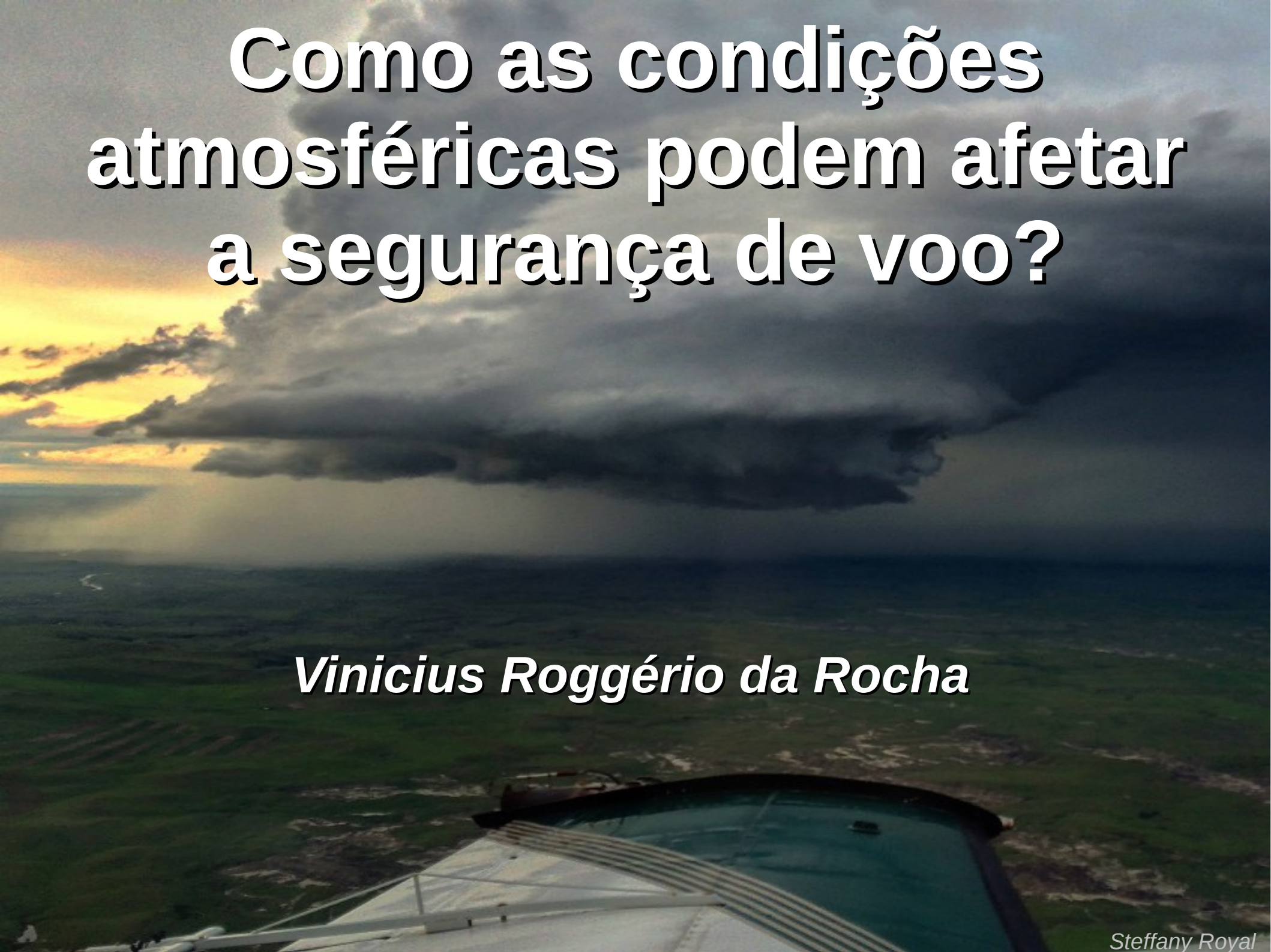
Como as condições atmosféricas podem afetar a segurança de voo?

