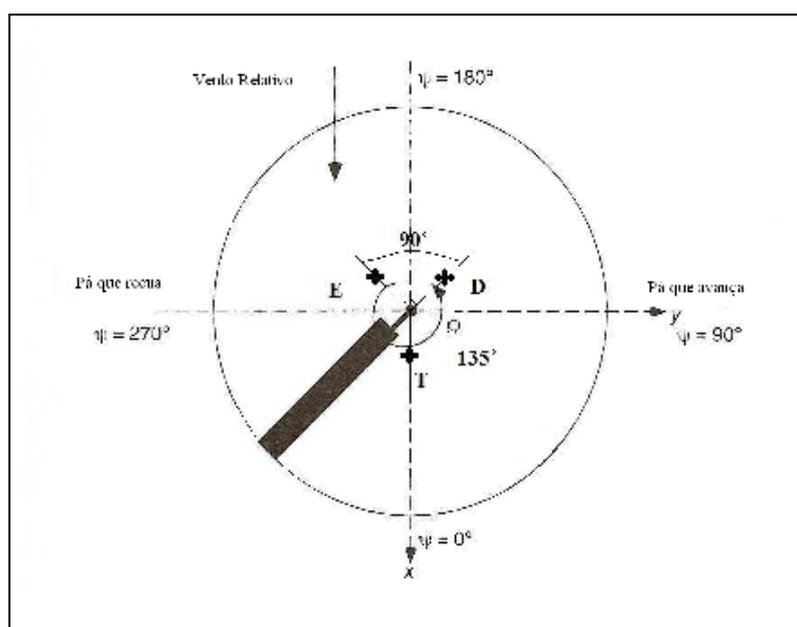


FIGURA 8: Representação esquemática das hastas de comando da swasplate em relação ao ângulo azimutal da pá.

Quando se atua no coletivo, a cadeia de comando aciona verticalmente as três hastes do swashplate, como foi exposto no capítulo 3. Como neste ocorrido, a haste da esquerda estava inoperante, o coletivo atuou somente na haste da direita e na haste traseira. Para simplificar o entendimento, a Figura 8 mostra o disco do rotor do H-1H com a representação esquemática dos pontos de atuação das três hastes, as hastes da direita (D) e esquerda (E) possuem  $90^\circ$  de ângulo entre si e distam  $135^\circ$  da haste traseira. Como a haste da esquerda (E) estava quebrada, quando o piloto puxou o coletivo somente as hastes direita (D) e traseira (T) levantaram, provocando uma inclinação do swashplate. Como há  $135^\circ$  entre estas duas hastes, o pico de elevação ocorreu na metade deste ângulo, ou seja,  $\psi=67,5^\circ$ , similar a um comando de cíclico que provocasse uma sustentação máxima neste ângulo. Como no H-1H a resposta aerodinâmica acontece  $90^\circ$  defasado, o  $\psi$  do disco rotor com maior sustentação ocorreu em  $\psi=157,5^\circ$ , e o de menor sustentação em  $\psi=337,5^\circ$ . Houve então uma inclinação do disco rotor no eixo  $157,5^\circ - 337,5^\circ$ , o que se pode decompor em dois momentos: cabrador e de rolamento à esquerda. O momento cabrador atenuou o ângulo de atitude picado da aeronave, diminuindo também a razão de afundamento. O momento de rolamento à esquerda influenciou ainda mais na inclinação lateral que já existia. Isto pode ser um dos fatores que explica a atitude de colisão contra o solo.

Sabe-se que para ter uma correta interpretação dessas interações devem-se detalhar cada fator contribuinte e analisar todo o conjunto. As considerações aqui expostas analisaram somente dois componentes: o estabilizador horizontal e a soltura da haste esquerda da swasplate separadamente sem nenhuma interação com o restante do helicóptero.

## 6 CONCLUSÃO

Investigar um acidente aéreo não é uma tarefa fácil. Requer analisar aquele fato para tentar colher os ensinamentos que ele demonstra.

Depois de discorrido sobre o funcionamento do principal componente do

comando do disco rotor, o *swashplate* e tecidos alguns comentários sobre estabilidade e controle do helicóptero H-1H, este artigo apresentou uma análise básica dos efeitos aerodinâmicos ocorridos no acidente com o helicóptero FAB 8667, após a quebra da haste de comando do *swashplate*.

No acidente em questão, a perda do parafuso de fixação levou à ruptura da haste de comando esquerda, fazendo com que o piloto perdesse parcialmente o controle do disco rotor e a aeronave iniciou um espiral descendente à esquerda. Quanto o piloto, em reflexo condicionado pelo treinamento de autorrotação, puxava o coletivo, somente as hastes de comando direita e traseira atuaram no *swashplate*, fazendo com que o disco rotor respondesse com tendência a cabrar e a rolar à esquerda.

O voo descendente da aeronave aumentou o fluxo de ar no estabilizador horizontal, aumentando assim sua força aerodinâmica, provendo um momento cabrador na aeronave. Isto explica as mudanças de atitudes que ocorreram durante a queda, sem que o piloto atuasse nos comandos.

Estas informações mostram de maneira bastante simples, o comportamento que o helicóptero apresentou após o momento da pane até sua colisão com o solo, entretanto, uma série de outras variáveis ligadas aos efeitos aerodinâmicos interferiu nesta ocorrência e não foram objeto de estudo deste artigo.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Relatório Final de acidente do FAB 8667**, ocorrido em 05 FEV 98. Brasília, 1998.

LEISHMAN, J. Gordon. **Principles of Helicopter Aerodynamics**. 2. ed. Cambridge: University Press, 2006.

PROUTY, R. W. **Helicopter Aerodynamics**. [S. l.]: PJS Publications Inc, 1982.

SEDDON, J. **Basic Helicopter Aerodynamics**. [S. l.]: BSP Professional, 1990.

## **BASIC ANALYSIS OF THE AERODYNAMIC EFFECTS PRESENT IN THE ACCIDENT WITH H-1H FAB 8667**

**ABSTRACT:** Accidents with helicopters happen. Investigation and analysis of those accidents prevent the occurrence of new ones and help in the pilots' decision making process. This article proposes a basic analysis of the aerodynamic characteristics of stability and control that were present in the accident of the H-1H 8667, when the washplate pitch control rod broke, studying only, and in a separate manner, the behavior of the rotor disk and the horizontal stabilizer from the moment of the breakdown up to the collision with the ground. It is known that a series of other variables related to the aerodynamic effects interfered in this accident, even though they will not be studied in this article.

**KEYWORDS:** Aerodynamics. Control and Stability. Helicopter.

## O AUXÍLIO DE IMAGENS NA INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS

Marco Antonio Barbosa<sup>1</sup>

Artigo submetido em 06/01/2010.

Aceito para publicação em 03/02/2010.

**RESUMO:** Durante a investigação de um acidente aeronáutico, inúmeras informações relacionadas à aeronave, ao controle do espaço aéreo e ao local da ocorrência são colhidas com a finalidade de ajudar os investigadores a descobrir os fatores contribuintes que levaram ao acidente. Apesar de um dispositivo padrão de gravação de vídeo ter sido sugerido no relatório de investigação do incidente do voo 105 da UsAir, ocorrido em 1989, até a data de publicação deste artigo um equipamento de gravação de vídeo e imagens não havia se tornado item de série na aviação comercial. Dois acidentes envolvendo aeronaves não equipadas com gravadores de voz, nem dados, foram analisados baseando-se apenas nos dados fornecidos por imagens gravadas durante esses acidentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Investigação de Acidentes. Análise de Dados. Imagens.

