

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

**REDUÇÃO DOS ACIDENTES AERONÁUTICOS NO BRASIL OCASIONADOS  
POR FENÔMENOS METEOROLÓGICOS**

**MARCOS ALBERTO ANDRADE DE ARAÚJO**

**RICARDO SÉRGIO MAIA BEZERRA**

**ORIENTADOR: JOSÉ ALEX SANT'ANNA, PhD**

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

**PUBLICAÇÃO: E-TA-007A/2007**

**BRASÍLIA/DF: MARÇO/2007**

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

**REDUÇÃO DOS ACIDENTES AERONÁUTICOS NO BRASIL OCACIONADOS  
POR FENÔMENOS METEOROLÓGICOS**

**MARCOS ALBERTO ANDRADE DE ARAÚJO**  
**RICARDO SÉRGIO MAIA BEZERRA**

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

**APROVADA POR:**

---

**JOSÉ ALEX SANT'ANNA**  
**(Orientador)**

---

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

---

**JOSÉ AUGUSTO ABREU SÁ FORTES, PhD (UnB)**  
**(Examinador)**

**BRASÍLIA/DF, 29 DE MARÇO DE 2007**

## FICHA CATALOGRÁFICA

ARAÚJO, MARCOS ALBERTO ANDRADE e  
BEZERRA, RICARDO SÉRGIO MAIA.

Redução dos Acidentes Aeronáuticos Que Tem Como Fatores de Contribuição os Fenômenos Meteorológicos

xi, 49p., 210x297 mm (CEFTRU/Unb, Especialista, Gestão da Aviação Civil, 2006).

Monografia de Especialização – Universidade de Brasília, Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes, 2007

1. Acidentes Aéreos e Fenômenos Meteorológicos - Brasil 2. Redução de Acidentes Aéreos e os fenômenos Meteorológicos - Brasil

I. CEFTRU/UnB

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ARAÚJO, M. A. A. e BEZERRA, R. S. M. (2007), Redução dos Acidentes Aeronáuticos Que Tem Como Fatores de Contribuição os Fenômenos Meteorológicos, Monografia de Especialização, Publicação E-TA-007A/2007, Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 49p.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DOS AUTORES: Marcos Alberto Andrade Araújo e Ricardo Sérgio Maia Bezerra.

TÍTULO DA MONOGRAFIA: Redução dos Acidentes Aeronáuticos no Brasil Oacionados por Fenômenos Meteorológicos.

GRAU/ANO: Especialista / 2007

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

---

Mrcos Alberto Andrade Araújo

---

Ricardo Sérgio Maia Bezerra

## DEDICATÓRIA

Dedicamos o presente trabalho a todas aquelas pessoas que perderam suas vidas, decorrentes de acidentes aeronáuticos, bem como seus familiares, pela dor da perda. Apesar de fazerem parte de uma triste estatística, contribuíram de certa forma para estudos e avanços tecnológicos que possibilitaram e possibilitam a redução dos acidentes aéreos.

Dedicamos ainda, o presente trabalho, as nossas famílias – principalmente as nossas esposas e filhos – que sempre incentivaram e apoiaram nossos estudos e acreditavam que poderíamos realizar algo em pró da aviação.

“Se, ao final, uma única vida for salva, todo esforço se mostrará que não foi em vão”

(Autor Desconhecido)

## **AGRADECIMENTOS**

A Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária – INFRAERO na pessoa do Senhor Presidente por autorizar que empregados da INFRAERO realizassem o Curso de Especialização em Gestão da Aviação Civil;

A Universidade de Brasília – UNB na pessoa do Senhor Magnífico Reitor em promover o Curso de Especialização em Gestão da Aviação Civil;

Ao Coordenador e Professor do Curso de Especialização em Gestão da Aviação Civil PhD Brigadeiro Adyr da Silva por seus ensinamentos, colaboração e sugestão na realização desta monografia;

Ao Professor e Orientador Dr. José Alex Sant’Anna pela valiosa orientação na realização desta monografia;

A todos os Professores do Curso de Especialização em Gestão da Aviação Civil por ministrar suas aulas com esforço e dedicação;

Aos alunos colegas do Curso de Especialização em Gestão da Aviação Civil pelas discussões e colaborações nas aulas;

A Coordenação Curso de Especialização em Gestão da Aviação Civil, Sra. Silvia pela colaboração acadêmica;

Novamente, as nossas famílias por compreenderem nossa ausência familiar e esforços desde o início das aulas, avaliações, realização e defesa desta monografia.

## RESUMO

A presente monografia é parte dos requisitos necessários á obtenção do grau de Especialista em Gestão da Aviação Civil pela Universidade de Brasília – DF, Brasil. Esta pesquisa aborda a “Redução dos Acidentes Aeronáuticos no Brasil ocasionados por Fenômenos Meteorológicos” e inicialmente descreve a importância do transporte aéreo e o problema de se aprimorar o conhecimento sobre as condições meteorológicas perigosas que afetam a segurança e economia do vôo das aeronaves.

Ademais, o foco deste estudo é saber o porquê do percentual de cerca de 23% do número de acidentes aeronáuticos, manter-se aproximadamente, constante; da década de setenta até os anos de 2006, apesar da diminuição do percentual de acidentes aéreos no Brasil e do desenvolvimento aeronáutico. A pesquisa retrata um breve histórico e evolução da aviação aérea no mundo e no Brasil, cita os conceitos de acidentes e incidentes aeronáuticos, segundo as normas da Organização de Aviação Civil Internacional – OACI e do Departamento de Controle do Espaço Aéreo – DECEA do Comando da Aeronáutica e Ministério da Defesa, e relata sobre o maior acidente aeronáutico no mundo, em número de perdas humanas, o de Tenerife – Ilhas Canárias – Leste da África e no Brasil outro que foi destaque de jornais, ocorrido no estado de São Paulo, o do grupo musical Mamonas Assassinas. O estudo relata os principais fenômenos meteorológicos que afetam a segurança do transporte aéreo e como esses fenômenos são previstos pelos Centros Meteorológico Mundiais e Regional no Brasil e como esta informação fica disponível ao piloto.

Finalmente, esta pesquisa concluiu que, dentre outras, a informação meteorológica aeronáutica, tais como as imagens obtidas por RADAR e por satélite meteorológico precisam ser disponibilizadas ao piloto em tempo real, mediante o desenvolvimento de sistemas aeronáuticos, em especial nas fases de aproximação e pouso das aeronaves, e se aprimorar a previsão de trovoadas para região do aeródromo. Tais ações poderão reduzir o percentual de acidentes aeronáuticos causados por fenômenos meteorológicos.

## ABSTRACT

This study is a phase of requirements necessary to obtain of Specialized degree in Civil Aviation Manage in the University of Brasilia in Brazil.

The research board the reduction of aeronautical accident by meteorological factors and in the first time, presents the air transport relevance and the necessity of improvement of the knowledge about meteorological conditions hazards to aviation.

In addition, the research have the focus in this question: why the percentage number of 23% of the aeronautical accidents do not decrease, in spite of the total number of accidents having reduce in last decades, since 70' years throughout 2006 year, in spite of the development of aviation. This study shows the history and evolution of aviation through the world and Brazil, and to report of concepts about incidents/accidents by International Civil Aviation Organization – ICAO and Air Space Department of Control - Brazil rules and register of the more important accident in the world in Canarias Islands in Tenerife – East Africa and another accident occurs in São Paulo – city in Brazil , with the rock band named Mamonas Assassinas, that have headlines in newspaper in that country.

This research board the main meteorological systems that conditions hazards to aviation and with the World Area Forecast Centers to Aviation made forecast and vigilance about of this systems and the products to offers to pilot.

Finally, the conclusion of this study is that, the meteorological information how RADAR and satellite imagery needs to show to pilot on board, in real time, trough aeronautics systems to development, in time of approach and landing phases of airplane, and improvement of forecast thunderstorm in the aerodrome region, for example the Nowcasting. This actions can will be reduce the percentage of aeronautical accidents come from of meteorological systems.

## SUMÁRIO

<b>Capítulo</b>		<b>Página</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>TEMA</b>	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>1.3</b>	<b>DEFINIÇÃO DO PROBLEMA</b>	<b>3</b>
<b>1.4</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
<b>1.5</b>	<b>HIPÓTESES</b>	<b>4</b>
<b>1.6</b>	<b>METODOLOGIA DE PESQUISA</b>	<b>5</b>
<b>1.7</b>	<b>ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO DA AVIAÇÃO</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>ESTÓRIAS DA AVIAÇÃO MUNDIAL</b>	<b>7</b>
<b>2.2</b>	<b>A EVOLUÇÃO DA AVIAÇÃO MUNDIAL</b>	<b>7</b>
<b>2.3</b>	<b>A EVOLUÇÃO DA AVIAÇÃO BRASILEIRA</b>	<b>10</b>
<b>2.4</b>	<b>FECHAMENTO</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>ACIDENTES AERONÁUTICOS</b>	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>RISCOS DO TRANSPORTE AÉREO</b>	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>DEFINIÇÃO DE ACIDENTE AÉREO</b>	<b>15</b>
<b>3.3</b>	<b>DEFINIÇÃO DE INCIDENTE AÉREO</b>	<b>16</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Incidente Aeronáutico Grave</b>	<b>16</b>
<b>3.4</b>	<b>INCIDENTE DE TRÁFEGO AÉREO</b>	<b>17</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Ocorrência de Solo</b>	<b>17</b>
<b>3.5</b>	<b>RELATO DE ACIDENTES AÉREOS QUE TIVERAM COMO FATOR DE CONTRIBUIÇÃO OS FENÔMENOS METEOROLÓGICOS</b>	<b>17</b>
<b>3.5.1</b>	<b>Pior Acidente Aéreo Mundial</b>	<b>17</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Acidente Aéreo no Brasil</b>	<b>20</b>
<b>3.6</b>	<b>FECHAMENTO</b>	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>FATORES METEOROLÓGICOS QUE AFETAM A AVIAÇÃO</b>	<b>33</b>

<b>4.1</b>	<b>OS RISCOS NAS FASES DO VÔO</b>	<b>33</b>
<b>4.2</b>	<b>FENÔMENOS METEOROLÓGICOS PERIGOSOS AO VÔO</b>	<b>35</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Os Fenômenos Meteorológicos</b>	<b>36</b>
<b>5</b>	<b>A PREVISÃO METEOROLÓGICA AERONÁUTICA</b>	<b>40</b>
<b>5.1</b>	<b>HISTÓRIA DA INFORMAÇÃO METEOROLÓGICA</b>	<b>40</b>
<b>5.2</b>	<b>OS CENTROS MUNDIAIS DE PREVISÃO DO TEMPO</b>	<b>42</b>
<b>5.3</b>	<b>OS CENTROS REGIONAIS DE PREVISÃO DO TEMPO</b>	<b>44</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>46</b>
<b>6.1</b>	<b>RECOMENDAÇÃO PARA PESQUISA</b>	<b>47</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICA</b>	<b>48</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figuras</b>		<b>Página</b>
<b>Figura 1.1</b>	<b>Índice de Acidentes por Milhão de Decolagens</b>	<b>2</b>
<b>Figura 1.2</b>	<b>Total Anual de Acidentes Aéreos</b>	<b>3</b>
<b>Figura 4.1</b>	<b>Percentuais de Eventos de Acidentes e Incidentes por Fase de Vôo, Registrados Entre 1959 e 1996, em Vôos de Até 01h 30m de Duração</b>	<b>33</b>
<b>Figura 4.2</b>	<b>Total Anual de Acidentes Aéreos no Brasil</b>	<b>34</b>
<b>Figura 4.3</b>	<b>Número de Acidentes Aéreos X Número da Frota Aérea</b>	<b>35</b>

## LISTA DE SIGLAS

<b>ANAC</b>	Agência Nacional de Aviação Civil
<b>ATC</b>	Air Traffic Control
<b>ATZ</b>	Zona de Tráfego de Aeródromo
<b>AVIANCA</b>	Aerovias Nacionales de Colômbia S/A
<b>CB</b>	Cumulonimbus
<b>CENIPA</b>	Centro de Investigación e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
<b>CCM</b>	Complexo Conectivo de Mesoescala
<b>CINDCTA</b>	Centro Integrado de Defesa e Trafego Aéreo
<b>Cmt</b>	Comandante
<b>CNMA</b>	Centro Nacional de Meteorologia Aeronáutica
<b>CONAC</b>	Conferência Nacional da Aviação Comercial
<b>CVR</b>	Cockpit Voice Recorder
<b>DAC</b>	Departamento de Aviação Civil
<b>ICAO</b>	Organização de Aviação Civil
<b>FAA</b>	Federal Aviation Administration
<b>FIR</b>	Flight Information System
<b>GPWS</b>	Ground Proximity Warning System
<b>IFR</b>	Instruments Flight Rules
<b>INFRAERO</b>	Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária
<b>KM</b>	Quilômetro
<b>MCA</b>	Manual de Códigos Meteorológicos
<b>NAS</b>	National Academic of Sciences
<b>NTSB</b>	National Transport Safety Board
<b>SCADTA</b>	Sociedade Colombiana-Alemã de Transportes Aéreos
<b>SITAR</b>	Sistema Integrado de Transporte Aéreo Regional
<b>TAC</b>	Turbulência de Ar Claro
<b>TWR-GR</b>	Torre de Controle de Guarulhos
<b>VARIG</b>	Viação Aérea Riograndense
<b>VASP</b>	Viação Aérea São Paulo
<b>VFR</b>	Visual Flight Rules
<b>WAFC</b>	World Area Forecast Centre

# **1 INTRODUÇÃO**

## **1.1 O TEMA**

Redução dos acidentes aéreos que têm como fator de contribuição os fenômenos meteorológicos.

## **1.2 APRESENTAÇÃO**

Atualmente, o transporte se divide em três grandes setores: o terrestre, o aquaviário e o aéreo, que é também realizado, pela aviação civil. Segundo Da Silva 1991<sup>1</sup>, “o transporte aéreo é o transporte por aeronave de pessoas ou de bens de um ponto de origem a um ponto de destino predeterminado. Esses dois pontos só podem ser, exceto em casos de acidentes, dois aeroportos”.

Segundo Wilfred Owen, no seu livro *Estratégia para o Transporte*, “a falta ou a deficiência do transporte é fator agravante da fome mundial, pelas perdas e danos de alimentos perecíveis que pode acarretar. A indústria, por sua vez, depende do transporte para o abastecimento de matérias-primas e escoamento de seus produtos para os consumidores.”