Vinicius Roggério da Rocha



Steffany Royal

Meteorologia Aeronáutica

- Estudo dos fenômenos e características da atmosfera voltado às atividades de locomoção aérea, tendo em vista economia e segurança
- Compreender os fenômenos meteorológicos que possam atuar sobre a aeronave (em voo ou em solo), assim como seus efeitos
- Interpretar, acompanhar e prever o estado da atmosfera e suas influências sobre as atividades humanas

Acidentes x Incidentes

- Período em que uma pessoa embarca com a intenção de realizar um voo até o momento em que todas tenham desembarcado
- Acidente: lesão grave ou morte, dano ou falha que afete a estrutura/desempenho/voo, desaparecimento ou em local inacessível
- Incidente: afete ou possa afetar a segurança
- Incidente grave: acidente quase aconteceu (fogo ou fumaça, incapacitação de tripulante, etc)

Estatísticas

- A maior parte dos acidentes acontece nos procedimentos de pouso (principalmente) ou decolagem
- Mais da metade acontece devido a erro humano seguido de falha estrutural da aeronave e de condições atmosféricas
- Existe lugar mais seguro para sentar?
- "Am I going down?": aplicativo que calcula a possibilidade de queda de um voo, baseando-se em um banco de dados com mais de 10 milhões de rotas armazenadas; sempre aponta uma chance de uma para alguns milhões (a cada X milhão de voos de avião, um deles sofre algum acidente)
- Probabilidade de morte por queda: 1 em 171; acidente de carro: 1 em 303; Mega Sena: 1 em 50 milhões

Investigação de acidentes

- CENIPA (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos): órgão central do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER)
- Foco é investigar as causas para PREVENIR novos acidentes e melhorar a segurança de voo (não aponta culpados nem possui implicações judiciais)
- Existem vários fatores que contribuem para gerar o acidente (queijo suíço)
- Investigação geralmente demora bastante tempo (resultado sai depois que a mídia parou de fazer a cobertura do acontecimento)

Meteorologia nos acidentes/incidentes

Companhia aérea e número do voo

- Pressão: Aloha 243, JAL 123, TWA 800
- Temperatura: Copa 408, Challenger
- Nevoeiro: KLM 4805 e Pan Am 1736
- Turbulência: American Airlines 587, particular
- Chuva: West Caribbean 708, TAM 3054
- Tempestades: Aires 8250, Delta 191, Thai 261
- Granizo: Southern Airways 242, TAM 3307
- Gelo: Arrow Air 1285, American Eagle 4184, Air France 447
- Raios: Turkish 2348
- Cinzas vulcânicas: British Airways 9

Aloha 243

28 de abril de 1988
Havaí
Boeing 737

4-28-1988 After 89,090 flight cycles on a 737-200, metal fatigue lets the top go in flight.

- O que aconteceu: descompressão explosiva em pleno voo
- Causa principal: fadiga de metal (reforçada pela maresia) e despressurização (comissária foi arremessada e corpo nunca foi encontrado)
- Despressurização explosiva é muito rara (apesar de sempre ter no cinema)