### 1 INTRODUÇÃO

A análise de imagens, como método auxiliar para a investigação de acidentes aéreos, já é prática difundida no Brasil e no mundo.

No Brasil, pode-se citar como exemplo o acidente do voo JJ-3054 da TAM, ocorrido em 17 de julho de 2007, quando uma aeronave Airbus A-320 chocou-se contra um prédio da própria companhia após o avião não conseguir frear na pista do Aeroporto de Congonhas em São Paulo.

As imagens das câmeras de segurança do aeroporto foram utilizadas, logo após o acidente, por investigadores do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), para prever a velocidade do avião naquele trecho de pista. A imagem em movimento da aeronave acidentada foi comparada à velocidade de pouso de outra aeronave do mesmo modelo e da mesma companhia aérea, que havia pousado com segurança minutos antes (JORNAL HOJE, 2007).

---

<sup>1</sup> Engenheiro Mecatrônico formado pela Universidade de Brasília. Atualmente cursa o Mestrado em Segurança de Voo e Aeronavegabilidade Continuada no Instituto Tecnológico de Aeronáutica. marcombarbosa@gmail.com .

Outro acontecimento de grandes proporções em que se utilizou imagem como método auxiliar de investigação, deu-se após o acidente do voo AF-459, ocorrido em Paris no dia 25 de Julho de 2000 (BEA<sup>2</sup>, 2000).

O avião supersônico Concorde da empresa aérea Air France teve seu tanque de combustível esquerdo perfurado por um pedaço de metal, na corrida de decolagem, atropelado pelo seu próprio trem de pouso principal esquerdo (BEA, 2000).

Segundo o relatório final de investigação do Bureau d'Enquêtes et d'Analyses (BEA), a Agência Francesa de Investigação de acidentes, imagens e vídeos amadores foram utilizados para calcular a quantidade de combustível perdido durante a decolagem (BEA, 2000).

As imagens foram utilizadas em dois modelos físicos diferentes para estimação do combustível restante da aeronave: um modelo baseado no escoamento turbulento para chamas de querosene e um baseado no escoamento laminar do fluido combustível. Estes dois métodos, baseados nas imagens, foram comparados à indicação dos instrumentos do combustível restante do avião (BEA, 2000).

No entanto, estas e outras gravações de vídeos e imagens de acidentes foram ocasionais, feitas por equipamentos não padronizados para esse uso, por passageiros de um voo panorâmico em gravações amadoras de exibições aéreas, por câmeras de vigilância, ou até mesmo registradas por aparelhos celulares de pessoas que estavam próximas ao acidente.

## **2 INVESTIGANDO ACIDENTES**

Segundo o trabalho de Francisco Rios Tejada, das Forças Armadas Espanholas, a investigação de um acidente aeronáutico é uma tarefa difícil, em que grande número de fatores está envolvido e, em muitos casos, parte das pistas

---

<sup>2</sup> BEA- *Bureau d'Enquêtes et d'Analyses*

necessárias encontram-se escondidas (TEJADA, 2004).

O trabalho se assemelha à montagem de um quebra-cabeça em que as peças têm que ser ordenadas a partir das informações obtidas do acidente, mas algumas dessas peças se encontram desaparecidas, queimadas, torcidas, e até mesmo colocadas artificialmente em lugar errado (TEJADA, 2004).

Mesmo dispondo de um grande número de parâmetros armazenados nos gravadores de voo de uma aeronave moderna, algumas investigações não foram capazes de encontrar os fatores que contribuíram para esses acidentes por falta de informações que demonstrassem com clareza todos os fatores que levaram aos acontecimentos (NTSB<sup>3</sup>, 1999).

A primeira recomendação de segurança a sugerir a implantação de um sistema de câmeras de vídeo em uma aeronave comercial surgiu na Inglaterra, durante a investigação do acidente envolvendo um Boeing 737-236 da British Airtours quando o piloto, sem saber das dimensões do um incêndio no motor esquerdo, executou procedimento de táxi padrão manobrando o avião na posição em que o vento alimentou chamas em direção da fuselagem (AAIB<sup>4</sup>, 1988).

Este relatório sugeriu a criação de um estudo para implantação de métodos capazes de fornecer à tripulação uma visão do exterior da aeronave, possibilitando avaliar a natureza e extensão de um incêndio ou danos externos (AAIB, 1988).

Mais tarde, durante a investigação do acidente da British Midland Airways, foi sugerida a implantação de um circuito fechado de TV nas aeronaves comerciais, capaz de evitar erros como os que levaram a tripulação a desligar o motor bom, do Boeing 737-400, e manter o motor ruim em funcionamento (AAIB, 1990).

Nos Estados Unidos, uma investigação relacionada ao voo 105 da USAir, do dia 8 de Setembro de 1989, recomenda a implantação de câmeras que pudessem gravar o ambiente da cabine de comando das aeronaves em um gravador resistente a acidentes após um resultado inconclusivo desta investigação (NTSB, 1999).

---

<sup>3</sup> NTSB - *National Transportation Safety Board*

<sup>4</sup> AAIB - *Air Accidents Investigation Branch*

Além do voo 105 da USAir, outros incidentes e acidentes também não encontraram quais foram os fatores que contribuíram para essas ocorrências, mesmo após a recuperação dos dados dos gravadores de voo (NTSB, 2010).

Dentre alguns desses relatórios não conclusivos estão: o voo 592 da ValuJet (1996); o voo 185 da SilkAir (1997); o voo 111 da Swissair (1998); o 990 da EgyptAir (1999) e o voo envolvendo uma aeronave particular Cessna King Air A100 (2002) (NTSB, 2010).

Conforme a recomendação de segurança (A-99-59) da agência de investigações americana (NTSB) o custo estimado para um sistema de gravação, composto por uma câmera, um microfone e um gravador resistente a impactos ficaria, em fevereiro de 2000, inferior a 8.000 dólares americanos (NTSB, 2000).

Em audiência pública realizada em Julho de 2004 o representante da Associação Americana de Pilotos de Linhas Aéreas (ALPA<sup>5</sup>) disse temer que as imagens fossem utilizadas para punir os envolvidos ou ainda divulgadas nos meios de comunicação. (NTSB, 2004) Ele citou exemplos em que os áudios dos gravadores de voz foram divulgados em rede de TV nacional apesar de serem protegidos por leis (NTSB, 2004).

No Brasil deputados federais da CPI do caos aéreo, quebraram o sigilo da investigação do voo TAM-JJ 3054 e revelaram detalhes da conversa gravada dos pilotos durante o acidente (CASTRO, 2007).

Em um simpósio internacional sobre gravadores para meios de transporte foram apresentadas as localizações sugeridas para as câmeras (HORNE, 1999). Uma na empenagem vertical da aeronave com uma visão geral da fuselagem, superfícies de controles e motores; uma na parte inferior da fuselagem mostrando o trem de pouso do nariz, outra virada para trás mostrando o trem de pouso principal e cauda da aeronave; uma posicionada atrás do piloto mostrando os instrumentos principais do comandante; outra mostrando os instrumentos principais do copiloto; e

---

<sup>5</sup> ALPA – *Air Line Pilots Association*

uma terceira fixada no teto da cabine, equipada com lente grande angular, para captar a atividade da tripulação (HORNE, 1999).