O transporte de passageiros na Aviação Mundial cresceu de forma significativa em dez anos, como comprova os dados apurados pela Organização de Aviação Civil Internacional – ICAO, divulgados no ano de 2004. A aviação mundial pulou de 2.250 bilhões de passageiros transportados em 1995 para 3.441 bilhões de passageiros no ano de 2004.

Na mesma velocidade em que cresce o número de passageiros transportados mundialmente, via aérea, cresce também a preocupação em se reduzir os índices de acidentes aéreos, conforme verifica-se no estudo, figura 1.1, do antigo DAC – Departamento de Aviação Civil, hoje ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil, sobre acidentes aéreos.

---

<sup>1</sup> DA SILVA, Adyr. *Aeroportos e Desenvolvimento*. Rio de Janeiro, 1991: Villa Ricca, 1991. p. 403.



**Figura 1.1 - Índice de Acidentes por Milhão de Decolagens**

Fonte: DAC – Departamento de Aviação Civil.

Para que seja mantida a segurança, a qualidade e a confiabilidade neste meio de transporte tornam-se fundamental evitar ou minimizar os acidentes aéreos. Por isso, a Organização de Aviação Civil Internacional – OACI, por meio de seus países signatários, fomenta o estudo das causas dos eventos de acidentes aeronáuticos, que são decorrentes, dentre outros, de fatores humanos, mecânicos e meteorológicos.

Quando se aumento o grau de segurança de um vôo, com equipamentos mais modernos, peças mais resistentes, funcionários mais capacitados e outras medidas que visam garantir a segurança do transporte aéreo, tais prevenções contribuem para o aumenta do dispêndio das empresas aéreas, ou seja, as variáveis – custo e segurança – são diretamente ligadas.

Contudo, esses gastos de primeira ordem poderão ser compensados, caso a empresa aérea viva um cenário de acidente aeronáutico. Afinal, um único acidente aéreo poderá ceifar centenas de vidas e aniquilar com uma companhia inteira.

Geralmente quando ocorre um acidente, seja ele aéreo ou não, diversos fatores colaboram para esse acontecimento. Um acidente é um somatório de ações – geralmente erradas – de não ações – que deveriam ser realizadas – ou de fenômenos externos que incidente sobre o fato.

Um dos fatores externos, que podem influenciar na segurança de um voo, são os fenômenos da natureza, ou seja, os fenômenos meteorológicos. Observa-se que as condições climáticas influenciam diretamente em um voo, desta forma, torna-se necessário o estudo dos fenômenos do tempo, para se reduzir cada vez mais os acidentes aéreos.

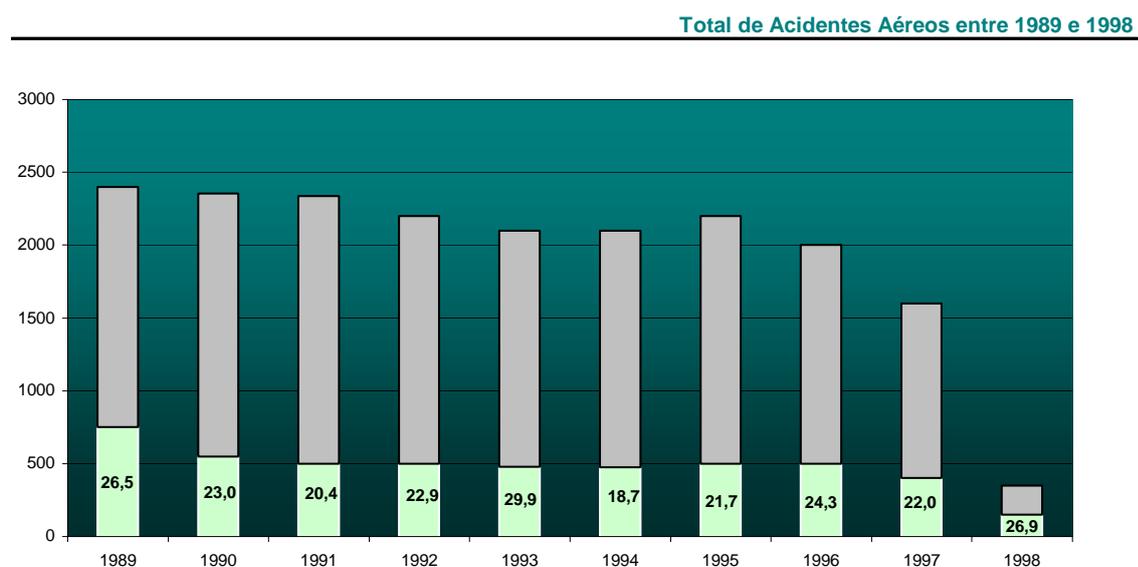
Pesquisou-se, desta maneira, a redução dos acidentes aeronáuticos que têm como fator de contribuição os fenômenos meteorológicos.

### 1.3 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

As condições climáticas influenciam diretamente em um voo de uma aeronave. As condições meteorológicas influenciam desde a economia do combustível até na segurança de um voo. Sendo a segurança do voo uma constante preocupação dos personagens do mundo da aviação.

Observa-se que diversos fatores meteorológicos contribuem para ocorrência de acidentes aéreos, sejam eles chuvas, nevascas, ventos fortes, neblina dentre outros conforme será demonstrado adiante.

Observa-se, no gráfico da figura 1.2 que o número absoluto de acidentes aéreos vêm caindo, e apesar do número, também absoluto, de acidentes que têm como fator de contribuição os fenômenos meteorológicos estarem caindo, observa-se que o percentual relativo aos fenômenos meteorológicos permanecem quase que numa constante, na casa dos 23%.



**Figura 1.2 - Total Anual de Acidentes Aéreos**

Os Valores na Parte Inferior da Figura 1.2 das Colunas Indicam o Percentual do Total de Acidentes Causados por Condições Meteorológicas.

Diante desse dado, verifica-se a oportunidade de pesquisar as causas da não redução do percentual, dos fenômenos meteorológicos, que contribuem para ocorrência de uma acidente aéreo. De forma a limitar o campo de pesquisa, preocupou-se a estudar os fenômenos meteorológicos no Brasil e suas influências no transporte aéreo.

#### **1.4 OBJETIVOS**

Pretende-se estudar as formas de atuação dos fenômenos meteorológicos na aviação e possíveis alternativas para se reduzir o número de acidentes aéreos, cujo um dos fatores de contribuição é justamente tais fenômenos.

Assim, pretende-se contribuir, de alguma forma, para tornar cada vez mais seguras as viagens aéreas. Contribuindo também para proteger vidas humanas e indiretamente refletindo no custo operacional das empresas aéreas.

#### **1.5 HIPÓTESES**

Conforme estudo realizado por Matheus 1998<sup>2</sup> os riscos que as aeronaves estão sujeitas durante os procedimentos operacionais são maiores nas fases de aproximação inicial, aproximação final e pouso, o que corresponde, respectivamente, a 11,6%; 22,9% e 21,7% do total de acidentes aéreos.

Deste resultado, se pode formular a hipótese: no Brasil e no mundo o piloto recebe a previsão meteorológica de aeródromo, *Terminal Aerodrome Forecast – TAF*, para um período de tempo e não para o momento do pouso. O que o piloto recebe são as condições meteorológicas reinantes nos aeródromos de destino e alternativa do vôo, coletadas nos aeródromos de forma regular, isto é, a cada hora no Brasil, ou a cada meia hora na Europa e Estados Unidos da América., denominada de METAR. Quando as condições meteorológicas se alteram rapidamente o observador meteorológico nos aeródromos emite a mensagem SPECI.

---

<sup>2</sup> MATHEUS, S. Segurança de Vôo e Estatística: SIPAER, São Paulo, 1998.

Outra hipótese que se pode formular: é que os dados que efetivamente deveriam chegar ao piloto, tais como imagens obtidas por satélite e RADAR não chegam aos pilotos. Como o piloto poderia receber essas informações a bordo da aeronave? Ademais, pode existir lentidão na difusão das informações da vigilância meteorológica, para o piloto, na região dos aeródromos de destino e alternativa de voo.

Assim questiona-se:

- É possível reduzir o número de acidentes aéreos pelo estudo dos fenômenos meteorológicos?
- Trabalhar com informações meteorológicas mais precisas e em menor tempo pode contribuir para se evitar acidentes aéreos, que têm como fatores de contribuição os fenômenos meteorológicos?

## **1.6 METODOLOGIA DE PESQUISA**

Na presente pesquisa optou-se, de forma intencional, por uma estrutura mais abrangente possível. Foram levantados dados históricos e estáticos, de forma a saber de que forma e como vem ocorrendo o estudo das condições climáticas no Brasil.

Os levantamentos dos dados estatísticos e históricos também serviram para confirmação que o percentual relativo aos fenômenos meteorológicos que contribuem para ocorrência de um acidente aéreo, permaneceram na casa dos 23%, não sendo realizado nenhum estudo para redução do presente índice.

## **1.7 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO**

Para apresentação da presente pesquisa capitulou-se os assuntos aqui tratados, onde além desse capítulo I de introdução, temos os seguintes capítulos:

Capítulo II – retrata um breve histórico da evolução da aviação mundial e brasileira, desde sonho de voar até os tempos atuais dos jatos comerciais.

Capítulo III – apresenta os conceitos de acidentes e incidentes aeronáuticos, relata, a título de exemplificação dois acidentes aeronáuticos, o primeiro considerado o maior acidente aéreo mundial, até os dias atuais; e o segundo, o acidente ocorrido no Brasil, que transportava o grupo musical Mamonas Assassinas.

Capítulo IV – discorre sobre os principais fenômenos meteorológicos que ocorrem no Brasil e que podem trazer riscos à segurança do transporte aéreo.

Capítulo V – apresenta como operam os Centros Meteorológicos Aeronáuticos, como são elaboradas a previsão e vigilância do tempo para os vôos, e os produtos meteorológicos fornecidos aos pilotos.

Capítulo VI – Propõe-se procedimentos e processamento da informação meteorológica ao aeronavegante, para diminuição do índice de acidentes/incidentes aeronáuticos que têm como fatores de contribuição os fenômenos meteorológicos.

Capítulo VII – Conclusão final e medidas que poderão ser adotadas no mundo da aviação.

E por fim a bibliografia completa que embasou os estudos da presente monografia.

## **2 HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO DA AVIAÇÃO**

### **2.1 ESTÓRIAS DA AVIAÇÃO MUNDIAL**

Sempre foi um sonho e desafio, ao homem, ter a liberdade de poder voar igual a um pássaro. Bem antes de Cristo já se ouvia falar na estória, na Grécia antiga, de Dédalo e o seu filho Ícaro. Conta à lenda que Dédalo e Ícaro foram aprisionados em uma ilha deserta.

Dédalo, um inventor, imaginou construir asas iguais as das gaivotas que habitavam a ilha. Assim, com as penas das aves, Dédalo confeccionou um par de asas para si e outro para seu filho, fixando as penas e as asas com cera retirada das colméias das abelhas que existiam na ilha.

Dédalo, em seu primeiro plano de vôo da humanidade, recomendou a seu filho que não voasse muito alto, pois quanto mais alto mais perto do Sol estaria, podendo ocasionar o derretimento da cera, com o calor, e desprender as asas de seu corpo.

Quando alçaram vôo, Ícaro ficou maravilhado com a sensação de poder voar igual aos pássaros e a liberdade sentida com o vento batendo em sua face. Sua empolgação foi tanta que não seguiu as recomendações de seu pai e voou cada vez mais alto, ocasionando o derretimento da cera e soltando as asas. Ícaro acabou morrendo no mar.

Dessa forma teve-se o primeiro vôo de um ser humano e conseqüentemente o primeiro acidente aéreo, cujo, uns dos fatores de contribuição, foi um fator meteorológico, o comprometimento de equipamentos em virtude do aquecimento solar.

A lenda serve para observar o desejo que o homem tem pela aviação, desde tempos da Grécia Antiga, o sonho de querer voar já povoava o imaginário dos homens.

### **2.2 A EVOLUÇÃO DA AVIAÇÃO MUNDIAL**

No século final do século XVI, por volta do ano de 1500, o renomado artista e inventor Leonardo da Vinci, criou dezenas de desenhos de máquinas voadoras com asas enormes e projetadas para movimentar-se iguais aos pássaros.

Em 1680, o matemático e astrônomo italiano, Giovanni A. Borelli<sup>3</sup>, demonstrou a incapacidade do em voar somente por seu próprio corpo, afinal, o conjunto de músculos do homem são fracos para conseguir agitar grandes superfícies de ar que seriam necessárias para a sustentação de seu peso no ar.

O primeiro vôo que se tem história, data do ano de 1783, quando dois franceses – um médico chamado Jean F. Pilâtre de Rozier e um nobre – Marquês D’Arlandes – percorreram a distância de mais de 8 Km, sobre a cidade de Paris em um grande balão feito de linho e cheio de ar quente.

Durante os séculos XVIII e XIX, outros inventores, por todo mundo, tentaram por diversas formas conseguir controlar as máquinas voadoras, tentaram por planadores ou por aviões com motores, porém sem sucesso.

Entre 1891 e 1896, o alemão Otto Lilienthal realizou com êxito os primeiros vôos tripulados de planadores. Antes do fim do século XIX, outros inventores, com Percy Pilcher, da Grã-Bretanha, e Octave Chamute, dos Estados Unidos, fizeram vôos semelhantes. Esses planadores eram tão bem construídos que transportavam seus pilotos por centenas de metros.

Porém a dirigibilidade dos aviões, só veio ocorrer após o início do século XX. Onde o mundo pode assistir pela primeira vez na vida, uma decolagem de uma aeronave mais pesada que o ar, comandado por um ser humano.

No dia 13 de outubro de 1906, o grande inventor brasileiro Alberto Santos Dumont, que após anos de experiência com dirigíveis mais leves que o ar, realizou com seu avião 14-BIS, o primeiro vôo oficialmente reconhecido pela Federação Aeronáutica Internacional.

Em seu vôo, Santos Dumont, percorreu em plena Champs Elysée/Paris<sup>4</sup>, à distância de 220 metros em 12 segundos, a seis metros acima do solo. Era a primeira vez que, perante testemunhas, um homem realizava tal façanha.