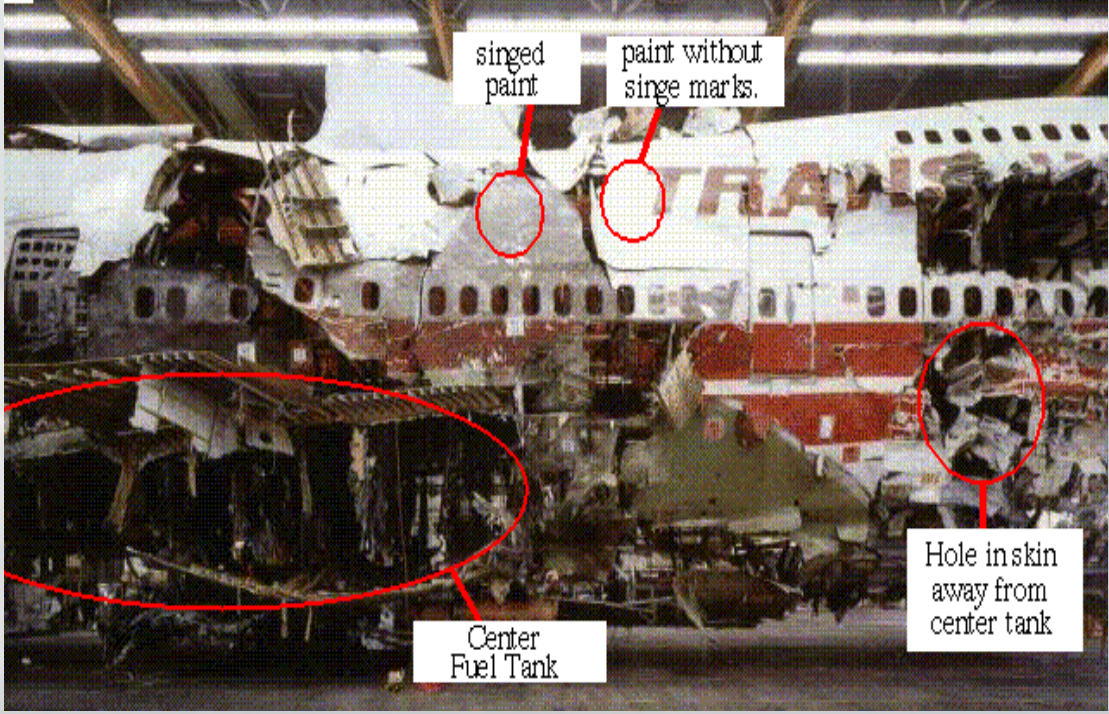
JAL 123

12 de agosto de 1985
Monte Takamagahara - Japão
Boeing 747

- O que aconteceu: despressurização explosiva e colisão com solo
- Causa principal: cauda fixada com somente uma fileira de rebites e fadiga de metal facilitam rompimento e despressurização; sem a cauda, avião perde mecanismos hidráulicos e controle

TWA 800

17 de julho de 1996
Oceano Atlântico
(Nova York - EUA)
Boeing 747



- O que aconteceu: explosão e queda
- Causas principais: gases no tanque de combustível central (ocupam espaço conforme é esvaziado) haviam se inflamado, provavelmente depois de um curto-circuito no cabo do sensor de combustível provocou uma pequena faísca
- Boeing desenvolveu sistema que injeta gás nitrogênio nos tanques

Pressurização

- Objetivo de proporcionar condições atmosféricas equivalentes aos valores médios encontrados mais próximos à superfície
- Pressão que haveria em 6 a 8 mil pés e temperatura por volta de 15ºC
- Envio de ar do motor sob pressão para dentro da fuselagem

Felix Baumgartner (2012)

Copa 408

3 de fevereiro de 2014
Aeroporto Salgado Filho
(Porto Alegre - RS)
Boeing 737

- O que aconteceu: voo cancelado (transferido de 12h15 para 00h30)
- Causas principais: altas temperaturas, rota longo sem reabastecimento, grande peso de decolagem
- Passageiros esperaram em hotel até reembarque

+ temperatura

↓

menos densidade do ar

↓

menos O_2

↓

menos potência

↓

menos aceleração/velocidade

↓

+ pista para decolar

Opções:

- Aumentar tamanho da pista para decolagem (se estiver construída)

- Diminuir peso (retirar carga, pedir para um ou mais passageiros remarcarem voo)

- Diminuir a temperatura (esperar horário menos quente)

Ônibus espacial Challenger

28 de janeiro de 1986
Kennedy Space Center (EUA)

- O que aconteceu: explosão durante lançamento e queda
- Causa principal: quebra de selo de vedação do combustível devido a baixa temperatura; gás quente sob pressão de dentro do motor do foguete sólido alcança a parte externa
- Previsão era de -4,4ºC para a manhã do lançamento