Os objetivos defendidos por especialistas, para a instalação de câmeras a bordo das cabines de comando das aeronaves são: desenvolver alternativas acessíveis de gravação de dados para pequenas aeronaves; captar se possível o ambiente situacional durante uma pane; avaliar a condição de stress da tripulação; adquirir informações que não são gravadas pelas caixas-pretas (CVR<sup>6</sup> e FDR<sup>7</sup>); verificar qual era a indicação de visibilidade da cabine; verificar a condição dos displays digitais; além de rever os acontecimentos reais que levaram ao acidente em vez de se tentar recriar o que pode ter acontecido (CAA<sup>8</sup>, 2006).

Dois acidentes, envolvendo aeronaves de asa rotativa, são apresentados por possuírem seus relatórios dados e conclusões baseados nos dados obtidos a partir de gravação de imagens.

## **2.1 Acidente com aeronave AS350BA sobre o Grand Canyon**

Ao efetuar um voo panorâmico de rotina, no dia 20 de Setembro de 2003, uma aeronave AS350BA chocou-se contra a parede do Grand Canyon no estado americano do Arizona (NTSB, 2003).

O piloto e seis ocupantes morreram em consequência do impacto e do incêndio que se sucedeu. A aeronave não estava equipada e não requeria nenhum tipo de dispositivo de gravação de voo, o local não possuía controle de tráfego aéreo por radar e nenhuma testemunha presenciou o acidente (NTSB, 2003).

Dentre os destroços dos seis passageiros foram encontradas quatro câmeras fotográficas digitais que foram encaminhadas para os escritórios de análise da Agência Americana de Investigação de Acidentes (NTSB) em Washington.

Também foram enviadas para comparação fotos feitas, por outro passageiro

---

<sup>6</sup> CVR – *Cockpit Voice Recorder*

<sup>7</sup> FDR – *Flight Data Recorder*

<sup>8</sup> CAA - *Civil Aviation Authority*

do mesmo helicóptero, não envolvido no acidente, tiradas em um voo anterior naquele mesmo dia (NTSB, 2003).

As imagens tiradas pelo passageiro não acidentado (Figura 1) foram usadas para estabelecer os ângulos de referência entre a longarina da porta esquerda e o terreno (NTSB, 2003). Um programa CAD<sup>9</sup> foi empregado para traçar as curvas e ângulos de referências.



FIGURA 1: ângulos de referência da aeronave em relação ao terreno (NTSB, 2003)

A fotografia tirada pelo passageiro acidentado (Figura 2) comprova que durante o voo do acidente o aparelho executou manobras de rolagem lateral com uma inclinação de pelo menos 69 (graus) à esquerda antes de colidir contra a parede do Canyon (NTSB, 2003).

---

<sup>9</sup> *Computer Aided Drawings*

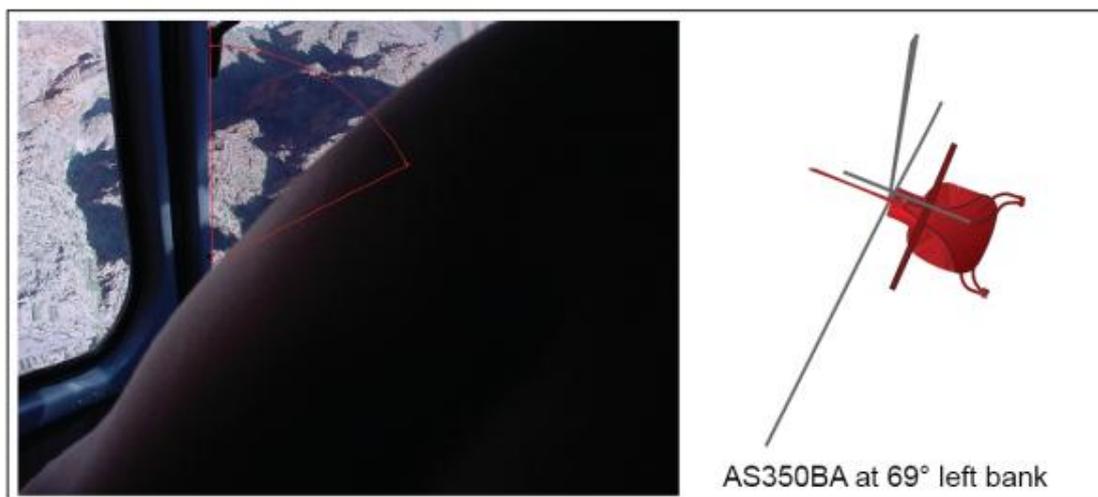


FIGURA 2: Fotografia mostrando o helicóptero com uma inclinação lateral de 69 graus e um gráfico representativo de uma aeronave AS350BA com mesma inclinação (NTSB, 2003)

Conforme outra fotografia digital, tirada pelo mesmo passageiro durante o voo do acidente, o piloto inclinou o helicóptero com uma atitude de 55° para frente em relação ao horizonte durante o voo de descida do Canyon (NTSB, 2003).



FIGURA 3: Fotografia indicando o helicóptero com uma inclinação frontal de 55 graus e um gráfico exibindo uma aeronave AS350BA com mesma atitude (NTSB, 2003).

Segundo o programa de segurança para operações de turismo (Tour Operators Program of Safety), os ângulos máximos permitidos, em voos panorâmicos, não podem exceder 30° de inclinação lateral e 10° de inclinação frontal (NTSB, 2003).

Em adição ao programa de segurança para operações de turismo o Código Federal de Regulamentos Americanos (14 CFR 91.307) recomenda:

(c) a não ser que cada ocupante da aeronave esteja utilizando um pára-quedas homologado nenhum piloto de uma aeronave civil que esteja carregando qualquer pessoa (excluindo a tripulação) pode executar manobras intencionais que excedam:

- (1) uma inclinação lateral de 60° em relação ao horizonte; e
- (2) uma inclinação frontal maior que 30° tanto para frente (picado) quanto para trás (cabrado) (FAA<sup>10</sup>, 2005).

Outra imagem feita por um passageiro em um voo anterior ao acidente comprova a proximidade da aeronave em relação à parede direita do Canyon e a velocidade indicada no painel de instrumentos (entre 145 e 150 nós) durante a descida do Canyon (NTSB, 2003).



FIGURA 4: Foto mostrando a proximidade do helicóptero com o terreno e a velocidade indicada no painel (NTSB, 2003).

Antes do acidente, o piloto chefe da *Sundance Helicopters* emitiu uma recomendação de segurança, em 15 de Junho de 2000, a todos os pilotos da empresa limitando a velocidade indicada em 120 nós durante a descida do Canyon (NTSB, 2003).

<sup>10</sup> FAA – *Federal Aviation Administration*

Na conclusão do relatório, o acidente foi atribuído ao resultado de uma série de fatores. Dentre eles, o não cumprimento dos procedimentos de segurança de voo e o julgamento errôneo do piloto em relação à proximidade com o terreno.

Fatores organizacionais relacionados ao operador e à Agência Federal de Aviação Americana (FAA) em monitorar a segurança operacional desses voos panorâmicos também contribuíram para o acidente (NTSB, 2003).