---

<sup>3</sup> O ano de 1680 corresponde ao ano de publicação da obra *post-mortem* “De Moto Animalium” de Giovanni Borelli.

<sup>4</sup> Avenida Champs Elysée – Avenida mais famosa e charmosa de Paris na França e uma das mais conhecidas no mundo.

Depois do grande feito reconhecido pelo mundo inteiro, a história da aviação não parou mais de crescer. Sua decolagem se deu com Alberto Santos Dumont e até os dias atuais, exatos cem anos, o transporte aéreo tornou-se imprescindível para o homem moderno.

Conforme se observa ao longo da história, em tempos de guerra existem grandes avanços tecnológicos, como a I Guerra Mundial, a aviação deu um salto enorme em seu desenvolvimento. Porém também contribuiu para o suicídio de Santos Dumont, ao ver seu invento sendo utilizado para fins bélicos.

Em se tratando de aviação comercial, data a história que a primeira empresa aérea, foi uma empresa alemã que se chamava Deutsche Luft-Reederei GmbH (DLR), do ano de 1917. A DLR foi responsável pela primeira rota comercial do mundo, que ligava as cidades de Berlin a Weimar, na Alemanha.

Em 1919, as fabricantes de aeronaves alemãs Junkers e Sablatnig organizaram empresas e criaram outras linhas pelo interior da Alemanha. Na mesma época surgiram, pela Europa, outras companhias aéreas, como a Latécoère (França); a KLM – Companhia Real Holandesa de Aviação (Holanda); e a DDL (Dinamarca). Estas companhias operavam transportando basicamente malas postais, malas diplomáticas e algumas autoridades “corajosas”<sup>5</sup>.

A primeira companhia de aviação das Américas foi fundada em 1919, na Colômbia, era a Sociedade Colombiana-Alemã de Transportes Aéreos - SCADTA, que em 1939 passou a se chamar AVIANCA - Aerovias Nacionales de Colômbia S/A..

Por volta de 1924, já havia transporte aéreo regular de passageiros em 17 países europeu, bem como na África, na Austrália e na América do Sul. Nos Estados Unidos da América – EUA havia serviço regular de Correios, desde o ano de 1918.

No final da década de 1930, voar já era um importante meio de transporte em todo o mundo. Em 1938, as companhias de aviação já transportavam cerca de 3.500.000, três milhões e quinhentos mil, passageiros. Naquela época eram utilizados bimotores que transportavam

---

<sup>5</sup> O índice de acidentes era altíssimo. A proporção estava para cada 300 (trezentas) decolagens ocorria um acidente com vítima fatal.

quatro tripulantes e 21, vinte e um, passageiros. Os problemas de segurança eram grandes e inúmeros vôos eram cancelados devido às condições meteorológicas ou à falta de visibilidade.

### **2.3 A EVOLUÇÃO DA AVIAÇÃO BRASILEIRA**

As primeiras empresas aéreas brasileiras surgiram com as primeiras Leis que regulavam o transporte aéreo brasileiro, datado do ano de 1925. Inspirado no modelo francês, a legislação<sup>6</sup> brasileira estabelecia que somente as companhias com sede no Brasil poderiam realizar as rotas domésticas<sup>7</sup>.

Em 1926, o Condor Syndikat, consórcio organizado para promover a indústria aeronáutica alemã na América do Sul, organizou uma subsidiária no Brasil, a Sindicato Condor, que posteriormente teve participação acionista minoritária na primeira companhia aérea brasileira, em 1927.

Em 1929, a NYRBA, uma empresa americana voltada para operações entre os Estados Unidos e a América do Sul, constituiu uma subsidiária brasileira, a NYRBA do Brasil. Em 1930, essa subsidiária passou a chamar-se PANAIR do Brasil S.A., quando a NYRBA foi comprada pela American Airways em 1930. A PANAIR foi estruturada como subsidiária da Pan American Airways, sendo que em 1942 iniciou-se seu processo de nacionalização.

A primeira companhia genuinamente brasileira foi a Viação Aérea Riograndense, a VARIG, fundada por Otto Ernest Meyer, em 07 de maio de 1927. Sua primeira rota ligava a cidade de Porto Alegre/RS a Rio Grande/RS.

Em seguida surgiu a VASP – Viação Aérea São Paulo, 2ª empresa genuína brasileira, criada em 1933 por empresários paulistas do setor metalúrgico. As atividades da VASP restringiam-se às operações no interior do estado de São Paulo. Em 1936, a VASP estabeleceu vôos regulares entre a cidade de São Paulo e a cidade do Rio de Janeiro, trecho que ficou conhecido como ponte aérea Rio/São Paulo.

---

<sup>6</sup> Segundo o IAC- Instituto de Aviação Civil, estudos datados do ano de 1978, indicam que nessa época foram criados em torno de 1.500 novos empregos para os brasileiros.

<sup>7</sup> Rotas doméstica – é a expressão utilizada quando se trata das rotas aéreas que são realizadas dentro do território de um país. As rotas internacionais referem-se as rotas aéreas que ligam dois países.

Em 1943, o Governo Federal, incorporou as atividades do Sindicato Condor, empresa subsidiária da companhia alemã Lufthansa e fundou a empresa Cruzeiro do Sul. Com o apoio das empresas American Airlines e United Airlines, a empresa foi reestruturada e passou a ser gerenciada pelo Banco do Brasil.

Em 1959, as três empresas brasileiras a época, VARIG, VASP e Cruzeiro do Sul, firmaram um acordo onde as três passariam operar de forma conjunta a Rota RIO-SÃO PAULO<sup>8</sup>. O objetivo do acordo era racionalizar a oferta de vôos, evitando assim uma competição exacerbada.

A maior companhia aérea da década de 50, foi a PANAIR, porém logo em seguida houve sua dissolução – fevereiro de 1965 – devido as disputas entre seus acionistas. Com o fim da PANAIR (1965), a VARIG assumiu as rotas internacionais da empresa, e a Cruzeiro do Sul as rotas nacionais. Por isso, a VARIG passou a ser a única empresa brasileira a operar rotas internacionais.

No final da década de 50 e início dos anos 60, deu-se início aos primeiros aviões turbo-hélice e jatos<sup>9</sup> no Brasil. Pode-se afirmar que os aviões a jato revolucionaram o transporte aéreo comercial ao promover o aumento de escala da atividade e a redução dos custos de operação, o que possibilitou a diminuição de preços dos serviços e a expansão do mercado. Em 1959, a VARIG tornou-se a primeira empresa brasileira a operar um modelo de jato, na rota Rio de Janeiro- Nova York.

Com a introdução dos aviões a jato no Brasil, verificou-se um aumento significativo no número de passageiros transportados, era o início da popularização do transporte aéreo nacional. Começaram também os primeiros problemas ambientais – referentes à aviação – com os elevados ruídos Douglas DC-8, DC-9 e Boeing 707, onde no início era, então, sinal de

---

<sup>8</sup> Atualmente verifica-se que a competição e o livre comércio favorece aos consumidores, que dispõem de maior número de vôos e melhores preços. A época do acordo pensava-se exclusivamente no lucro das empresas, sem legislação específica para resguardar os direitos dos passageiros, como por exemplo, o atual Código de Defesa do Consumidor.

<sup>9</sup> Em 1960, no início dos jatos, as empresas transportavam cerca de 75.000 x 10<sup>6</sup> passageiros/milhas (1milha é igual a 1,609 quilômetros). Já em 1970, quando os aviões a jato haviam substituído os aviões de propulsão a hélice na maioria do mundo, transportou-se via aérea cerca de 300.000 x 10<sup>6</sup> passageiros/milhas. (Fonte: BOEING, 1997).

modernidade, e sem nenhuma regulamentação sobre a questão, aos poucos se passou para questões de ruídos poluentes e problemas para as grandes cidades.

Os grandes jatos, por serem mais modernos e de maior porte, deixaram a aviação regional meio que de lado, onde as empresas aéreas viram-se obrigadas a modificar a sua rede de linhas, optando por servir apenas as cidades de maior expressão econômica. As pequenas cidades do interior, quando tinham algum “aeroporto”, este era precariamente equipado, cuja pista geralmente era de terra batida, que anteriormente servia para aeronaves de pequeno porte. Assim das 355 cidades que eram servidas com linhas aéreas em 1958, somente 92 continuavam a dispor deste serviço em 1975 (CASTRO e LAMY, 1993).

Em 1972 é criada a Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária – INFRAERO, responsável pela implantação, administração, operação e exploração da infra-estrutura aeroportuária brasileira. A INFRAERO foi constituída para dotar as cidades brasileiras da infra-estrutura necessária para integração de todos os pontos do Brasil.

O Ministério da Aeronáutica, em 1975, decide criar uma nova modalidade de empresa aérea, a empresa regional, para atender as cidades do interior do país, onde surgiu o SITAR - Sistema Integrado de Transporte Aéreo Regional.

Como na época a concorrência era bem controlada, poucas empresas foram criadas para atender ao SITAR, onde cada empresa criada foi deslocada para atender e operar em uma, das cinco regiões do país.

Foram criadas em 1976, seis empresas RIO-SUL com área de atuação: estados do sul, parte do Espírito Santo e faixa litorânea de São Paulo; NORDESTE com área de atuação: estados da região Nordeste, parte do Espírito Santo e grande parte de Minas Gerais; TABA com área de atuação: estados da região Norte e norte do Mato-Grosso; TAM (área de atuação: Mato-Grosso do Sul, sul de Mato-Grosso e São Paulo) e VOTEC (área de atuação: estados de Tocantins, Goiás, Distrito Federal e partes do Pará, Minas Gerais e Mato-Grosso).

Com as mudanças políticas que ocorriam pelo mundo, no final da década de 80, com um novo desenho mundial na ordem política, econômica e social, onde a derrubada do muro de Berlin,

em novembro de 1989, iniciou-se o fim do regime soviético, com a total desintegração da União Soviética.

Tais mudanças mundiais serviram somente para acelerar os processos de desregulamentação do setor aéreo, que até então seguia as doutrinas econômicas neoclássicas (controle muito grande do estado na economia).

Em 1986, no Brasil, com a instalação da Assembléia Nacional Constituinte e com a Nova República, o país começou uma nova era de, gradativamente, ir abandonando o regime de indexação da economia e fixação de preços. Porém, somente em 1990, com o Presidente Fernando Collor de Melo, é promulgado o Decreto-Lei n.º 99.179, orientando diversos setores da economia, os preços fossem regidos pela “livre regra de mercado”. Nesta época abandonou-se o regime de fixação do preço das passagens aéreas, onde deveriam flutuar, os preços, em uma faixa de valores fixado pelo DAC - Departamento de Aviação Civil.

Em 1991, com a realização da V CONAC – Conferência Nacional da Aviação Comercial, onde todos os segmentos da indústria aérea participaram, buscou definir uma nova política para nossa aviação comercial, tentando sintonizar com as tendências liberalizantes observadas, em um mundo que começava a caminhar para a Globalização.

Em consequência dessa nova política e das diretrizes dela decorrentes, foi implementado o sistema de liberação e monitoramento das tarifas domésticas, foi aberto o mercado doméstico para a entrada de novas empresas, tanto de transporte regular como não regular, incluindo regionais e cargueiras, as quais passaram de 17, em 1991 para um total de 42 em 2002, dados DAC.

Com a abertura para a exploração dessa nova modalidade de serviço despertou o interesse de números empresários com capital disponível e que procuravam um setor onde pudessem investir e obter um retorno satisfatório.

Contudo, com um mercado sobrecarregado, com as mudanças da forma gerencial do mercado aeroviário, com novas filosofias de administração e ainda com a globalização cada vez mais acentuada, atualmente o país conta com apenas 2 empresas de nível nacional. A GOL, com a inovação – perante o mercado nacional – do *Low Cost, empresa característica de baixo custo*,

e a TAM, que surgiu no mercado tomando o local antes ocupado pela VARIG, que quase chegou ao seu fim diante de várias políticas erradas de administração.

## **2.4 FECHAMENTO**

Buscou-se, em um breve relato, a evolução da aviação mundial e brasileira. Observou-se, uma curva ascendente e constante de evolução, tanto em termos de equipamentos como profissionalização dos serviços aéreos. Tais alterações são notadas, tanto da aviação mundial como também na aviação brasileira.

O aumento de passageiros transportados, de pousos e decolagens, como também o aumento de toneladas de cargas transportadas, somente comprovam a importância que a aviação representa no mundo que se mostra cada vez mais globalizado.

Verificou-se também a constante preocupação das empresas aéreas, onde buscam novos equipamentos mais ágeis e seguros, numa forma de reduzir custos e baratear a aviação comercial.

Outra constante preocupação que se busca, por todos agentes da aviação envolvidos e a prevenção e redução de acidentes aeronáuticos, onde os mesmos representam tanto descrédito no transporte aéreo como também contribuem para o aumento dos custos aeronáuticos.

### **3 ACIDENTES AERONÁUTICOS**

#### **3.1 RISCOS DO TRANSPORTE AÉREO**

Um dos grandes desafios para os que tratam com o mundo da aviação é justamente demonstrar que o transporte aéreo é um dos mais seguros do mundo.

Estudo da OACI – Organização Internacional da Aviação Civil – elaborado com base na distância percorrida sugere que transporte aéreo seja cerca de 300 vezes mais seguro do que viajar de motocicleta, 176 vezes mais seguro que caminhar e 15 vezes mais seguro que viajar de carro (OACI, 1996). Contudo, quando é calculado com base no número de viagens, caminhar torna-se 5 vezes mais seguro que voar e, viajar de carro 12 vezes mais seguro (COMISSÃO EUROPÉIA, 1998).

A grande desvantagem que o transporte aéreo leva em relação aos outros, em termos de acidente, é que a probabilidade de sobreviventes de um acidente aéreo é baixa.

Existem ainda, como causadores de grandes prejuízos financeiros e ainda com abalos psicológicos, naqueles em que utilizam o transporte aéreo, são os incidentes aéreos, que em muitas vezes não fazem vítimas, porém esta possibilidade não está totalmente descartada.

#### **3.2 DEFINIÇÃO DE ACIDENTE AÉREO<sup>10</sup>**

É toda ocorrência relacionada com a operação de uma aeronave havida entre o período em que uma pessoa nela embarca, com a intenção de realizar um vôo, até o momento em que todas as pessoas tenham dela desembarcado e, durante o qual, pelo menos uma das situações abaixo ocorra:

a) qualquer pessoa sofrer lesão grave ou morrer como resultado de estar na aeronave, em contato direto com qualquer de suas partes, incluindo aquelas que dela tenham se desprendido, ou submetidas à exposição direta do sopro de hélice, rotor ou escapamento de jato, ou às suas conseqüências;

---

<sup>10</sup> Definição conforme ICA n.º 63-7 de 21 de março de 2002.