KLM 4805 e Pan Am 1736

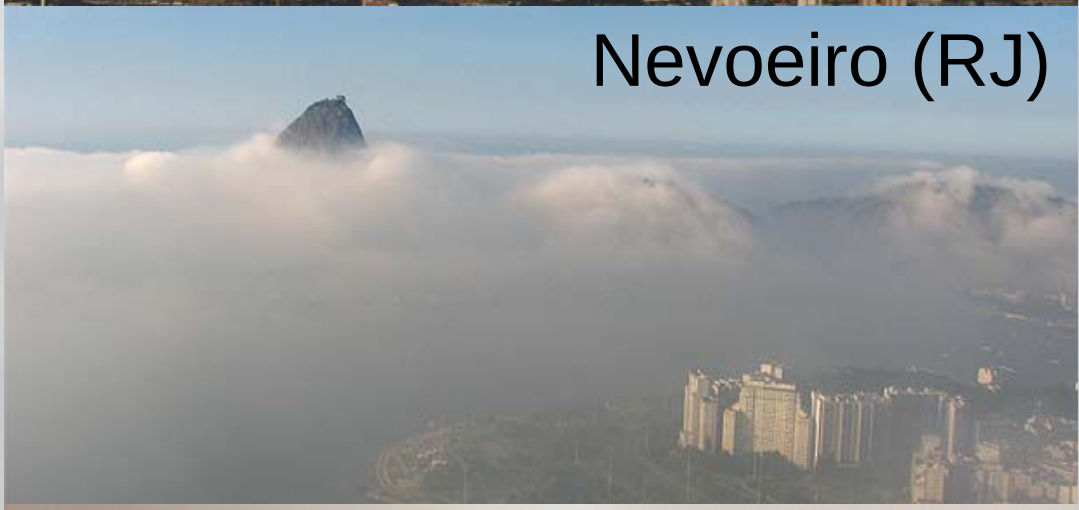
27 de março de 1977
Ilha de Tenerife (Espanha)
Dois Boeings 747

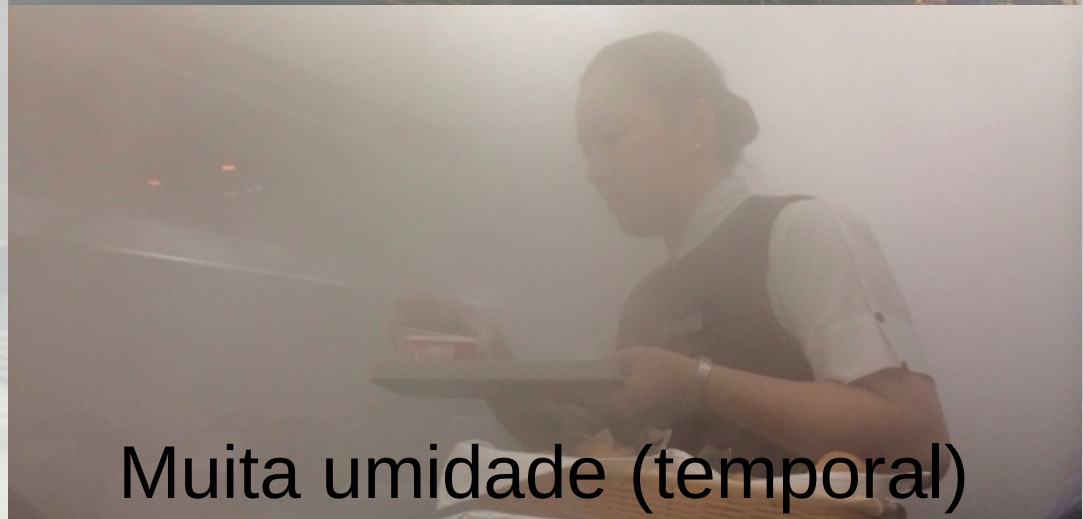
- O que aconteceu: dois aviões chocam-se na pista (maior número de vítimas da história)
- Causa principal: falhas na comunicação (decolagem sem autorização, pista errada, terminologia não convencional), fadiga (voos haviam sido desviados de outro aeroporto devido a atentado terrorista), denso nevoeiro