Após o acidente, a *Sundance Helicopters* implantou uma política de “tolerância zero” em relação à segurança envolvendo o comportamento dos pilotos. Dentre elas, várias iniciativas foram utilizadas para implementar o programa de segurança de voo como a instalação de câmeras de vídeo em todas as suas aeronaves para gerenciar o comportamento dos pilotos durante os voos panorâmicos (NTSB, 2003).

Conforme afirma o relatório do acidente, a empresa alega rever os vídeos rotineiramente como forma de avaliação dos pilotos (NTSB, 2003).

O relatório garante que no período de investigação, o proprietário da empresa demitiu um de seus pilotos após rever um vídeo que revelou uma “técnica inapropriada” de pilotagem (NTSB, 2003).

As imagens também são oferecidas aos passageiros interessados em adquiri-las como forma de reduzir os custos que envolvem o programa de segurança.

## **2.2 Acidente com um MDD500N sobre o vale do rio *Rhine***

Em outro acidente ocorrido no dia 26 de Julho de 2007, um helicóptero MDD500N, colidiu contra cabos de energia que cruzavam o rio *Rhine* na Suíça quando o piloto fazia um voo por baixo de uma ponte ferroviária (BFU<sup>11</sup>, 2009).

A aeronave, equipada com uma câmera giroestabilizada de alta definição,

---

<sup>11</sup> BFU – Buro Fur Flugunfalluntersuchungen

havia sido contratada para realizar um vídeo documentário sobre as belezas do vale do rio *Toss*.

Durante a preparação do vôo, foi feita uma avaliação dos riscos e obstáculos que envolveriam a atividade. No planejamento do trajeto foi definido que a aeronave voaria a poucos metros da superfície do rio *Toss* abaixo da altura da copa das árvores seguindo o curso do rio (BFU, 2009).

Depois de alguns minutos de voo, logo antes de entrar na área do município de Freienstein, o helicóptero voou por baixo de um cabo telefônico que cruzava o rio. A passagem por debaixo do cabo telefônico tinha sido previamente planejada e a presença desta ameaça estava indicada na carta de obstáculos do local (BFU, 2009).

De acordo com o vídeo recuperado, da câmera giro-estabilizada, é possível notar com clareza a presença do cabo telefônico à grande distância (Figura 5).



FIGURA 5: Cabo telefônico sobre o rio *Toss* (BFU, 2009)

Após realizar várias imagens sobre o rio *Toss*, devido às excelentes condições de iluminação daquele dia, o diretor de filmagens pediu que o piloto fizesse um desvio em direção a cidade de *Eglisau* para filmar o leito do rio *Rhine*. O piloto concordou com o diretor manobrando a aeronave rumo ao vale do rio *Rhine*

(BFU, 2009).

Mais tarde, ao se aproximar de uma ponte ferroviária, o piloto decide fazer uma passagem por debaixo de seu vão após verificar visualmente que haveria espaço suficiente para a aeronave.

Pouco antes de terminar a passagem por baixo da ponte, o piloto avista na altura de seus olhos, um cabo que se estendia de um lado ao outro da ponte. O operador da câmera tentou alertar o piloto com um grito, mas devido à velocidade de deslocamento da aeronave o piloto não teve tempo suficiente para manobrar o helicóptero.

A aeronave chocou-se contra os cabos a uma velocidade de aproximadamente 60Km/h partindo dois cabos elétricos de cobre de 12 mm de diâmetro. Apesar das avarias e da grande vibração sucedida, o piloto conseguiu fazer um pouso de emergência, em um campo gramado localizado na margem direita do rio *Rhine*. Nenhum dos ocupantes saiu ferido do acidente embora a aeronave tenha sofrido sérios danos estruturais.

O filme feito durante o voo aliado às informações registradas pelos equipamentos de gravação baseou o estudo da Agência Suíça de Investigação (BFU), uma vez que a aeronave não estava equipada com gravadores de voo (BFU, 2009).

Durante a primeira passagem por debaixo do cabo telefônico, observa-se o cabo estendido, no topo da imagem (Figura 5), muito antes da passagem da aeronave, contra o contraste de céu claro.

No entanto, a presença do cabo elétrico sob a ponte do rio *Rhine* estava imperceptível à grande distância (Figura 6) devido ao contraste contra os fundos escuros da vegetação e do rio.

Os investigadores concluíram ao rever as imagens a evidente dificuldade de identificação dos cabos de transmissão de energia que se situava na rota de voo da aeronave (BFU, 2009).



FIGURA 6: Ponte sobre o rio *Rhine* (BFU, 2009).

É possível notar na imagem, recuperada do filme, a presença do cabo de energia (Figura 7) situado a 18 metros de altura da superfície da água apenas um segundo antes do impacto.



Figura 7: Um segundo antes do impacto do cabo elétrico com o helicóptero (BFU, 2009).

### 3 CONCLUSÕES

A utilização de imagens e vídeo provou ser um método complementar de investigação de acidentes em aeronaves não equipadas com gravadores, de voz (CVR) ou dados (FDR). Dados como altitude, velocidade, atitude de voo, condições de visibilidade, entre outros, podem ser extraídos das imagens como foi citado nos dois exemplos dados.

Dados como posição, aceleração lateral, razão de subida, entre outros, podem ser obtidos a partir de integrações e diferenciações matemáticas.

Durante uma investigação, é comum fazer o carregamento (upload) dos dados do gravador de dados (FDR), em simuladores de voo, com a intenção de se resgatar cronologicamente a ocorrência dos eventos da cabine de comando. A utilização de câmeras de vídeo pode ajudar esta tarefa complicada e intuitiva, resgatando com fidelidade o exato acontecimento dos fatos até o momento do acidente.

Sensores das aeronaves permitem o registro das ações dos pilotos nos mecanismos de controle durante uma situação de pane, mas nem sempre é possível prever o ambiente situacional da crise.

Fatores como visibilidade, fumaça, comunicações não verbais e apagamento dos displays foram observados durante pesquisa realizada em simulador por investigadores da Agência Britânica de Aviação Civil (CAA, 2006).

Fazem parte dos requisitos mínimos de desempenho e operação (MOPS<sup>12</sup>) levantados pelo estudo ED-112 um sistema de criptografia com dupla senha para privacidade das imagens (EUROCAE<sup>13</sup>, 2003).

Trabalhos adicionais foram desenvolvidos pela agência britânica de investigação (AAIB) no intuito de proteger as gravações contra quaisquer usos que excluam a investigação de acidentes, principalmente o uso desta tecnologia para fins punitivos (AAIB, 2005).

---

<sup>12</sup> MOPS – *Minimum Operation Performance Standards*

<sup>13</sup> EUROCAE - *European Organisation For Civil Aviation Equipment*  
ISSN 2176-7777

Vale lembrar que conforme a definição do Comando da Aeronáutica, a investigação de um acidente tem como única finalidade a prevenção de acidentes aeronáuticos não cabendo investigar as pessoas culpadas ou punir os responsáveis (CENIPA, 2006).

## REFERÊNCIAS

AIR ACCIDENTS INVESTIGATION BRANCH (Reino Unido). **Report on the accident to Boeing 737-236, G-BGJL at Manchester International Airport**, 1988.