NOTA: Exceção é feita quando as lesões resultarem de causas naturais, forem auto ou por terceiros infligidas, ou forem causadas a pessoas que embarcaram clandestinamente e se acomodaram em área que não as destinadas aos passageiros ou aos tripulantes.

b) aeronave sofrer dano ou falha estrutural que afete adversamente a resistência estrutural, o seu desempenho ou as suas características de vôo ou, ainda, se exigir a substituição de grandes componentes ou a realização de grandes reparos no componente afetado;

NOTA: Exceção é feita para falha ou danos limitados ao motor, carenagens, seus acessórios, hélices, pontas de asas, antenas, pneus, freios; ou pequenos amassamentos ou perfurações no revestimento da aeronave.

c) a aeronave seja considerada desaparecida ou o local que se encontra seja absolutamente inacessível.

NOTA: uma aeronave será considerada desaparecida quando as buscas oficiais forem encerradas e os destroços não forem encontrados

NOTA: Em observância ao Anexo 13 da OACI , as lesões decorrentes de uma acidente aeronáutico que resultem em fatalidade até 30 dias da data de ocorrência são consideradas lesões fatais.

### **3.3 DEFINIÇÃO DE INCIDENTE AÉREO<sup>11</sup>**

É toda ocorrência associada à operação de uma aeronave em que haja intenção de vôo, que não chegue a se caracterizar como um acidente, mas que afete ou que possa afetar a segurança da operação.

#### **3.3.1 Incidente Aeronáutico Grave**

É o incidente ocorrido sob circunstâncias em que um acidente aeronáutico quase ocorreu. A diferença entre o incidente aeronáutico grave e o acidente aeronáutico está apenas nas conseqüências.

---

<sup>11</sup> Definição segundo ICA 63-7, de 21 de março de 2002

### **3.4 INCIDENTE DE TRÁFEGO AÉREO**

Consiste incidente de tráfego aéreo, toda aquela ocorrência, envolvendo tráfego aéreo, fluxo de aeronaves tanto no solo como no ar, que constitua riscos para as aeronaves, relacionada como:

- a) Facilidades – situação em que a falha de alguma instalação de infra-estrutura de navegação aérea tenha causado dificuldades operacionais;
- b) Procedimentos – situação em que houve dificuldades operacionais por procedimentos falhos, ou pelo não cumprimento dos procedimentos aplicáveis;
- e
- c) Proximidade entre aeronaves - AIRPROX – situação em que a distância entre aeronaves, bem como suas posições relativas e velocidades foram tais que a segurança tenha sido comprometida.

Em função do nível de comprometimento da segurança o incidente de tráfego aéreo é classificado como: Risco Crítico, Risco Potencial ou Risco Indeterminado.

#### **3.4.1 Ocorrência de Solo**

É toda ocorrência envolvendo aeronave e não havendo intenção de vôo, da qual resulte dano ou lesão.

### **3.5 RELATO DE ACIDENTES AÉREOS QUE TIVERAM COMO FATOR DE CONTRIBUIÇÃO OS FENÔMENOS METEOROLÓGICOS**

#### **3.5.1 Pior Acidente Aéreo Mundial**

No pior acidente da história da aviação mundial, ocorrido em março de 1977, se deu em virtude da colisão entre um Boeing 747 da PAN AM e outro da KLM, nas ilhas Canárias, onde levou a óbito 582 pessoas.

Em virtude de uma bomba ter explodido no Aeroporto de Las Palmas e o mesmo ser fechado para pousos e decolagens, várias aeronaves foram desviadas para o Aeroporto de Los Rodeos

em Tenerife. O Aeroporto de Los Rodeos – Tenerife fica em uma região cercada por montanhas, onde ocorre nevoeiro e provoca baixa visibilidade quase que o dia inteiro.

Devido ao grande fluxo de aeronaves e o intenso tráfego aéreo na região, o Aeroporto Internacional de Tenerife ficou completamente congestionado, onde várias, cerca de 20 (vinte) a 30 (trinta) aeronaves estavam estacionadas e aguardando para decolagem, incluindo dois B747, um PAN AMERICAN e um KLM, a visibilidade variável de 200 a 300 metros, com chuva leve intermitente.

O comandante da KLM estava ciente de que, perante os rígidos regulamentos da aviação holandesa, se o vôo não decolasse imediatamente, a tripulação iria exceder os limites da regulamentação de horas de serviço. O que se não fizesse imediatamente, todo o vôo estaria comprometido. Isto acarretaria um transtorno considerável aos passageiros, uma vez que não havia outra tripulação disponível, naquele Aeroporto.

O Comandante do KLM era o piloto mais experiente da Empresa, diretor de treinamento e considerado muito profissional, muito rígido e autoritário.

O KLM 4805 e o PAN AM 1736 estavam prontos para o taxi, o KLM sendo o número 1 (um) e o PAN AM como número 2 (dois), o KLM taxiou primeiro, pela pista de decolagem – devido ao grande número de aeronaves estacionadas no pátio e pista de táxi, afinal Tenerife é considerado um Aeroporto pequeno e não acostumado com um tráfego tão intenso – esse procedimento estava sendo utilizado.

ATC- Air Traffic Control; *“KLM 4805 ... táxi... para o ponto de espera da pista três zero”*.

O KLM solicitou prosseguir até o final da pista em vez de usar a taxiway de saída autorizada.

ATC modificou as instruções de táxi do KLM:

*“KLM 4805 ... táxi... até o fim da pista e fazer back track”*.

O PAN AM era o próximo para o táxi. Uma vez que o KLM já estava na posição de decolagem na pista 30, o PAN AM foi instruído a livrar a pista antes do final.

ATC:

*PAN AM 1736 “ ... táxi pela pista e - ahn- livre a pista na terceira, terceira à sua esquerda”.*

O PAN AM inicia seu táxi pela pista, O KLM estava na posição de decolagem, o Co-Piloto da KLM termina o check list de decolagem.

O gravador de vôo do KLM registrou um leve movimento da aeronave e aumento do EPR (todos os motores) 67,81 segundos antes do impacto.

PAN AM ainda esta taxiando pela pista

Co-Piloto da KLM disse:

*“Espere um minuto, não temos a autorização de Tráfego”.*

Cmte respondeu:

*“Não. Sei disso, vá em frente, solicite”.*

Co-Piloto da KLM solicitou a autorização de Tráfego

ATC:

*“KLM 8705 – autorizado na proa do NDB PAPA, suba e mantenha o FL090; curva a direita após a decolagem e mantenha a proa 040 até interceptar a radial 325 do VOR de Las Palmas”.*

Enquanto o Co-Piloto da KLM cotejava a autorização de Tráfego, os freios do KLM foram liberados .

Cmte KLM.:

*“Vamos... check a potência!”.*

O Co-Piloto da KLM acrescentou ao cotejamento da autorização de tráfego:

*“Estamos decolando agora”.*

ATC respondeu com um simples: "OK" , contudo, 1,89 segundos depois acrescentou: *“Aguarde para a decolagem ... Eu chamarei”.*

Após ouvir a transmissão do KLM, o Co-Piloto da PAN AM falou no rádio:

*“Nós ainda estamos taxiando na pista, torre, Clipper 1736”.*

O KLM não havia sido autorizado para a decolagem, o PAN AM ainda estava taxiando na pista, porém o KLM já havia iniciado sua corrida para decolagem.

Tenerife, 27 de Março, 1977, 583 pessoas morreram, todos os passageiros do KLM e todos do PAN AM, menos 77 escaparam. Um KLM B747 colidiu com um PAN AM B747. O pior acidente na história da aviação foi uma seqüência de erros.

Pode-se verificar que, apesar da experiência do Comandante do Boeing da KLM, o mesmo estava preocupado, pelas gravações do *voice record*, caixa preta, verifica-se o stress, afinal se não decolasse naquele momento não poderia mais, porque suas horas de vôo passariam do número máximo, podendo ocorrer grandes transtornos para os passageiros e consequentemente para toda malha da empresa.

Outro fator que contribuiu para o acidente sem dúvida foi a falta de comunicação ou a comunicação falha, onde a Torre de Controle não passou as informações precisas aos comandantes da aeronaves, bem como a dúvida que surgiu quando a autorização para decolagem e logo em seguida a solicitação de espera.

Porém um fator importantíssimo que contribuiu para o acidente sem dúvida podemos destacar que foi o fator meteorológico, isto é, a condição de chuva e nevoeiro, afinal em virtude da baixa visibilidade de 200 a 300 metros, os pilotos da aeronaves não conseguiram enxergar um ao outro.

### **3.5.2 Acidente Aéreo no Brasil**

O pior desastre aéreo no Brasil, que teve como um dos fatores de contribuição os fenômenos meteorológicos, ocorreu em 1982 onde um Boeing 737 da VASP, chocou-se contra uma serra, ao iniciar os procedimentos de decida em Fortaleza/CE, quando 135 pessoas perderam a vida.

Porém iremos relatar o acidente ocorrido com o grupo musical Mamonas Assassinas, onde todos integrantes do grupo e mais o comandante e seu co-piloto também perderam a vida.

## **RESUMO DOS RELATÓRIOS FINAIS DOS ACIDENTES DA DÉCADA DE 90. ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA - CENIPA**

### ACIDENTE COM O GRUPO MAMONAS ASSASSINAS

AERONAVE: Modelo LR-25

DATA/HORA: 02 MAR 1996 ; 23:16 P

CIDADE,UF: Guarulhos – SP

TIPO: Colisão em vôo com obstáculo

### **HISTÓRICO**

A aeronave havia sido fretada com a finalidade de efetuar o transporte de um grupo musical. No dia 01.03.96, transportou esse grupo de Caxias do Sul para Piracicaba, onde chegou às 15:45P. no dia 02.03.96, com a mesma tripulação e sete passageiros, decolou de Piracicaba, às 07:10P, com destino a Guarulhos, onde pousou às 07:36P. a tripulação permaneceu nas instalações do aeroporto, onde, às 11:02P, apresentou um plano de vôo para Brasília, estimando a decolagem para às 15:00P. Após duas mensagens de atraso, decolaram às 16:41P. O pouso em Brasília ocorreu às 17:52P.

A decolagem de Brasília, de regresso a Guarulhos, ocorreu às 21:58P. O vôo, no nível FL 410, transcorreu sem anormalidades. Na descida, cruzando o FL 230, o PT-LSD chamou o Controle São Paulo, de quem passou a receber vetorização radar para a aproximação final do procedimento Charlie 2, ILS da pista 09 R do Aeroporto de Guarulhos - SBGR. A aeronave apresentou tendência de deriva à esquerda, o que obrigou o Controle São Paulo - APP-SP a determinar novas proas para possibilitar a interceptação do localizador, final do procedimento. A interceptação ocorreu no bloqueio do marcador externo e fora dos parâmetros de uma aproximação estabilizada. Sem estabilizar na aproximação final, a aeronave prosseguiu até atingir um ponto desviado lateralmente para a esquerda da pista, com velocidade de 205Kt e a 800 pés acima do terreno, quando arremeteu.

A arremetida foi executada em contrato com a Torre, tendo a aeronave informado que estava em condições visuais e em curva pela esquerda, para interceptar a perna do vento. A Torre orientou a aeronave para informar ingressando na perna do vento no setor sul. A aeronave informou “setor norte”.

Na perna do vento, a aeronave confirmou à Torre estar em condições visuais. Após algumas chamadas da Torre, a aeronave respondeu e foi orientada a retornar ao contato com o APP-SP para coordenação do seu tráfego com outros dois em aproximação IFR. O PT-LSD chamou o APP-SP, o qual solicitou informar suas condições no setor. O PT-LSD confirmou estar visual no setor e solicitou “perna base alongando”, sendo então orientado a manter a perna do vento, no setor Norte, às 23:16P, o PT-LSD chocou-se com obstáculos a 3.300 pés, no ponto de coordenadas 23°25’S/046°35’W. Em consequência do impacto, a aeronave foi destruída e todos os ocupantes faleceram no local.

## **ANÁLISE**

O PT-LSD não estava equipado com um gravador de voz de cabine - *Cockpit Voice Recorder* – CVR, fato que dificultou o conhecimento qualitativo do desenvolvimento das ações na cabine, nos momentos finais do voo.

O co-piloto ainda não havia alcançado as marcas para ser avaliado. Era, portanto, um co-piloto em formação no LEAR JET (tipo), devendo voar somente com um instrutor. O Cmt não detinha a habilitação de instrutor, por não lhe ter sido proporcionado tal treinamento.

O Cmt, em conversa com outro Cmt em Guraulhos, às 10:00P do dia 02 Mar. 96, comentou que estava cansado “com areia nos olhos”.

Considerando o início da jornada na saída do hotel “checkout” às 06:45P e a decolagem de Piracicaba, às 07:10P, a tripulação estava com mais de 16:30 horas de jornada na hora do acidente.

O Cmt, além de piloto da aeronave, cuidava da parte de apoio. Era preocupado com a manutenção e aparência da aeronave, que procurava manter impecável. Era também atencioso para com aos clientes, os quais procurava não deixar faltar nada. Essas tarefas, acrescidas das esperas incertas e da operação da aeronave, são suficiente para assegurar um alto grau de desgaste e cansaço.

O voo em aeronaves com a performance do Lear Jet contém uma série de ingredientes causadores de estresse, devido à sua elevada velocidade, ergonomia da cabine dificultando o

vôo combinado por instrumentos e visual, e ainda piorado pela falta de referências em vôo à noite.

As falhas de planejamento e de operação verificadas durante a vetoração apontam para a possibilidade de algum tipo de desvio de atenção ou de redução de capacidade de desempenho dos tripulantes na última fase do vôo. A partir da não estabilização na aproximação final, o incremento da vigilância e da atenção para poder ler e interpretar, seguir e monitorar os instrumentos de vôo teve que ser dividido com outros complicadores tais como:

- O estresse de uma manobra não corretamente planejada;
- O assessoramento de um co-piloto pouco experiente;
- Uma fadiga de 17 horas sem repouso;
- Dificuldades de visualização de pontos externos;
- A influência, na cabine, de clientes irrequietos, irreverentes, porém importantes para empresa, e
- Interferência do controle de tráfego e de outras aeronaves na manobra.