Névoa e Nevoeiro

- Névoa: pequenas partículas sólidas dispersas; inversões térmicas e pouco vento

- Nevoeiro: visibilidade menor que 1 km; nuvem formada junto ao chão (resfriamento noturno, vales, montanhas, corpos d'água, brisa marítima)





Fechamento de aeroporto

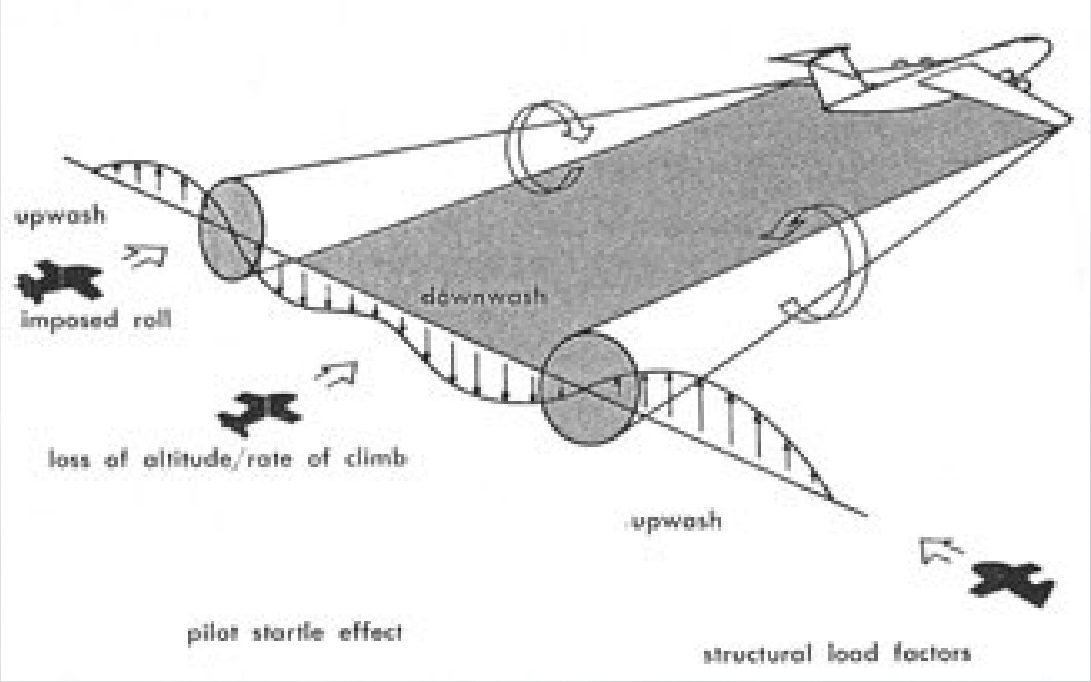
- Condições meteorológicas são avaliadas de hora em hora (ou menos) por um meteorologista do órgão regulador, elaborando um boletim com teto, visibilidade, velocidade e direção do vento, etc
- Voo visual ou por instrumentos (CAT 1, 2 e 3); depende dos equipamentos do avião e do aeroporto, treinamento de piloto e manutenção