\_\_\_\_\_. **Report on the accident to Boeing 737-400, G-OBME near Kegworth**, 1990.

\_\_\_\_\_. **Bulletin No: 5/2005**: Ref: Socata TBM 700B, N30LT, 2005.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **NSCA 3-6**: Investigação de Acidente Aeronáutico, Incidente Aeronáutico e Ocorrência De Solo. Brasília, 2008.

BUREAU D'ENQUÊTES ET D'ANALYSES (França). **Accident survenu au lieu-dit la patte d'oie de Gonesse au Concorde immatriculé F-BTSC exploité par Air France**, 2000.

BURO FÜR FLUGUNFALLUNTERSUCHUNGEN (Suiça). **Accident report No. 2017 to the MDD-500N helicopter, HB-XYP operated by Fuchs Helikopter**, 2009.

CASTRO, S. Transcrições da caixa-preta revelam desespero no Airbus. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 01 ago. 2007. Disponível em:

<<http://www.estadao.com.br/noticias/cidades,transcricoes-da-caixa-preta-revelam-desespero-no-airbus,28089,0.htm>>. Acesso em: 25 jan 2010.

CIVIL AVIATION AUTHORITY (Reino Unido). **Cap 762**: The Effectiveness of Image Recorder Systems in Accident Investigations, 2006. Disponível em:

<<http://www.caa.co.uk/docs/33/CAP%20762.pdf>>. Acesso em: xx yyy 2009.

EUROPEAN ORGANISATION FOR CIVIL AVIATION EQUIPMENT. (França). **ED-112**: Minimum Operational Performance Specification for Crash Protected Airborne Recorder Systems, 2003. Disponível em: < <http://www.china-cam.cn/chs/edit/UploadFile/200694154224375.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2010.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (Estados Unidos). Title 14: Aeronautics and Space - 14 CFR 91.307 - Parachutes and parachuting. In: **Code of Federal Regulations**, 2005.

HORNE, M. Future Video Accident Recorder. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRANSPORTATION RECORDERS, 1999, Arlington, Virginia. 2000. Disponível em: <[http://www.nts.gov/events/symp\\_rec/proceedings/authors/horne.htm](http://www.nts.gov/events/symp_rec/proceedings/authors/horne.htm)>. Acesso em: 25 jan. 2010.

JORNAL HOJE. **Investigação:** Avião estava em alta velocidade. Edição nº 4694. 19 jul. 2007..Disponível em: <<http://www.jhoje.com.br/19072007/geral.php>>. Acesso em: 24 jan. 2010.

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD (Estados Unidos). **Aircraft Accident Brief:** LAX03 MA292, Sundance Helicopters, AS350BA, 20 set., 2003. Washington, D.C., 2007. Disponível em: <<http://www.ntsb.gov/publicn/2007/AAB0703.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **Most Wanted Transportation Safety Improvements:** Require Image Recorders, 2010. Disponível em: <[http://www.ntsb.gov/recs/mostwanted/aviation\\_recorders.htm](http://www.ntsb.gov/recs/mostwanted/aviation_recorders.htm)>. Acesso em: 04 mar. 2010.

\_\_\_\_\_. **Public Hearing:** Aviation Image Recording, 2004, Washington, D. C. Transcrição...Washington: NTSB, 2004. Disponível em:

< [http://www.ntsb.gov/Events/2004/av\\_img\\_rec/transcript\\_072804.pdf](http://www.ntsb.gov/Events/2004/av_img_rec/transcript_072804.pdf) >. Acesso em: 04 mar. 2010.

\_\_\_\_\_. **Safety Recommendation:** A-99-16 through 18. Washington, D. C., 1999. Disponível em: <[http://www.ntsb.gov/Recs/letters/1999/A99\\_16\\_18.pdf](http://www.ntsb.gov/Recs/letters/1999/A99_16_18.pdf)>. Acesso em: 25 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. **Safety Recommendation:** A-99-59 through 63. Washington, D. C., 2000. Disponível em: <[http://www.ntsb.gov/recs/letters/1999/A99\\_59\\_63.pdf](http://www.ntsb.gov/recs/letters/1999/A99_59_63.pdf)>. Acesso em: 25 jan. 2010.

TEJADA, F. R. **General Aspects in Aircraft Accident Investigation.** Madrid: Spanish Armed Forces Technical Investigation Board, 2004. Disponível em:<<http://ftp.rta.nato.int/public//PubFullText/RTO/EN/RTO-EN-HFM-113//EN-HFM-113-01.pdf>>. Acesso em: 04 mar 2010

## THE HELP OF IMAGES IN AIRCRAFT ACCIDENT INVESTIGATIONS

**ABSTRACT:** In an aircraft accident investigation, innumerable data relative to air traffic control, the crash site and the aircraft are collected to help investigators to find the probable causes that led to the accident. Standard video-recording equipment was first suggested in the UsAir-105 incident investigation report, but, until the date of publication of this article, video-recording devices were not standard items for commercial airliners. Two accidents involving aircraft not equipped with either voice or data recorders were studied based only upon the information provided by images recorded during the accidents.

**KEYWORDS:** Accident Investigation. Data Analysis. Images.

## GERENCIAMENTO DE CRISE: ANÁLISE CRÍTICA DO CASO TAM 402

Solon Santos Júnior<sup>1</sup>  
Matheus Luciano Tapparo<sup>2</sup>

Artigo submetido em 25/11/2009.

Aceito para publicação em 17/03/2010.

**RESUMO:** O presente trabalho procura fazer uma análise de casos relacionados a gerenciamento de crises aplicando estes conceitos na atividade aérea. Foi seguida uma linha lógica de fatos que passou de uma história real ocorrida com a TAM em 1996 com o acidente de um Fokker100 da empresa [Voo402], identificando uma falha no gerenciamento de crise por parte da empresa em relação ao acidente retratado, passando por conceituação de gerenciamento de crises, definindo e dissertando então sobre a equipe e o plano de gerenciamento de crises. Posto isto, foi apresentado um modelo de como não se gerenciar uma crise com um caso de âmbito externo ao da aviação, porém com bastante riqueza no sentido de aprendizado para a aviação, logo, foi trazido este caso ao âmbito aeronáutico com uma breve análise crítica ao caso TAM 402.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gerenciamento de Crises. TAM 402. Crises na Aviação.

### 1 INTRODUÇÃO

Era uma típica manhã de outubro em São Paulo. Na noite anterior se dissipara uma frente fria responsável pelo tempo feio. Mas naquele 31 de outubro de 1996, uma quinta feira, o sol estava se abrindo, sinal de uma jornada gostosa de temperatura amena e céu azul.[...]Por volta das 8h30, tocou o meu telefone celular. Estava parado em um semáforo em uma rua bem próxima ao aeroporto, na zona sul da capital paulista. Do outro lado da linha, um funcionário da coordenação foi direto ao assunto: -Nós tivemos um problema: O Mike Romeo Kilo [vôo TAM402] decolou, caiu aqui em frente, explodiu e morreu todo mundo.

[...] Acontecia ali o maior acidente aéreo urbano [da época] ocorrido no Brasil, uma tragédia que resultou na morte de 99 pessoas: noventa passageiros, sete tripulantes e duas pessoas em terra –

---

<sup>1</sup> Piloto Privado, bacharel em Aviação Civil e pós graduando em Segurança de voo pela Universidade Anhembí Mourumbi. solon.aer@gmail.com .