O estresse da longa jornada levou ao estado de fadiga física que pode ter propiciado as falhas de procedimento verificadas nesse acidente. Essas falhas apresentam elevado índice de flutuação de atenção, distrações, retardamento nas respostas ao Órgão de Controle, iniciativas erradas e correções inadequadas.

Um ato que não pode ser descartado é que a trajetória da aproximação final para a pista 09R passa acima e à direita do local de residência de um dos membros do grupo que estava a bordo, e que pode ter sido um dos motivos de desvio da atenção dos pilotos, conforme já citado.

A não preparação da aeronave para o pouso quando a mesma estava na perna do vento, condição de vôo visual – VFR, não encontra explicação outra que é a de confusão na cabine decorrente do procedimento não planejado, associado à velocidade da aeronave.

A trajetória da aeronave e a colisão com asas niveladas, em pequeno ângulo de impacto, indicam que não houve desorientação espacial, mas que os tripulantes não estavam olhando para fora e para frente.

É provável que estivessem com sua atenção voltada para o lado esquerdo, área iluminada onde se encontrava a pista, atenção canalizada.

A partir da primeira chamada do PT-LSD para o APP-SP, verifica-se que o nível de alerta da tripulação esteve sempre baixo, propiciando a seqüência de acontecimentos que culminou com o acidente.

O vôo transcorreu sem anormalidades até a autorização para descer e manter 5.500 pés, às 23:03P. Nesse momento surge um conflito de comunicação, onde os dois tripulantes veiculam a mesma mensagem. A partir do FL110, o PT-LSD retornou para a altura determinada, reduzindo sua velocidade de 250 para 205 Kt. A partir desse ponto, a desaceleração da aeronave foi insignificante, prejudicando a sua estabilização na aproximação final no marcador externo. A tripulação não interceptou o localizador e acabou arremetendo, pó não ter alcançado condições para configurar a aeronave e pousar.

Três hipóteses são mais prováveis:

- Distrações e desatenções relativas aos procedimentos na cabine;
- Falha no cálculo de distância e velocidade para desaceleração;
- Ação intencional.

A terceira hipótese configuraria indisciplina de vôo, difícil de ser aceita de um piloto, nesse nível.

As duas primeiras implicariam em falhas na realização de procedimentos, deficiente coordenação de cabine e até a possibilidade de redução de performance de um dos pilotos devido à fadiga física pela extensa jornada ou por interferências outras como, por exemplo, a presença de fadiga física, seguramente constituem os ingredientes que poderiam explicar a falha em estabilizar a aeronave para o pouso.

A arremetida foi uma decisão acertada, que resolvia todas as dificuldades, até então, encontradas. É uma prerrogativa do Cmt e é um procedimento alternativo normal. Nesse caso, o operador IFR, deveria ter sido a arremetida realizada em frente e de acordo com as instruções da carta de aproximação Charlie 2.

O primeiro contato do PT-LSD com a Torre foi o comunicado da arremetida:

- “Sierra Delta arremetendo, senhor”.

O controlador da torre solicitou a confirmação do tráfego. O PT-LSD repetiu a mensagem de que estava arremetendo.

Uma vez que a aeronave se encontrava sob regras de vôo por instrumento, a torre informou estar ciente da arremetida e que o PT-LSD chamasse o APP-SP em 119.8.

Em resposta, o PT-LSD respondeu: - “Afirmativo, não há possibilidade, estamos em condições visuais, curva à esquerda e interceptar a do vento?”

Com essa solicitação, o Cmt estava propondo cancelamento do plano de vôo por instrumento para voar visual no tráfego do Aeroporto de Guarulhos.

Analisando o teor da resposta do Cmt, verificamos que o mesmo iniciou a transmissão concordando com as instruções:- “ Afirmativo”..., mas prosseguiu com uma solicitação: “-há possibilidade,...”, continuou com uma informação: -“estamos em condições visuais;”, e terminou completando a solicitação: - “curva à esquerda e interceptar a do vento”.

Não disse qual a perna do vento, se do setor sul ou norte.

Para o controlador, só havia uma perna do vento, conforme a carta do aeródromo, para o tráfego de aviões, que era no setor sul.

Não havia tráfego conhecido na área de responsabilidade da torre. O controlador respondeu: - “Afirmativo. Prossiga então para o setor sul, acuse ingressando na perna do vento, Léo Lima Sierra Delta”.

Com essa autorização de ingressar no tráfego visual do aeroporto de Guarulhos, o PT-LSD estava deixando de voar sob regras de vôo por instrumentos (IFR).

Em resposta às instruções da torre – Guarulhos (TWR-GR), o Cmt transmitiu: - “Afirmativo, setor norte, senhor”.

No momento da mensagem para o órgão de controle (torre), o PT-LSD já curvava à esquerda, fazendo com que a TWR-GR entendesse que pretendia realizar uma curva no setor norte para posteriormente, ingressar na perna do vento, ou seja, no setor sul.

A citada carta define os obstáculos de maior altitude. No setor sul, dentro da Zona de Tráfego de Aeródromo – ATZ, define 2733 pés, e no setor norte, ainda dentro da ATZ, 3019 pés. Não oferece informações dos obstáculos fora da ATZ, na trajetória cumprida pela aeronave após a arremetida, em virtude das dimensões propostas nesta carta combrirem uma área maior que aquela prevista para uma ATZ.

No caso de arremetida visual para a pista em uso, após o procedimento de descida por instrumento, a carta orienta prosseguir em frente para ingressar no circuito, com curva para a perna do vento, que seria, neste caso, para a direita, portanto, diferente do tráfego padrão em outros aeródromos.

Como pode ser verificado, as instruções do Cmt de prosseguir para a perna do vento no setor norte não haviam sido por ele claramente explicitadas na solicitação (Falha de Comunicação), e o controlador não havia recebido a mensagem como pensou lhe estar sendo dirigida.

A falha não apresentava maiores implicações, nem perigo iminente, sendo relegada a segundo plano, tendo em vista a importância maior em controlar este e outros tráfegos. Nesses casos, os esclarecimentos são feitos após o pouso. Entretanto, no caso em questão, revelou-se um evento significativo para o acidente.

A arremetida foi realizada com velocidade bem acima do normal. Em consequência, o raio de curva maior colocou a aeronave mais afastada que o normal na perna do vento, mais perto da serra. Essa velocidade maior 205Kt provocou um deslocamento quase 50% mais veloz que o previsto, afastando a aeronave da área de controle da torre.

O estresse da arremetida, agravado por ser diferente do procedimento de arremetida IFR estabelecido; a transição do voo IFR para o voo VFR; as novas tarefas a serem realizadas em curto espaço de tempo, possivelmente agravadas pela presença de clientes irrequietos, curiosos, irreverentes, porém importantes para a empresa, redundaram numa somatória de fatores, que tumultuaram a concentração dos tripulantes. A partir desse ponto, os procedimentos normais imprescindíveis para o pouso não foram realizados.

Na perna do vento, a velocidade não foi reduzida para que a aeronave fosse configurada para o pouso. Tudo indica que a aeronave estava sendo voada manualmente sem a assistência do piloto automático. Sua estabilidade estava nas mãos de um piloto cansado, estressado e não suficiente assessorado.

A distração com os pontos no terreno visível e iluminado, à esquerda e atrás; e invisível – tipo buraco negro – à frente e à direita da aeronave, somada com o monitoramento dos instrumentos de controle, e ainda, acrescida da falta de horizonte natural, externo, levaram o piloto a iniciar uma perda sutil de altura.

O ATTSP percebeu no radar que o PT-LSD ainda estava voando e questionou a Torre de Guarulhos quanto à situação e velocidade do mesmo. Recebeu desta a informação de que o PT-LCD estava se dirigindo para o circuito de tráfego.

- TWR – “Lima Sierra Delta, confirme condições de voo?”

- PT-LSD – “Visuais”.

A Torre então insistiu:

-TWR – “Acuse, então, perna do vento da pista zero nove, câmbio!!”

-PT-LSD – “Ciente”.

O período de tempo decorrido entre a última chamada do PT-LSD, que já curvava à esquerda e o presente contato, foi de trinta e dois segundos.

As condições a serem cumpridas para o voo visual são as seguintes:

- Manter-se em condições de visibilidade igual ou superior a cinco quilômetros;

- Permanecer, no mínimo, a mil e quinhentos metros horizontalmente e trezentos metros verticalmente das nuvens ou qualquer formação meteorológica;
- Manter referência com o solo ou água, de modo que as formações meteorológicas abaixo do nível de vôo não obstruam mais da metade da área de visão do piloto;
- Voar abaixo do nível de vôo 150 - FL 150; e
- Voar com velocidade inferior a 250 KIAS.

O tráfego do PT-LSD aliada à sua demora em acusar as posições críticas no tráfego visual, inicialmente perna do vento, afastou aquele tráfego, apresentando probabilidade de interferir no tráfego IFR sob vetoração do APP-SP. A Torre Guarulhos chamou a aeronave duas vezes para ser atendida. O PT-LSD respondeu interrogando: - “Confirme senhor, estou para girar base?”.

Pelo exposto, o PT-LSD deixou de acusar as posições de tráfego e parecia estar “aguardando” instruções como se estivesse em vôo por instrumentos.

A transferência de controle foi informada ao PT-LSD com as instruções:

-“Chame da presente posição o Controle São Paulo cento e dezenove decimal oito. Temos duas aeronaves em aproximação. Chame aquele Controle para... o encaixe na aproximação, pouso zero nove.”

O PT-LSD chamou o controle São Paulo, que interrogou suas condições de vôo.

Em resposta o PT-LSD acusou visual no setor, na perna base alongando.

A condição informada, de alongar a perna base, não corresponde à trajetória verificada na apresentação radar. Nesta, a aeronave parecia estar em uma trajetória aproximadamente paralela ao prolongamento da pista SBGR, ligeiramente convergente.

O controle passa as seguintes orientações ao PT-LSD:

-“Okay, mantenha a perna do vento, okay?” Mantenha a perna do vento que eu tenho um tráfego que está à sua esquerda, na posição dez horas, agora. Em aproximação por instrumentos.”

O PT-LSD informa estar ciente, cotejando afirmativo.

Enquanto permaneceu na perna do vento, o PT-LSD desceu de 4.400 para 3.100 pés. O ALTITUDE ALERT, equipamento de alerta de altitude estava selecionado para 4.000 pés. Se foi selecionado é porque os tripulantes acreditavam que estava funcionando e sabiam da altura a ser mantida no tráfego. Por qual motivo não reagiram adequadamente ao sinal de alerta, não pode ser verificado. Essa falha pode ser imputada a uma falha do equipamento, ou a algum desvio de atenção (mais provável) por parte dos tripulantes.

A aeronave não possuía um equipamento de aviso de proximidade com o solo (GROUND PROXIMITY WARNING SYSTEM – GPWS) que alertaria dos tripulantes com muito maior acuracidade e precisão de sua proximidade do solo. A operacionalidade para uso desse equipamento pressupõe um treinamento específico em simulador. Por outro lado, esse recurso também não é exigido no RBHA 135 para esse tipo de aeronave.

As condições meteorológicas na área do aeródromo não impediam a realização de um tráfego visual. O Cmt considerou mais adequado cancelar o procedimento IFR previsto, passando a operar visual noturno no tráfego.

A decisão de curvar a esquerda, apesar de não recomendada, não era proibida. Esse setor possui topografia mais acidentada e por isso maior influência de ventos e maior ocorrência de nebulosidade. Esse setor é destinado ao tráfego visual de helicópteros.

A seqüência dos fatos, acrescida pelos fatores presentes já citados, e agravada pela falta de horizonte externo foram fechando a armadilha em que rapidamente a aeronave se envolveu.

### **Conclusões do Acidente:**

#### **Fator Humano**

##### (1). Aspecto Fisiológico – Contribuiu

As falhas verificadas no desempenho dos tripulantes evidenciaram cansaço resultante da longa jornada, de 16:30 h, sem repouso, levando-os a um comportamento típico de fadiga física.

## (2). Aspecto Psicológico – Contribuiu

O temperamento persistente do Cmt, a preservação da sua auto-imagem e a carência de potencial nos revelaram uma personalidade ansiosa e rígida. As atitudes e excesso de autoconfiança e necessidade de afirmação, indevidamente irracionalizadas, prejudicam o desempenho, principalmente em situações não rotineiras e que envolvem risco; no caso, com o aumento de tensão e configuração de um estresse situacional. A dinâmica afetiva estava presente, principalmente, pelo papel social que o Cmt sempre procurou exercer de chefe de equipamento, de excelente piloto, de administrador e de preposto da operadora.

O co-piloto exibiu um controle racional adequado e comportamento retraído. Diante do nível operacional exibido pelo Cmt, deixou de assessorá-lo adequadamente e corrigi-lo, como elemento de segurança da tripulação. A fadiga física agravou os níveis de estresse situacional e motivou as falhas verificadas.

## **Fator Operacional**

### (1). Deficiente Instrução – Contribuiu

Durante as fases de instrução e treinamento do Cmt e do co-piloto, houve lacunas que contribuíram para o baixo nível de desempenho encontrado nos momentos críticos do vôo. Tais deficiências podem ser conseqüências da inexistência de um Programa de Treinamento aprovado pelo DAC.

### (2). Pouca experiência de Vôo na Aeronave – Contribuiu

A pouca experiência de vôo do co-piloto contribuiu, através de um deficiente assessoramento e de sua inadequada fraseologia.

### (3). Deficiente Supervisão – Contribuiu

Caracteriza pela ausência de uma supervisão mais próxima, visando assegurar aos tripulantes as condições e parâmetros preconizados pela legislação vigente, principalmente, no que diz respeito à Lei do Aeronauta (Lei 7.183/84), assim como à não existência de pessoal credenciado no trato dos assuntos afetos à Segurança de Vôo, à inexistência de um Programa de Treinamento com previsto no RBHA 135 e da inadequada composição da tripulação.

#### (4). Deficiente Coordenação de Cabine – Contribuiu

A não configuração da aeronave para as fases de aproximação e de pouso; as atitudes tomadas pela tripulação, com acúmulo de tarefas e pequenos deslizes, relegando tarefas essenciais a um plano secundário; denotam que a coordenação de cabine não estava à altura das exigências de desempenho de vôo.