American Airlines 587

12 de novembro de 2001
New York - EUA
Airbus 300

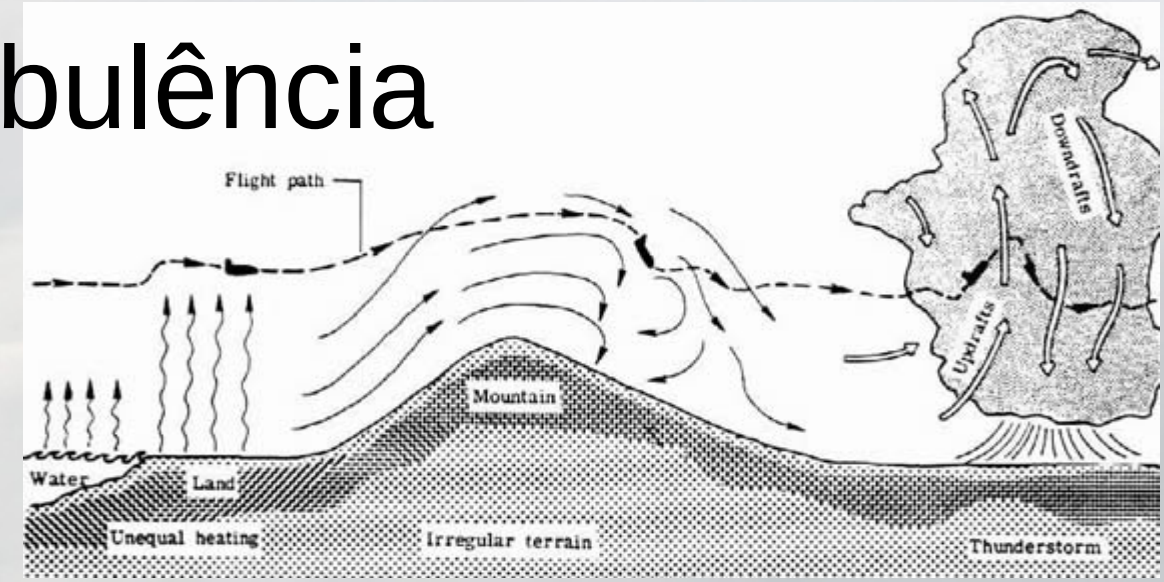
- O que aconteceu: quebra de estabilizador vertical e queda
- Causa principal: avião entrou em esteira de turbulência logo após a decolagem (um B-747 havia decolado minutos antes); co-piloto em comando forçou demais os controles do leme a ponto de quebrá-los

12 de junho de 2006
Kansas - EUA
Piper Saratoga



- O que aconteceu: aeronave Piper Saratoga em voo foi rasgada pela esteira de turbulência formada por um avião bem maior (um Boeing 737)
- Causa principal: Piper cruzou abaixo da trajetória de voo de um Boeing 737 que estava pousando em frente em uma pista paralela

Turbulência



- Movimentações aleatórias e irregulares no fluxo de ventos, de maneira caótica e com formação de redemoinhos; leve, moderada, forte, severa
- Causadas por diferenças bruscas na velocidade do vento (sistemas sinóticos, correntes de jato, convecção, tempestades) e relevo acidentado
- Maior causa de lesões não fatais em voos

West Caribbean 708

16 de agosto de 2005
Venezuela
MD-82

- O que aconteceu: perda de altitude até choque com o solo
- Causa principal: avião muito pesado para a altitude; muita chuva (motor gasta mais energia); tempestade levou tripulação a usar sistema anti-gelo, diminuindo ainda mais a potência dos motores

TAM 3054

17 de julho de 2007
Aer. Congonhas - São Paulo
Airbus 320

- O que aconteceu: avião ultrapassou pista e chocou-se com depósito de cargas
- Causa principal: configuração irregular dos manetes; falta de *groovings* na pista (aeronave menor tinha derrapado antes)

Ranhuras na pista para escoar água, aumentando aderência com pneus e evitando aquaplanagem

Aires 8250

16 de agosto de 2010
San Andrés (Colômbia)
Boeing 737

- O que aconteceu: pousou antes do início da pista e avião partiu-se em três
- Causa principal: tempestade evolui rapidamente e reduziu visibilidade, erro de procedimento, ponto cego de visão do piloto
- Apesar de muitos raios, não teve marcas

Thai 261

11 de dezembro de 1998
Surat Thani (Tailândia)
Airbus 310

- O que aconteceu: estol e queda de avião após três tentativas de pouso (não conseguiam alinhar avião com pista)
- Causa principal: desorientação espacial em tempo chuvoso com baixa visibilidade; stress