<sup>2</sup> Piloto Privado, bacharel em Aviação Civil e pós graduando em Segurança de voo pela Universidade Anhembí Mourumbi. m\_tapparo@hotmail.com .

moradores da Vila Catarina, no bairro do Jabaquara, onde a aeronave se espatifou e explodiu, atingindo duas dezenas de casas. (ROSA, 2008).

Até 1996, a TAM linhas aéreas, não tinha nenhum programa de gerenciamento de crises, segundo o executivo Luiz Eduardo Falco [executivo que liderou a TAM nos momentos de crise após a queda do voo 402], mas apesar de a empresa não contar, até então, com um plano de crises, a mesma contou com a sorte de ter em sua liderança um executivo com um excelente talento individual e competência, além de também contar com uma equipe de profissionais que foram coniventes às decisões do executivo, contribuindo significativamente para o “sucesso” da empresa em meio à crise. Mesmo com a crise, a empresa ganhou prêmios de “a empresa do ano” pela revista Exame confirmando o sucesso de gerenciamento de crise praticado pela empresa.

Apesar do “sucesso” da TAM em meio à crise, Mario Rosa afirma que depender do talento individual de um executivo ou da intuição de um grupo num momento crítico é apenas um outro nome para improvisação que combinado com a falta de preparo, costuma ser a semente das grandes crises.

O trabalho terá como objetivo desenvolver uma análise crítica de problemas gerados pela falta de uma equipe especializada em crises nas empresas aéreas, fundamentando sua importância em crises já acontecidas no âmbito nacional e internacional. Consideraremos também o acidente aeronáutico como principal foco do trabalho, pois é considerado a pior crise para uma empresa aérea.

## **2 O CONCEITO DE GERENCIAMENTO DE CRISES.**

Define-se como crise o ponto de transição entre uma época de prosperidade e outra de depressão (FERREIRA, 1999), no entanto é sabido, por especialistas e profissionais que são designados a trabalhar com crises no âmbito aeronáutico, que a definição mais próxima da realidade pode ir além, pois a crise neste setor pode e geralmente está atrelada a algumas palavras-chaves que atuam em sinergias entre

si como, por exemplo: Mortes Múltiplas, Explosão, Imagem da Empresa, Tristeza de Familiares, Perdas Materiais, Caos, Abalo Psicológico e etc. Todas estas palavras convergindo a um objetivo contraditório ao da empresa, o 'fechamento de suas portas'.

Vemos assim que a crise no setor aeronáutico tem suas peculiaridades. Elas são fortes, alcançam níveis internacionais, os grupos de pressão à empresa são cada vez maiores devido à globalização e à magnitude do desastre aéreo, Dentre outras peculiaridades a crise no setor aeronáutico exige bastante destreza e conhecimento de seus gerentes para trabalharem de modo a mitigar sempre os efeitos gerados pela crise.

Todos sabem que inexplicavelmente os humanos tendem a querer saber mais de assuntos aterrorizantes que combinado com a globalização aumenta incrivelmente a pressão para a empresa aérea. Com a capacidade de transmissão de dados e de se tornar público uma opinião que o mundo inteiro pode tomar como verdade, definitivamente, as empresas sempre devem se preparar para o pior.

Apesar de se haver uma visível e normal contestação por parte da alta cúpula da diretoria em se investir dinheiro em algo que aparentemente não traz retorno algum para a empresa, caso não haja este investimento, uma crise poderá pôr em cheque as decisões da empresa que, ligado à falta de prevenção e ao alto grau de exigência em relação à reação da empresa, esta terá sua possibilidade de sobrevivência reduzida aos mínimos. Tendo em vista que todas as empresas estão suscetíveis a crises que normalmente acontecem e que para preveni-la é necessário um gerenciamento adequado, a ação destes profissionais é estatisticamente comprovada bastando apenas uma questão de tempo para que a empresa seja testada e 'julgada' pela sua competência em gerenciar crises.

### **3 A EQUIPE E O PLANO DE GERENCIAMENTO DE CRISES**

Conforme citado, anteriormente, para reagir às pressões feitas às empresas por parte das pessoas em momentos de crises, é notória a necessidade de

planejamento, porém, eis a questão: Quem poderia fazer parte do pessoal destinado a atuar na gerência de crises em uma empresa aérea?

Esta resposta acaba por ter certa minúcia posto que a área de gerenciamento de crises é nova e que em virtude disto conta com poucos profissionais especializados.

No entanto, a resposta acaba por ser óbvia, a pessoa adequada ao cargo seria o profissional mais preparado, mais especializado e que tenha o entendimento mais abrangente da área que irá atuar, ou seja, um profissional qualificado que entenda todas, ou de grande parte das peculiaridades existentes na atividade aérea, este seria o profissional ideal para a gerência de crises na atividade aérea, sem contar as qualidades pessoais que abrangeriam, por exemplo, humildade, perspicácia e facilidade com comunicação.

Estes profissionais geralmente se fazem frente à crise juntos aos escalões mais elevados da empresa por lidarem com informações importantes em curto período de tempo, informações que poderão levar a empresa ao “sucesso” ou ao “fracasso”.

Contudo não devemos nos enganar, quando há uma crise a se gerenciar, todos devem fazer parte do processo de mitigação da crise. A todos devem ser esclarecidos quais serão suas respectivas tarefas nos momentos de crises fazendo com que a empresa atue de forma sinérgica. O gerente de crises deve saber claramente a quem designar as tarefas que estão ligadas ao processo de mitigação da crise como, por exemplo, apoio e assistência a famílias, transporte de familiares, porta voz etc. Para isto o gerente de crises deve conhecer bem estes profissionais e voluntários a ponto de que ele saiba quais deles têm em seu gênio pessoal um comportamento que possa agravar ainda mais o evento tal qual a pessoa foi designada a mitigar. No caso de assistência a famílias, por exemplo, a pessoa designada a consolar uma família não pode deixar seu lado emotivo se equiparar com a de uma família em luto. Por sua vez, uma pessoa destinada a ser porta voz, não pode deixar o nervosismo refletir nas câmeras dos repórteres. Posto isto, para

se compor uma equipe de ação em crises, o gerente de crises deverá fazer um bom trabalho de planejamento.

Sintetizando, o gerenciamento de crises deve ser algo pré-planejado, pois diante de uma crise, todos os envolvidos deverão saber quais serão suas respectivas tarefas e função para trabalharem de forma sistêmica e sinérgica diante das dificuldades que serão impostas à empresa pela crise. Este pré-planejamento é o que denominamos de plano de gerenciamento de crises.

O plano de crises nada mais é do que o planejamento das empresas para as situações de crises, onde estão todos os procedimentos a serem feitos em casos de crises, são geralmente chamados de “Plano de Gerenciamento de Crises” e deverão ser disponibilizados a todos os membros chaves da organização e também a todos aqueles que participarão da equipe de gerenciamento bem como suas funções.

O plano deverá conter procedimento de contingência, de suporte a vítimas e familiares, relacionamento com meios de comunicação e, caso aplicável, a coordenação de procedimentos conjuntos para gerenciamento da situação em vãos de código compartilhado (code-share). Um bom plano deverá conter listas de contatos e mapas dos recursos à disposição dos gestores. É importante que cada função prevista no plano seja descrita em “check lists” práticos e objetivos, organizado em função das prioridades. Segue abaixo, um caso de gerenciamento de crise inadequado com suas possíveis conseqüências.