#### (5). Influência do Meio Ambiente – Contribuiu

A região sobrevoada pela aeronave apresentava circunstâncias ambientais limitadoras de visibilidade, porquanto se trata de área de baixa densidade demográfica, quase sem iluminação, em uma noite escura e com cobertura de nuvens.

A probabilidade da presença de um dos passageiros, entre os pilotos, na cabine, poderia ter causado uma interferência, que, de certo modo, poderia provocar o crescente número de falhas e discrepâncias observadas, tais como a não estabilização no final do procedimento de descida, os retardos nas respostas às comunicações do APP-SP e, inclusive, a arremetida no ar.

#### (6) Deficiente Planejamento – Contribuiu

Ditado por uma falha de preparação para realizar a aproximação e pouso, bem como para uma possível arremetida. A aproximação perdida é indício de insuficiente planejamento de descida; as falhas observadas após a arremetida são indícios de falta de planejamento para essa fase em vôo visual.

Também está presente, embora não contribuinte, nas viagens que antecederam ao vôo do acidente. As missões sempre findavam por serem realizadas diferentemente da forma que eram planejadas.

### **3.6 FECHAMENTO**

Buscou-se, com os conceitos entre acidentes e incidentes aéreos demonstrar as diferenças que há entre os dois conceitos. Contudo, em termo financeiros e humanos, tanto para as companhias como para seus passageiros os danos são elevados.

Com os exemplos citados, a título de exemplificação de acidentes aéreos, procurou-se demonstrar como os fenômenos meteorológicos contribuem de forma direta para ocorrência de um desastre aeronáutico.

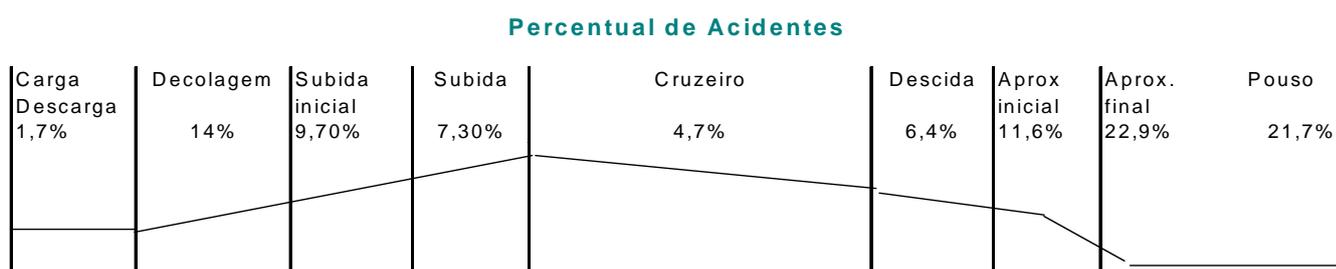
## 4 FATORES METEOROLÓGICOS QUE AFETAM A AVIAÇÃO

### 4.1 OS RISCOS NAS FASES DO VÔO

Segundo Bechwith 1985, os fenômenos meteorológicos podem interferir na segurança e economia do vôo, na arremetida e no pouso das aeronaves. Ainda, conforme este pesquisador, durante a decolagem, as aeronaves operam no limite de sua capacidade, para vôo visual – *Visual Flight Rules* – VFR, porque a visibilidade reduzida e a baixa altura da base da nuvem podem impedir as aeronaves de operar nesse procedimento. Ademais, nos casos em que a visibilidade for reduzida, até mesmo o vôo por instrumentos – *Instruments Flight Rules* – IFR, pode ser cancelado.

Como exemplo clássico de fator meteorológico, pode citar a forte redução de visibilidade, presente no momento do acidente, no solo, ocorrido no aeroporto de Los Rodeos em Tenerife – Ilhas Canárias em março de 1977, descrito no item 3.5.1 desta monografia.

Um estudo realizado por Mattheus 1998, para evento de acidentes e incidentes em um período de 37 anos, revelou que “os riscos que as aeronaves estão sujeitas durante os procedimentos operacionais são maiores nas fases de aproximação inicial, aproximação final e pouso, que corresponde, respectivamente, a 11,6%; 22,9% e 21,7% do total de eventos de acidentes”, como mostra a figura 4.1.



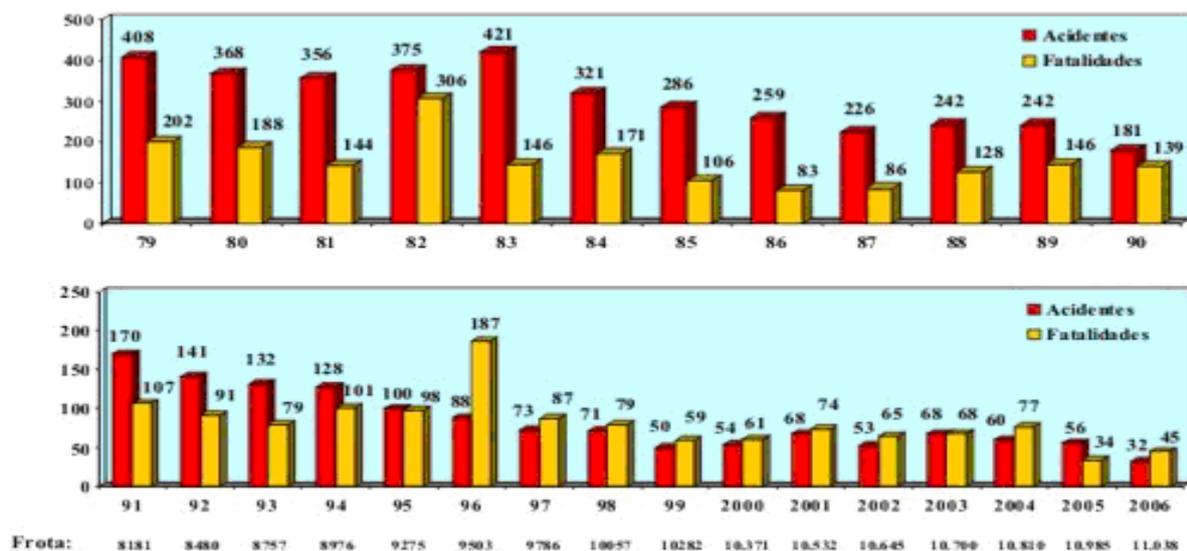
**Figura 4.1 - Percentuais de Eventos de Acidentes e Incidentes por Fase de Vôo, Registrados Entre 1959 e 1996, em Vôos de Até 01h 30m de Duração, Fonte: Adaptado de Mattheus, 1989**

Conforme orientação do mestre em aviação civil Brigadeiro Adyr da Silva, no presente estudo “o percentual de acidentes na fase de decolagem, 14% (quatorze por cento), pode estar superestimado por fatores mecânicos, como por exemplo a operação de aeronaves a pistão nas

décadas de sessenta e setenta, situação que pode mascarar o percentual de acidentes por razões meteorológicas, nesta fase do vôo.”

Mesmo com esse esclarecimento pode-se constatar que os percentuais de acidentes provocados por diversos fatores, dentre eles o meteorológico, são ainda, significativos nas fases do vôo, consideradas como fases de risco, como, aproximação inicial, aproximação final e pouso das aeronaves, respectivamente, 11,6%, 22,9% e 21,7%, o que totaliza 56,2% (cinquenta seis virgula dois). Tendo esses eventos ocorridos no ambiente atmosférico estavam sujeitos, portanto, às condições meteorológicas adversas ao vôo.

No Brasil um estudo realizado pelo Centro de Prevenção e Investigação de Acidentes Aeronáuticos – CENIPA que analisou eventos de acidentes aeronáuticos, em todas as fases do vôo, para o período de 1979-2006, que compreende 28 anos, revela um decréscimo no total anual de acidentes aéreos, da ordem de dez vezes menos entre o ano de 1979 e 2006, como mostra a figura 4.2.



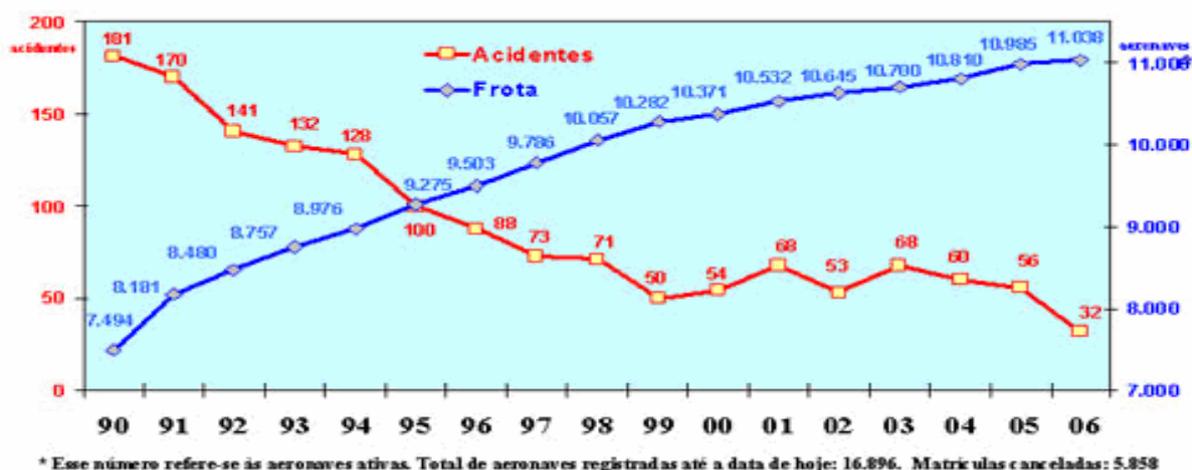
**Figura 4.2 - Total Anual de Acidentes Aéreos no Brasil**  
(Fonte: Cenipa/Dipaa-Anac)

Outro estudo realizado pelo CENIPA, com dados de acidentes aeronáuticos para o período de 1990 a 2006, dezesseis anos, comprova o aumento na segurança e na eficiência do transporte aéreo no Brasil. E essa tendência se mostra mais expressiva se for considerado, também, o número no decréscimo de acidentes, com o aumento no número da frota de aeronaves em

operação, como mostra a figura 4.3. Se pode constatar, ainda, que o número de acidentes aeronáuticos é da ordem de 5.6 vezes menor desde 1990 até 2006.

Ademais, sobre o aumento do número da frota de aeronaves no Brasil, o Brig. Ozires Silva em palestra realizada durante o I Fórum dos Aeroportos de Excelência da América do Sul – FAEXAS, evento ocorrido em Brasília – DF em outubro de 2006, destacou que; “houve um aumento significativo nos últimos anos da frota de pequenos jatos de baixo custo e que os jatos de grande porte no futuro serão capazes de transportar cerca de 250 ou 300 passageiros, os do tipo Boeing, e 400 a 800 passageiros, os do tipo Airbus.”

Outra comunicação interessante do Brig Ozires, nesse evento, é que “as 264 companhias aéreas, aproximadamente, hoje em operação no mundo estão prevendo transportar 2 bilhões de passageiros em 2006, o que representa cerca de 1/3 da população da Terra.”



**Figura 4.3 - Número de Acidentes Aéreos X Número da Frota Aérea**

Fonte: DIPAA e RAB – Ano 2006

## 4.2 FENÔMENOS METEOROLÓGICOS PERIGOSOS AO VÔO

Como constata o estudo realizado por Mattheus de 1989, mostrado na figura 4.1, em todas as fases do vôo as aeronaves estão sujeitas a ocorrência de acidentes/incidentes aeronáuticos, por diversos fatores, inclusive o meteorológico.

Outra pesquisa realizada pelo *Federal Aviation Administration* - FAA em 1981, baseado em dados com mais de 200.000 aeronaves que totalizaram mais de 40 milhões de horas de vôo

revelou, que em cerca de 662 acidentes fatais, diversos fatores foram os causadores. Ademais, um tratamento estatístico desses dados elaborado pelo *National Transport Safety Board* - NTSB, para os Estados Unidos, indicou que dos 622 casos os fenômenos meteorológicos foram ou estavam relacionados a um fator de cerca de 40% dessas fatalidades, isto é, 289 acidentes fatais ocorreram por fenômeno meteorológico.

Um estudo realizado pela *National Academic of Sciences* – NAS, dos Estados Unidos, em 1983, com acidentes/incidentes aeronáuticos ocorridos no mundo, para o período compreendido entre 01 de março de 1964 a 28 de julho de 1982, revelou que foram identificados os seguintes fenômenos meteorológicos, mais relevantes: turbulência de ar claro, onda de montanha, nevoeiro, frente de rajada, trovoada e Wind-shear ou microrrajadas, e frentes de brisas como os principais causadores dos acidentes/incidentes aeronáuticos.

#### **4.2.1 Os fenômenos Meteorológicos**

**TURBULÊNCIA DE AR CLARO – TAC** – A Turbulência de Ar Claro – TAC, ou no idioma inglês *CAT – Clear Air Turbulence*, segundo OMM, 1977, é geralmente descrita como um solavanco que uma aeronave sofre quando está voando em região de céu claro, e por isso é denominada, por vezes, de Turbulência de Céu Claro. A sensação dos ocupantes da aeronave é semelhante a de estar em um veículo trafegando em rodovia com buracos na pista ou quando o veículo passa de forma abrupta por um “quebra-molas”. A definição mais precisa da TAC é toda turbulência que ocorre na atmosfera livre do interesse para as operações aéreas, desde que não ocorra dentro ou em região adjacente a atividade convectiva visível, isto é, nuvens tipo cumulus, mas podendo ocorrer na presença de nuvens tipo cirrus ou em suas proximidades. A TAC é causada por ondas estacionárias a sotavento de uma barreira de montanhas, isto é, onda de montanha e por intenso cisalhamento vertical do vento em altitude em uma camada de ar estável, isto é, nas proximidades de uma corrente de jato na atmosfera.

Esse fenômeno é particularmente perigoso às operações aéreas, porque podem provocar danos estruturais nas aeronaves e em alguns casos perda temporária do comando da aeronave por parte do piloto. Quanto a intensidade a TAC é classificada em moderada, quando a aeronave em vôo sofre acelerações da ordem de 0,5 a 1 G, isto é, valor da aceleração devido à gravidade, ou severa quando o valor dessa aceleração é maior que 1G. A TAC pode ser prevista mediante coleta de dados da atmosfera por RADAR, sondagens aerológicas ou por

radiômetro. A TAC é mais intensa em regiões próximas a cordilheiras no inverno e na primavera, em ambos os hemisférios da Terra.