### **3.1 Caso Exxon Valdez**

Este é um dos casos mais conhecidos, estudado e discutidos em todo mundo como sendo um dos piores casos em termos de acidentes industriais e de reflexos corporativos em relação ao meio ambiente. Posto isto, o foco aeronáutico será colocado um pouco de lado para esclarecer melhor as conseqüências de um mau gerenciamento e o que uma empresa, seja ela de qualquer setor, não deve fazer diante de uma crise.

Um superpetroleiro, Exxon Valdez, bateu na costa do Alaska em 1989, deixando vaziar 260 mil barris de petróleo provocando um dos maiores desastres ambientais da história. À época, a Exxon Mobil recusou-se a falar com a mídia, perdeu o controle da história e viu sua imagem arruinada. Seu valor em bolsa encolheu US\$ 3 bilhões e seu nome virou sinônimo de arrogância corporativa. Segue abaixo os principais erros da Exxon juntamente com os principais atos que não se deve ocorrer na gerência de crises:

1. Lentidão em agir e comunicar-se com a opinião pública;
2. Nos releases inicialmente liberados pela empresa, buscou-se passar para a opinião pública a impressão que a situação estava sob controle e que os danos ambientais eram pequenos;
3. Procurou-se também empurrar a culpa pela colisão para o comandante do petroleiro;
4. A percepção é que a Exxon não quis assumir publicamente a responsabilidade. Houve sugestões de que a cúpula assumisse a responsabilidade e renunciasse ao cargo;
5. Bem atrasada, a Exxon resolveu fazer um anúncio de página inteira nos jornais dizendo lamentar o acidente, mas, sem assumir a responsabilidade;
6. Não estavam preparados para enfrentar o vazamento. Não havia “brigadas de incêndio”, nem processos “em caso de”. A Exxon tinha um departamento de relações públicas que não estavam preparados para gerenciar uma crise;
7. Achavam que podiam administrar o problema sozinhos;
8. Deixar o problema em claro por palavras foi uma problemática para a empresa;
9. Porta vozes despreparados. Perguntados se o Presidente da empresa daria uma entrevista à TV, foi dito que “ele não tinha tempo para essas coisas”;

10. Não houve cooperação com a imprensa;
11. Não colaboraram com o Governo. Pelo contrário, fizeram lobby contra a aprovação da lei "*Oil Pollution Act*" - uma iniciativa que surgiu decorrente do acidente;
12. Muitos consultores sugeriram uso de voluntários para a operação de limpeza da área. Havia muitas pessoas querendo ajudar, no entanto, a empresa optou em gastar 3 bilhões de dólares com iniciativas que não funcionaram;
13. A Exxon hostilizou e negou qualquer ajuda.

Segundo vários órgãos renomados como o GreenPeace, por exemplo, a Exxon Valdez, não quis assumir a responsabilidade pelo dano. A empresa utilizou canais de comunicação com ineficácia [conforme acima] o que resultou em aproximadamente num custo de 8,6 bilhões de dólares e sua imagem ficou permanentemente manchada devido à ineficiência de seu gerenciamento da crise.

Podemos perceber a grave consequência que uma crise pode gerar à uma empresa que não está preparada em termos de, por exemplo, pessoal especializado, comprometimento da empresa etc. Trazendo para o contexto da aviação civil, não é difícil pensar que o agravamento de uma crise leva a empresa ao fechamento de suas portas devido a magnitude de consequências geradas pela crise e o número de pessoas nela envolvida, conforme analisado abaixo.

#### **4 GERENCIAMENTO DE CRISE NO ÂMBITO AERONÁUTICO**

Contando com as peculiaridades da aviação, imaginemos uma queda de um avião com 100 vítimas. O número de pessoas e familiares que estarão envolvidos e pressionando a empresa aérea por resultados, investigações, indenizações, e algo do gênero, poderá mais que duplicar, o que nos dá margem a pensar que a empresa não terá tempo para prevenir atos, mas sim reagir de acordo com a demanda do tempo na crise.

A partir do pouco tempo que a empresa terá com relação às suas tomadas de decisões, se a mesma não tiver planejado como reagir em momentos de crise, as chances de ter seus resultados equiparados aos resultados da Exxon será grande. Já que a melhor prevenção diante de algo que nos cobra uma reação rápida com imediatismo e precisão é o bom planejamento, sugere-se que para este bom planejamento deva haver uma equipe especializada com estes fins.

#### **4.1 Análise do Caso TAM 402**

Vemos abaixo o histórico do acidente de acordo com o relatório final emitido pelo CENIPA para melhor entendimento do leitor com relação ao ocorrido no acidente da TAM 402:

A aeronave realizava um vôo de transporte regular de passageiros, sob o designativo TAM 402, partindo de São Paulo (Congonhas - SBSP ) com destino ao Rio de Janeiro (Santos Dumont - SBRJ ). Por volta das 08:26P, durante a decolagem e logo após sair do solo, a tripulação foi surpreendida por uma circunstância que interpretou como sendo uma indicação de falha do sistema “auto throttle” (Auto-Throttle System ou ATS), procurando executar imediatamente uma ação corretiva. Foi observado por testemunhas no solo que o reversor do motor direito (motor nº 2) abriu e fechou algumas vezes, tendo sido ouvido o ruído característico a esta situação. Durante os vinte e quatro segundos totais de vôo, a aeronave derivou à direita, mantendo-se a baixa altura e velocidade, chegando a uma atitude de acentuada inclinação à direita vindo a colidir com edificações, projetando-se ao solo e incendiando-se em seguida, sofrendo perda total.

No acidente, todos os oitenta e nove passageiros e os seis tripulantes faleceram, além de quatro outras fatalidades de terceiros. (BRASIL, 2002)

Apresentados os conceitos acima, podemos ter uma idéia bastante concreta do grau de risco que a TAM assumiu no caso 402. Com a falta de uma equipe de apoio à crise, a TAM “se permitiu” expor a empresa a um risco bem elevado, ainda mais considerando que a aeronave veio a colidir em meio a uma cidade com um

elevado número de pessoas o que culminou no aumento do número de fatalidades para 99 por incluir terceiros que não haviam relação com o voo.

Apesar de contar com um profissional competantíssimo e ter ganhado prêmio por sua excelência na gestão operacional, o sucesso da empresa deveu-se a dois grandes “fatores contribuintes” explicados a seguir.

Em hipótese alguma retratando crítica negativa, nem desmerecendo a atuação do Sr. Luiz Eduardo Falco [executivo que liderou a empresa no auge de sua crise em 1996], contudo, dentre os fatores contribuintes o fator que contou em maior proporção para com a contribuição do sucesso da TAM em meio a crise, foi a sorte combinado com a atuação de um dos profissionais da “American Airlines” que prestou assistência à empresa em momentos de extrema complexidade gerencial.

Trazendo para a realidade atual, a possível falta de conhecimento, ou possível falta de comprometimento para com o planejamento da crise por parte da empresa em 1996 seria lamentável, pois a empresa estaria assumindo um risco que poderia tê-la prejudicado com possíveis danos irreversíveis. Vemos abaixo possíveis reflexos da desorientação da empresa por não possuir o plano de gerenciamento de crises na época do caso 402.

“A TAM divulgou ontem a primeira nota oficial a respeito do relatório final sobre o vôo 402 e evitou referências às exigências feitas pela Aeronáutica a respeito do treinamento de seus pilotos. [...]”

O laudo final sobre o acidente, divulgado semana passada, traz oito exigências à empresa aérea, quatro delas referentes a treinamento. Duas das exigências são para que a empresa reforce procedimentos de treinamento que já eram obrigatórios à época do acidente. “O relatório não estabelece nenhuma relação entre o defeito do reverso e a manutenção do equipamento, nem, tampouco, com o treinamento de pilotos”, diz a nota da empresa. O relatório da Aeronáutica diz que dois procedimentos adotados pelos pilotos contribuíram para o acidente, mas afirma que os tripulantes foram induzidos por defeitos da aeronave a agir dessa forma. Segundo o relatório, uma das principais falhas que contribuíram para o acidente foi uma modificação no projeto da aeronave que aumentou a possibilidade de falha a um ponto abaixo do que permite a lei.

[...] A nota da TAM traz ainda uma incorreção conceitual. Na

introdução, a empresa escreve que o relatório mostrou que "a TAM não teve culpa no acidente".

Na verdade, como costumam repetir os investigadores da Aeronáutica, o relatório não tem por objetivo apontar ou isentar de culpa ou responsabilidade, mas sim acusar as falhas ocorridas em um acidente e exigir atitudes que evitem a repetição de tais erros. A empresa contradiz o laudo ainda ao afirmar que "a tripulação tomou as providências que eram recomendadas para o tipo de alerta anunciado".

A respeito disso, o relatório cita em duas passagens que, "doutrinariamente, qualquer ação de uma tripulação frente a qualquer anormalidade no ambiente da cabine de comando de vôo, abaixo de 400 pés, é não recomendável".

Na ocasião do acidente, a aeronave não passou dos 130 pés de altura. Apesar disso, os pilotos atuaram sobre os controles dos motores. Segundo o coronel Douglas Ferreira Machado, chefe do Cenipa (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos), da Aeronáutica, se a tripulação não atuasse, o avião decolaria. (VERGARA, 1997).

Conforme vemos acima, a TAM não cedeu a nota à imprensa com clareza, o que acabou culminando em algumas discussões entre a empresa e as imprensas locais. Tal fato tem relação ao plano de respostas a emergência que também inclui respostas à imprensa em maio a crise. Podemos notar que, como dito anteriormente, quando uma empresa não possui este "plano de respostas a emergências" acabam, de maneira geral, por "se perder" no sentido de responder ou ceder notas explicativas de maneira desordenada. Possivelmente, a empresa poderia não passar por este equívoco caso houvesse um grupo de gerenciamento de crises estruturado e com o "know how" necessário.

Após o término da crise do voo 402, a TAM usou seu bom senso gerencial e aplicou recursos em um plano de crise à altura da empresa, contando com uma equipe de gerenciamento de crises qualificada e especializada pronta a atuar de maneira planejada e nos padrões operacionais que se preconiza para a excelência em administração de crises e mitigação de seus efeitos.

## 5 CONCLUSÃO

Conclui-se que o gerenciamento de crise é de extrema importância para as empresas da atividade aérea, pois nela há peculiaridades que tendem a deixá-las com um altíssimo nível de complexidade. Dentre elas, talvez a mais complexa que se pode citar, é o fato da relação com o número de pessoas envolvidas, ainda mais considerando que com o aumento das tecnologias e da capacidade de tráfego aéreo existente, o número de passageiros tende a ser ainda maior.

Outra problemática detectada é a elevada capacidade da tecnologia no quesito publicação e globalização que, devido aos canais e meios de comunicação facilitados, a crise alcança escopos e lugares que antes não eram alcançados.

Sabemos que a crise pode ter complicações inesperadas, mas que elas não podem ser reagidas inesperadamente, caso seja, a empresa aérea tenderá a não sobrevivência. Deve-se haver um plano de crises para que haja uma fundamentação da atuação da empresa em meio a momentos difíceis caso ela considere reduzir ou mitigar os efeitos da crise.

Com isso sugerimos às empresas ou instituições aeronáuticas que reflitam na possibilidade de alocar profissionais nas áreas de crises já que em algum momento a gerência de uma crise poderá significar uma grande diferença que poderá resultar na sobrevivência ou não desta entidade.

## REFERÊNCIAS

CARVALHO, C. P.; GOMES, R. S. Análise Crítica dos casos do Exxon-Valdez (1989) - Exxon e do Rio Barigüi-Iguaçu (2000) - Petrobras - O que alterou em termos de Governança Corporativa e Sustentabilidade Organizacional das empresas? In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 5., 2009, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos**. Rio de Janeiro: 2009. Disponível em: <[http://www.vcneg.org/documentos/anais\\_cneg5/T8\\_0162\\_0724.pdf](http://www.vcneg.org/documentos/anais_cneg5/T8_0162_0724.pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2009.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Resumo dos Relatórios Finais dos Acidentes da década de 90: Aviação Civil**. Brasília: CENIPA, 2002.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Aurélio século XXI: o dicionário da língua portuguesa**. 3. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

GREENPEACE. **Desastre do Exxon Valdez: uma contínua história de mentiras**. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/oceanos/noticias/desastre-do-exxon-valdez-uma>>. Acesso em: 24 mar. 2004.

ROSA, Mario. **A era do escândalo**. 5. ed. São Paulo: Geração Editorial, 2008.

SANTOS, Iara Régia Vital Dos. **Gerenciamento de Crises**. Disponível em: <[http://www.administradores.com.br/artigos/gerenciamento\\_de\\_crise/14493/](http://www.administradores.com.br/artigos/gerenciamento_de_crise/14493/)>. Acesso em: 28 out. 2009.

SANTOS, Iara Régia Vital Dos. **O caso Exxon Valdez**. Disponível em: <<http://www.imagemempresarial.com/Crises/MostraCrises.asp?Num=1>>. Acesso em: 03 nov. 2009.

TEIXEIRA, Alexandre. **A ameaça dos grandes riscos**. Disponível em: <<http://www.qsp.org.br/ameacas.shtml>>. Acesso em: 03 nov. 2009.

VERGARA, Rodrigo. **Voo 402**: Nota da TAM contradiz laudo de acidente. Folha de São Paulo. São Paulo, 16 dez. 1997. Folha Cotidiano. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff161215.htm>>. Acesso em: 06 mar. 2010.

## **CRISIS MANAGEMENT: A CRITICAL ANALISYS OF TAM 402 CASE**

**ABSTRACT:** The present work has the intention of doing an analysis of some cases related to crisis management, applying these concepts to the aeronautical activities. It followed a logical line of facts, starting with the analysis of a real story of an accident involving a Fokker 100 (Flight 402) of the Brazilian company TAM airlines in 1996, in which a crisis management failure on the part of the company was identified. The work then moves to the conceptualization of crisis management, defining and discussing about crisis management team and crisis management plan. Finally, a model of “how not to manage a crisis” is presented through a case not belonging to the aeronautical environment, but which brings invaluable lessons to the world of aviation, with a brief critical analysis of the case TAM 402.

**KEYWORDS:** Crisis Management. TAM 402. Crisis in Aviation.