**ONDA DE MONTANHA** – As montanhas induzem ondulações de alta amplitude ou ondas de montanha na corrente de ar que circula sobre elas. Essas ondas estão associadas com forte turbulência e cisalhamento do ar e sua influência pode se estender do nível solo a altitudes elevadas na atmosfera. Em geral, elas induzem os ventos catabáticos, que são ventos descendentes de uma montanha, tais como; os ventos do tipo Foehn na Suíça, Suécia e Noruega e o Bora no mar Adriático. Esses ventos são fortes e ocorrem em rajadas à superfície da Terra, produzem Wind-shear de baixos níveis e turbulência nos aeroportos localizados na região de sotavento ou no sopé das montanhas, e são frequentes nos meses de outono, inverno e primavera. A Onda de Montanha pode trazer riscos à segurança das aeronaves que operam em aeroportos sujeitos a esse fenômeno, em especial se as aeronaves estão nas fases de aproximação e pouso, e durante a decolagem, segundo a NAS, 1983.

**NEVOEIRO** – Esse fenômeno caracteriza-se pela redução da visibilidade horizontal no aeródromo a valor inferior de 1000 metros, devido ao um aumento na quantidade do vapor d'água, por transporte de umidade de uma fontes de vapor d'água, tais como; oceano, lago, floresta densa ou rio, ou por redução da temperatura do ar sobre a superfície da Terra. A ocorrência de nevoeiro em uma região pode definir o tipo de operação de um aeródromo VFR ou IFR, e por vezes provocar o fechamento do aeródromo para operações de pouso e decolagem, por isso, o nevoeiro pode trazer sérios riscos às operações das aeronaves, segundo NAS 1983.

**FRENTE DE RAJADA** – A frente de rajada é a extremidade de uma cunha de ar junto ao solo da massa de ar frio, que se originou de ar descendente de uma trovoadas ou nuvem convectiva. A frente de rajada caracteriza-se pela superfície de descontinuidade entre o ar frio da trovoadas e o ar quente do ambiente onde a trovoadas está se deslocando e apresenta nessa região de descontinuidade térmica vento em rajada, com forte e turbulência à superfície da Terra. Esse fenômeno pode trazer sérios riscos à segurança do voo se houver enfrentamento de uma aeronave durante a decolagem, aproximação ou pouso com esse fenômeno meteorológico. A Frente de Rajada pode ser detectada e monitorada por um RADAR instalado na região do aeródromo, segundo o NAS, 1983.

**TROVOADA e WIND-SHEAR** – A trovoada é uma manifestação visível, elétrica e sonora da nuvem Cumulonimbus – CB. A trovoada é formada por radiação solar, vapor d'água, correntes conectivas de ar e num ambiente de atmosfera instável, e caracteriza-se pela condensação do vapor d'água levado a grandes altitudes na atmosfera pelas correntes verticais de ar. A trovoada pode se constituir por uma única célula, um aglomerado de células que é formado por várias trovoadas juntas, e neste caso é denominado de Complexo Conectivo de Mesoescala – CCM ou por um algumas células de trovoadas dispostas em linha, que é denominado de linha de trovoada ou *squall line*.

Esses sistemas, em geral, apresentam enorme desenvolvimento vertical na atmosfera podendo atingir de 5 a 30 quilômetros de extensão. Com grande quantidade de energia, as trovoadas são constituídas por enorme quantidade de água, gelo e neve, e dentro delas existem fortes correntes de ar ascendentes e descendentes que podem atingir velocidades verticais da ordem de 50 a 80 quilômetros por hora. Em seu ciclo de vida esses sistemas apresentam, basicamente, três fases, isto é, a primeira fase é a fase de Cumulus ou fase de formação; a segunda fase é de desenvolvimento vertical ou maturação e a terceira fase é a fase de dissipação ou morte. Para uma célula de trovoada o tempo de duração de cada uma das fases é de cerca de 50 minutos até uma hora, enquanto para o aglomerado e para linha de instabilidade pode chegar a um dia.

As trovoadas geram os Wind-shear que são violentas correntes de ar descendentes da nuvem CB na direção do solo, mediante microrajadas de vento que são um perigo enorme para as aeronaves em vôo, em especial nas fases de aproximação e pouso, e na decolagem, quando a aeronave possui menor velocidade em relação ao solo, porque podem alterar a força de sustentação e a estabilidade da aeronave. Ademais, o tempo de enfrentamento da aeronave com esses fenômenos são curtos, da ordem de minutos e segundos, há ocorrência de turbulência e se a aeronave estiver em baixa altitude pode ser mais perigoso, porque o tempo de reação do piloto e a inércia dos comandos da aeronave, podem não ser suficientes para uma resposta rápida em manter-se a aeronave com segurança na trajetória de seu vôo. As trovoadas são sistemas que, em geral, podem ser previstos e monitorados, mediante sondagens aerológicas, modelos numéricos de previsão do tempo de escala local, imagens obtidas por RADAR e satélite meteorológico. Esses fenômenos são comuns nas regiões tropicais, sobre os continentes e podem ocorrer em todas as estações do ano, em especial, no verão e na primavera, segundo Fujita, 1985.

Pesquisa realizada por Fujita, 1985, onde foram reanalisados os dados do estudo feito pela NAS 1983, revelou que cerca de 78% dos casos de acidentes/incidentes estavam associados a presença da trovoadas, isto é, nuvem tipo Cumulonimbus – CB, linha de trovoadas ou aglomerado de nuvens de trovoadas, sobre o aeroporto ou em suas proximidades.

Ademais, avaliando a distribuição espacial, no mundo, desses acidentes/incidentes Fujita concluiu que esses eventos ocorrem com maior frequência em regiões tropicais ou em suas proximidades, em ilhas, ao longo de regiões costeiras e no interior dos continentes. Constatou, também, que esses fenômenos são do conhecimento da comunidade aeronáutica internacional, como causadores de acidentes/incidentes aeronáuticos, em especial, durante as fases do voo; na decolagem e no pouso das aeronaves.

De uma pesquisa realizada no *The Aviation safety Network*, banco de dados visualizado em <http://aviation-safety.net>, onde são informadas as causas reais ou prováveis sobre doze mil e duzentos (12.200) acidentes aeronáuticos para o período de 1943 a 2007, isto é, durante cinquenta e quatro anos, ficou identificado que o percentual médio de cerca de 23% do total de acidentes, ocorreram por fatores meteorológicos ou esses fatores estavam presentes durante os acidentes.

Pode-se identificar, também, que, em vários casos dessa pesquisa, o piloto necessitou ser informado com maior antecedência e rapidez sobre a existência ou o desenvolvimento do fator meteorológico que causou o acidente.

Por outro lado, em outros casos, verificou-se que a decisão tomada pelos pilotos envolvidos nos acidentes, por exemplo, naqueles ocorridos nas fases de decolagem e pouso, elas foram audaciosas e mostraram enfrentamento às condições meteorológicas adversas ao voo, por motivos desconhecidos ou não investigados, ou não registrados no banco de dados visualizado.

Portanto, para que o transporte aéreo atenda com segurança e economia ao usuário é imperioso que os fenômenos meteorológicos perigosos à aviação, precisam ser mais bem, estudados, diagnosticados, monitorados, informados aos usuários e previstos.

## **5 A PREVISÃO METEOROLÓGICA AERONÁUTICA**

### **5.1 HISTORIA DA INFORMAÇÃO METEOROLÓGICA**

Como relata WMO, 1988, as primeiras observações sobre as condições meteorológicas registradas pela humanidade com a relação a um elemento, a precipitação, remontam ao ano 2000 antes de Cristo.

Um precursor do estabelecimento de redes de estação meteorológica foi Fernando II, Gran Duque de Toscana, que em 1653 instalou termômetros em muitos dos monastérios sob sua jurisdição. O primeiro mapa meteorológico, baseado em dados acumulados durante 30 anos, se deve a Heinrich W. Brandes em 1816, e a relação existente entre a estrutura do vento e a distribuição da pressão atmosférica se deve a Christofhorus H. Buys Bllot e William Ferrel em 1857.

No começo do século XX a aviação apareceu como um novo cliente dos Serviços Meteorológicos, com os pioneiros como Santos Dumont e os irmãos Wright, que ao realizarem os primeiros vôos com aeronaves mais pesadas do que o ar, para terem sucesso em suas experiências precisaram observar os ventos fortes que ocorriam na superfície, isto é, já identificavam a necessidade de contar com a ajuda da informação meteorológica.

A extrema sensibilidade aos fenômenos meteorológicos por parte das aeronaves utilizadas nos primeiros anos da Navegação Aérea, pode ser compreendida consultando-se os registros dos Serviços de Correio Aéreo estabelecido pelo Escritório de Correios dos Estados Unidos da América em 1918. Embora tenha-se introduzido procedimentos de segurança e de organização de viagens registrava-se um pouso de emergência a cada 1300 quilômetros de vôo. A expectativa de vida profissional de um piloto do Correio Aéreo era de apenas 4 anos , aproximadamente. Em 1920 e 1921 se acidentaram cerca de 89 aeronaves que provocaram a morte de 19 pilotos. Os acidente foram ocasionados principalmente, pelas más condições atmosférica e por defeitos mecânicos nas aeronaves. Assim, se chegou a conclusão que uma informação confiável sobre as condições meteorológicas durante o vôo e no pouso teriam grande importância sobre os efeitos de melhorar a segurança da Navegação Aérea.

Por outro lado, em princípios do século XX já existiam muitas estações meteorológicas instaladas pelo mundo, mas infelizmente, a utilização prática das observações meteorológicas tinha um grave obstáculo, os locais das estações eram distantes dos centros de recebimento desses dados, e por isso, as informações levavam semanas para chegar ao centro que recebia esses dados. Esta situação só pode ser mudada, radicalmente, com a invenção do telegrafo em 1844.

Ainda, segundo WMO, 1988 os dados meteorológicos observados e previstos são necessários em todas as fases do voo, e são cruciais para operação das aeronaves. As companhias aéreas estabeleceram procedimentos específicos para utilização da informação meteorológica para a manter e aprimorar a segurança do voo. Na forma precisa de se utilizar os fatores meteorológicos para planejamento e operação dos voos não se pode esquecer a precisão das observações e a qualidade das previsões meteorológicas.

Portanto, a utilização dos dados meteorológicos coletados em um aeródromo são indispensáveis a operação e segurança das aeronaves naquele aeroporto e para as aeronaves que estão de sobrevoo, porque ele serve, também, como aeródromo de alternativa. Essa coleta regular da observação meteorológica aeronáutica foi estabelecida como um procedimento padrão nos aeroportos a partir do fim da Segunda Guerra Mundial, e ficou definida como QAM, que foi um grandioso salto de informação meteorológica ao aeronavegante. Nessa mensagem constavam todos os dados meteorológicos como; direção e velocidade do vento, visibilidade, condição do tempo presente, temperatura do ar e do ponto de orvalho para o cálculo da umidade do ar, pressão atmosférica e visibilidade. Em meados da década de setenta a OMM e conjunto com a OACI, substituíram o QAM pelo então METAR, que constitui-se de uma observação meteorológica regular para fins aeronáuticos com uma formatação mais operacional que perdura até os dias de hoje.

A importância desse dados tem se tornado cada vez maior para segurança do voo, apoio operacional e economia das companhias aéreas e o trabalho de gestão da autoridade aeronáutica de cada país, o que pode ser observada pelos seguintes exemplos:

- uma variação na temperatura do ar de 30° para 31° Celsius corresponde a uma redução de 2000 Kg no peso máximo de decolagem de um B737, o que representa o peso de quatro passageiros e o do combustível necessários para transportá-los por 9000 Km;

- o consumo de combustível de uma aeronave pode aumentar em cerca de 1% para cada grau Celsius de aumento de temperatura;
- num A310, para cada grau de decréscimo na temperatura de referencia, o peso útil de decolagem aumenta em cerca de 210 Kg;
- uma aeronave em vôo enfrentando um vento de proa de 90 Km/h por uma distancia de 5000 Km gasta mais 10.000 Kg de combustível se o vento fosse calmo.

Portanto, é lamentável e torna-se questionável se as grandes aeronaves atuais necessitem somente da informação METAR, dentre outras disponíveis que podem diminuir o numero de acidentes aeronáuticos causados por condições meteorológicas.

## 5.2 OS CENTROS MUNDIAIS DE PREVISÃO

A previsão meteorológica para aeronáutica está estruturada e organizada por dois *World Area Forecast Centre – W AFC* ou Centros Mundiais de Previsão Área localizados na cidade de Exeter próximo a Londres – Inglaterra e na capital dos Estados Unidos da América – Washington/DC.

Esses Centros Mundiais, que operam como espelho um do outro, recebem e processam diariamente, uma enorme quantidade de informações meteorológicas, via rede mundial de telecomunicações, proveniente de vinte e três (23) Centros Meteorológicos Regionais, localizados em todos os continentes.

Os Centros Regionais transmitem aos *W AFC* informações meteorológicas de cerca, de 10.000 estações meteorológicas de superfície, 1000 estações meteorológicas de altitude, 10.000 bóias oceânicas fixas e á deriva e de navios e aviões em rota, e de satélites geoestacionário e de órbita polar, que formam a rede mundial de observação do tempo e do clima.

As estações meteorológicas de superfície aeronáuticas, bóias oceânicas fixas e á deriva e navios coletam dados de direção e velocidade dos ventos, temperatura do ar e do ponto de orvalho, umidade do ar, precipitação pluviométrica, pressão atmosférica, visibilidade e

condição do tempo com uma frequência horária, enquanto as estações sinóticas coletam esses dados a cada três horas.

As informações meteorológicas confeccionadas nos aeródromos são denominadas de METAR quando reportam as condições do tempo em intervalos regulares, horárias, ou de SPECI quando reportam as variações significativas no tempo entre os intervalos das observações regulares, conforme o FCA 105-3 Códigos Meteorológicos METAR e SPECI, 2004, do Ministério da Defesa – Comando da Aeronáutica.

As informações meteorológicas confeccionadas nas estações sinóticas são denominadas de SINOP, pois retratam as condições do tempo observado a cada três horas, conforme preconiza o MCA 105-10 Manual de Códigos Meteorológicos, 2004 do Ministério da Defesa – Comando da Aeronáutica.

Assim, os dados meteorológicos que compõe as informações são coletados nessa rede mundial de observação na frequência horária para fins aeronáuticos e a cada três horas para fins sinóticos.

As estações meteorológicas de altitude coletam os dados de direção e velocidade do vento, temperatura do ar, pressão atmosférica e umidade, mediante o lançamento de radiossondas ou balões meteorológicos na atmosfera quatro vezes ao dia, embora no Brasil sejam realizadas duas sondagens diárias. As informações meteorológicas confeccionadas nas estações de altitude são denominadas de TEMP, conforme preconiza o MCA 105-9, Manual de Estações Meteorológicas de Altitude, 2002 do Ministério da Defesa – Comando da Aeronáutica.

Ademais, as aeronaves em vôo coletam dados de direção e velocidade do vento, temperatura do ar e nível de vôo, confeccionam da mensagem AIREP, conforme o MCA 105-10, 2004, do Ministério da Defesa.

Os satélites geoestacionários e de órbita polar obtém imagens da atmosfera da Terra a cada trinta minutos nos canais do infravermelho, do vapor d'água e do visível, e retransmite essas imagens aos Centros Regionais. Essas imagens são fundamentais na previsão do tempo, em especial para fins aeronáuticos, porque permitem monitorar, realizar a vigilância meteorológica e estimar, em tempo real, o movimento dos sistemas perigosos à aviação, como; furacões, frentes e linhas de trovoadas sobre os oceanos e continentes.

Todas essas informações meteorológicas são remetidas pelos Centros Regionais aos *WAFS* que as processa por meio de modelos de previsão numérica do tempo que são rodados em modernos computadores. Esses computadores têm uma capacidade de operação da ordem de gigaflops, isto é, são capazes de realizar bilhões de cálculos e operações matemáticas por segundo, para gerar os produtos meteorológicos de previsão para cerca de 72hs, em pontos de grade para todo o globo, como; previsão de direção e velocidade do vento, temperatura do ar, nebulosidade, deslocamento de ciclones, posicionamento futuro de frentes frias e quentes, e de linhas de instabilidade, para diferentes camadas na atmosfera e região de turbulência, para níveis de vôo subsônico e supersônico.

Em seguida, esses produtos, conforme a área de responsabilidade, são repassados pelos *WAFS* aos Centros Regionais auxílio a previsão do tempo nos aeródromos e para apoio e vigilância do tempo aos vôos em rota, conforme as *Flight Information System – FIR*.

### **5.3 OS CENTROS REGIONAIS DE PREVISÃO DO TEMPO**

Os produtos elaborados nos *WAFS* são disponibilizados aos Centros Regionais que no Brasil é o Centro Nacional de Meteorologia Aeronáutica – CNMA, localizado no Centro Integrado de Defesa e Tráfego Aéreo – CINDCTA I em Brasília – DF.

O CNMA disponibiliza esses produtos e os repassa aos Centros Meteorológicos de Aeródromo – CMA.- 1, que são os Centros elaboradores da previsão meteorológica para os aeródromos na região de sua jurisdição, de onde partem ou são apoiados os vôos internacionais, como os de Manaus, Recife, Porto Alegre operados pelo Comando da Aeronáutica e os da INFRAERO, que são os Centros Meteorológicos do Galeão, localizado no aeroporto Internacional Antonio Carlos Jobim e de Guarulhos, localizado no aeroporto Internacional Governador Franco Montoro.

Os CMA-1 conforme preconiza o MCA 105-12 Manual de Centros Meteorológicos, 2001, são os responsáveis pela vigilância e elaboração da previsão meteorológica ou TAF – *Terminal Aerodrome Forecast*, e por isso utiliza os produtos do *WAFS*, as mensagens METAR, SINOP, TEMP, SPECI, AIREP, dentre outros, dados de RADAR e de imagens

meteorológicas obtidas por satélites de órbita polar e geoestacionária nos canais do visível, infravermelho e vapor d'água, modelos numéricos de previsão do tempo em escala regional e local, que geram índices de estabilidade atmosférica, de congelamento e turbulência, para as rotas e regiões onde são realizados os vôos.

Ademais, os Centros Regionais são os responsáveis, também, pelo aviso e monitoramento de ocorrência de trovoadas e sistemas meteorológicos perigosos ao vôo na decolagem, aproximação e pouso de aeronaves em coordenação TWR do aeródromo. O controlador da TWR repassada ao piloto, tanto os dados meteorológicos reais coletados na estação meteorológica de superfície, como as condições da atmosfera previstas no aeródromo.

Os CMA-1 são responsáveis, também, pelo *briefing* meteorológico aos pilotos, cerca de duas horas antes da partida do vôo do aeródromo, o qual consiste de uma exposição verbal fornecida pelo Meteorologista, sobre as condições meteorológicas existentes e previstas para o vôo desde o aeroporto de destino, as condições em rota e para os aeroportos de alternativa.

Fazem parte do *briefing* a apresentação de imagens obtidas por RADAR meteorológico e as imagens obtidas por satélite meteorológico.

Ademais, complementando a disponibilidade de informações ao aeronavegante, há na REDEMET, que é o *site* oficial de informações meteorológicas do Comando da Aeronáutica disponível na Internet no endereço: [www.maermil.com.br](http://www.maermil.com.br), uma serie de produtos nacionais e internacionais, como TAF, METAR, imagens de satélite, dentre outros, para a segurança e economia do vôo.

Entretanto, determinados tipos de dados, como, os de RADAR para as fases de pouso e decolagem das aeronaves e as imagens trabalhadas e detalhadas obtidas pelos satélites meteorológicos, ainda, não são disponíveis aos pilotos em tempo real.

## 6 CONCLUSÃO

Pode-se identificar que, em vários casos estudados nessa pesquisa, sobre acidentes aeronáuticos o piloto necessitou ser informado com maior antecedência e rapidez sobre a existência ou o desenvolvimento dos sistemas meteorológicos que causam acidentes.

Por outro lado, em outros casos, verificou-se que as decisões tomadas pelos pilotos envolvidos nos acidentes, por exemplo, naqueles ocorridos nas fases de decolagem e pouso, foram audaciosas e mostraram enfrentamento, por razões várias, às condições meteorológicas perigosas ao voo, cujos motivos são desconhecidos ou não investigados, ou não estavam registrados no banco de dados visualizado no *The Aviation Safety Network*.

À luz das informações que foram diagnosticadas neste estudo, das referências bibliográficas pesquisadas neste trabalho, e obtidas durante as aulas, palestras no Curso de Especialização em Gestão da Aviação Civil e da experiência profissional dos autores desta monografia trabalhando em Aviação Civil, fica evidente que:

- há incremento do fluxo de tráfego aéreo no mundo e no Brasil;
- há incremento do número de passageiros no mundo por quilômetro transportado;
- há um incremento no número de passageiros no mundo transportados por aeronaves;
- os custos operacionais dos voos são elevados;
- os construtores de aeronaves estão investindo em aeronaves que transportam um número cada vez maior de passageiros;
- todo o processo realizado para operar às aeronaves “do calço a calço” ocorre dentro do ambiente atmosférico, com a presença em potencial dos fenômenos meteorológicos perigosos ao voo;
- são críticas as fases do voo das aeronaves, na decolagem, aproximação inicial e final e pouso, como retrata Matheus 1989, o que corresponde à cerca de 70,2% dos acidentes/incidentes aeronáuticos;
- as regiões tropicais e extratropicais onde estão situadas as grandes cidades do mundo, com maior demanda no número de passageiros do transporte aéreo, estão propícias à ocorrência de trovoadas, um dos principais fatores meteorológicos causadores ou presentes nos acidentes aeronáuticos.

- as informações meteorológicas durante o voo, como as imagens obtidas por satélite meteorológico precisam estar disponível ao piloto e tripulação, precisam estar disponíveis durante o voo;
- as informações meteorológicas dos aeroportos de destino e alternativa, como as imagens de radar, para uma aeronave em voo, precisam estar disponíveis ao piloto e tripulação, de forma contínua, a partir do início do processo da descida até o pouso da aeronave;
- os dados meteorológicos coletados nos aeródromos de partida, destino e alternativa do voo precisam estar disponíveis ao piloto de forma digital e contínua, a bordo da aeronave, para auxiliar as decisões instantâneas do piloto frente às condições meteorológicas que põe em risco a segurança do voo.
- a tripulação de voo precisa estar sempre atualizada e treinada com a moderna tecnologia da informação meteorológica aeronáutica;
- o grau de audácia dos pilotos e tripulação, quando do enfrentamento às condições meteorológicas perigosas, previstas ou presentes no voo, precisa ser minimizado;
- os cursos de formação e aperfeiçoamento das escolas de pilotos para a aviação civil precisam ser aprimorados, quanto ao ensino da tecnologia do melhor uso dos dados e de informação meteorológica modernas.

## **6.1 RECOMENDAÇÃO PARA PESQUISA**

Em virtude da natureza e relevância do tema abordado nesta monografia, para a segurança de passageiros e aeronave, diminuição de custos por parte do governo e das companhias aéreas, e para colaborar no desenvolvimento da Aviação Civil no Brasil, os autores deste trabalho sugerem os seguintes temas para futura pesquisa:

- Estudar novas tecnologias de informação que permitam ao piloto e tripulação em voo receber dados meteorológicos, em tempo real das estações meteorológicas de superfície dos aeroportos de destino, alternativa e em rota.
- Pesquisar tecnologia que permita disponibilizar a bordo da aeronave, imagens obtidas de satélite e radar meteorológico, em tempo real, da região do aeroporto de destino, no voo em rota e no aeroporto de alternativa.

## 7 BIBLIOGRAFIA

**ANAC – AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL**, 2006. Visita e Comunicação pessoal, Brasília, DF.

**ANAC – AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL**, 2006, [www.anac.gov.br](http://www.anac.gov.br).

**ASAS – REVISTA DE CULTURA E HISTÓRIA DA AVIAÇÃO**. São Paulo: C&R Editorial, ano VI, n. 32, ago./set. 2006.

**Beckwith, W.B.**, 1985. *Handbook of Applied Meteorology*, New York. John Willey e Sons.

**CBA – CÓDIGO BRASILEIRO DE AERONÁUTICA**, 1986, Ministério da Aeronáutica. Departamento de Aviação Civil, Brasil.

**CENTENÁRIO DO VÔO DO 14-BIS** – Programa da Rede Globo, levado ao ar em outubro -2006.

**DAC – DEPARTAMENTO DE AVIAÇÃO CIVIL**, 1997. Anuário do Transporte Aéreo Brasileiro. In: Ministério da Aeronáutica, v.I (1978-1996), Rio de Janeiro.

**DAC – DEPARTAMENTO DE AVIAÇÃO CIVIL**, 1998. Anuário do Transporte Aéreo Brasileiro. In: Ministério da Aeronáutica, Rio de Janeiro, Brasil.

**DAC – DEPARTAMENTO DE AVIAÇÃO CIVIL**, 2003, A evolução do transporte aéreo no Brasil, [www.anac.gov.br](http://www.anac.gov.br).

**Da Silva, Adyr**, Aeroportos e Desenvolvimento / *Adyr da Silva*. – 1ª ed. – Rio de Janeiro: Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica; Belo Horizonte: Villa Rica, 1991.

**ESTADO MAIOR DA AERONÁUTICA.- CENIPA** – Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Resumo dos Relatórios Finais dos Acidentes da Década de 90.

**EMBRAER – EMPRESA BRASILEIRA DE AERONÁUTICA S/A**, 2006, [www.embraer.com.br](http://www.embraer.com.br).

**FAA – FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION**, 2006, [www.faa.gov](http://www.faa.gov)

**FAA – FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION**, *FAA Statistical Handbook of Aviation, Calendar Year 1981. FAA, US Department of Transportation, Washington, DC.*

**FILHO ALLEMANDER, J. P., RAMOS, R. F., CARVALHO, R. B. SILVEIRA, J. A., BURMAN, P. K.**, 1998, Demanda Global do Transporte Aéreo, In: Ministério da Aeronáutica, Departamento de Aviação Civil, 1ª edição.

**FUJITA, T. T.**, 1985. *The Downburst – Microburst and Macroburst. University of Chicago, 122pp.*

**IATA – INTERNACIONAL AIRLINE TRANSPORT ASSOCIATION**, 2006, [www.iata.org](http://www.iata.org).

**IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**, 2006, [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br).

**INFRAERO – EMPRESA BRASILEIRA DE INFRA-ESTRUTURA AEROPORTUÁRIA**, 2006, Visita pessoal aos Aeroportos de Brasília/DF, Rio de Janeiro/RJ (Galeão e Santos Dumont), Guarulhos/SP, Campinas/SP e Fortaleza/CE.

**OACI – ORGANIZAÇÃO DE AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL**, 2006, [www.icao.int](http://www.icao.int).

**OACI – ORGANIZAÇÃO DE AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL**, 2005, *Journal ICAO*, V.60 n° 5.

**OACI – ORGANIZAÇÃO DE AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL**, 2004, *Journal ICAO*, V.59 n° 4.

**OACI – ORGANIZAÇÃO DE AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL**, 1996, *Civil Aviation Statistics of the world*. In: 7300/7, Montreal, Canadá, various years, 200 pp.

**OFFICE of SYSTEM SAFETY** – 2004, *Flight Safety Foundation/Boeing Commercial Group*.

**MINISTÉRIO DA DEFESA – COMANDO DA AERONÁUTICA**, 2007 – MCA 105-12 Manual de Centros Meteorológicos.

**MATTAR Neto, João Augusto**, Metodologia científica na era da informática. – 2. ed. – São Paulo: Saraiva, 2005.

**NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES - NAS, 1983**. Low-Altitude Wind Shear and Its Hazards to Aviation, Washington, D.C.

**SIMÕES, A.F.**, 2003, O transporte aéreo brasileiro no contexto de mudanças climáticas globais: Emissões de CO<sub>2</sub> e alternativas de mitigação. Tese de D.Sc., Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

**THE AVIATION SAFETY NETWORK**, Amsterdã. – Banco de dados visualizado em [www.aviation-safety.net](http://www.aviation-safety.net)

**WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, WMO – 482, 1977**. Forecasting Techniques of Clear-Air Turbulence Including that Associated With Mountain Waves, Geneva, Switzerland.

**WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, WMO – 706, 1988**. La Meteorologia al Servicio de la Aviacion. Geneva, Switzerland.