Procedimentos de segurança em caso de chuva

- DOVs são responsáveis pelos planos de voo – cálculo de combustível, peso máximo, condições meteorológicas, aeroportos alternativos
- Aeronaves percorrem uma distância maior na pista para frenagem, já que a água diminui o atrito dos pneus com o solo – aeronave pode arremeter
- Torre de controle pode suspender pousos e decolagens se lâmina d'água ultrapassar 3 mm, houver chuva intensa ou visibilidade/teto (altura das nuvens com relação ao solo) forem abaixo do necessário
- Pilotos recebem informações por boletins e possuem radar meteorológico (sistema analisa densidade das gotículas para estimar visibilidade)
- Aeroporto Santos Dumont apresenta sistema de navegação via satélite (RNP AR) para pousos com maior precisão

Delta 191

2 de agosto de 1985
Dallas (EUA)
Lockheed L-1011

- O que aconteceu: queda da aeronave depois de desviar de duas tempestades
- Causa principal: o avião foi atingido por ventos fortes e microburst (intensa corrente de ar descendente)
- Radar doppler é instalado a bordo de aeronaves; detecção de windshear e alertas são instalados em todas as aeronaves comerciais dos EUA

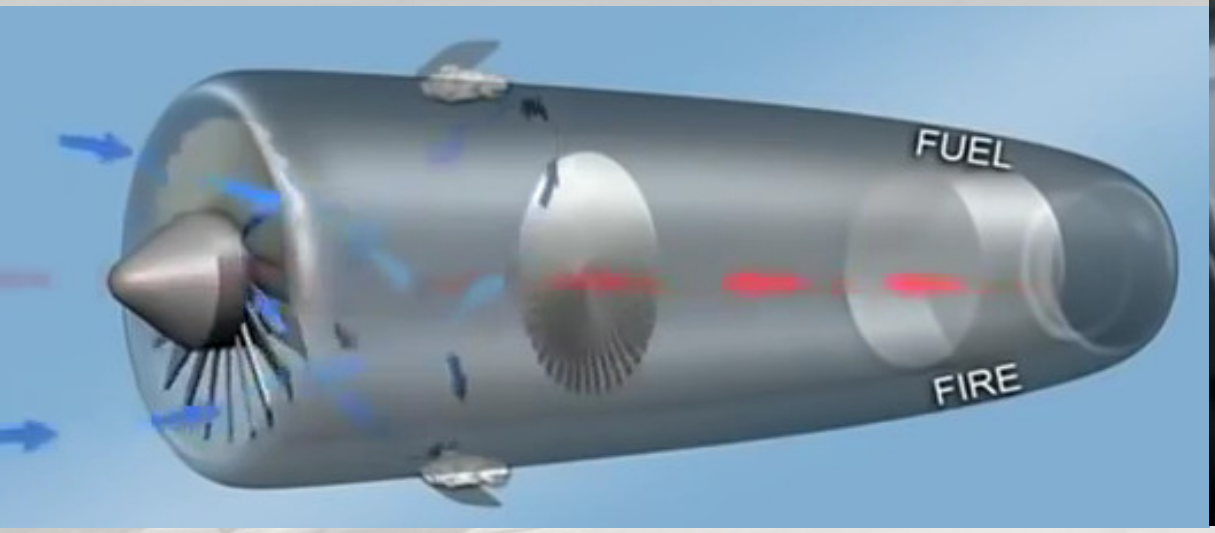
Efeitos do vento

- Direção da pista segue climatologia do vento
- Pouso e decolagem: vento de proa
- Rota: vento de cauda
- Correntes de jato
- Vento de través e correção de deriva
- Microburst (Voo 191 Delta Airlines) e downburst
- Tesoura de Vento

Southern Airways 242

4 de abril de 1977
Georgia (EUA)
DC-9

- O que aconteceu: pouso forçado em estrada e incêndio ao colidir com edifício
- Causa principal: tempestade de granizo danificou motores e para-brisa; sem informações atualizadas; atenuação de sinal no radar (ondas defletidas)



TAM 3307

9 de fevereiro de 2015
Rio de Janeiro - Fortaleza
Airbus 320

- O que aconteceu: retorno e pouso de emergência no Aeroporto do Galeão (sem vítimas)
- Causa principal: aeronave passou por uma área de turbulência, e uma tempestade de granizo forçou o piloto a voltar; radome (radar dome) danificado

Tempestade severa

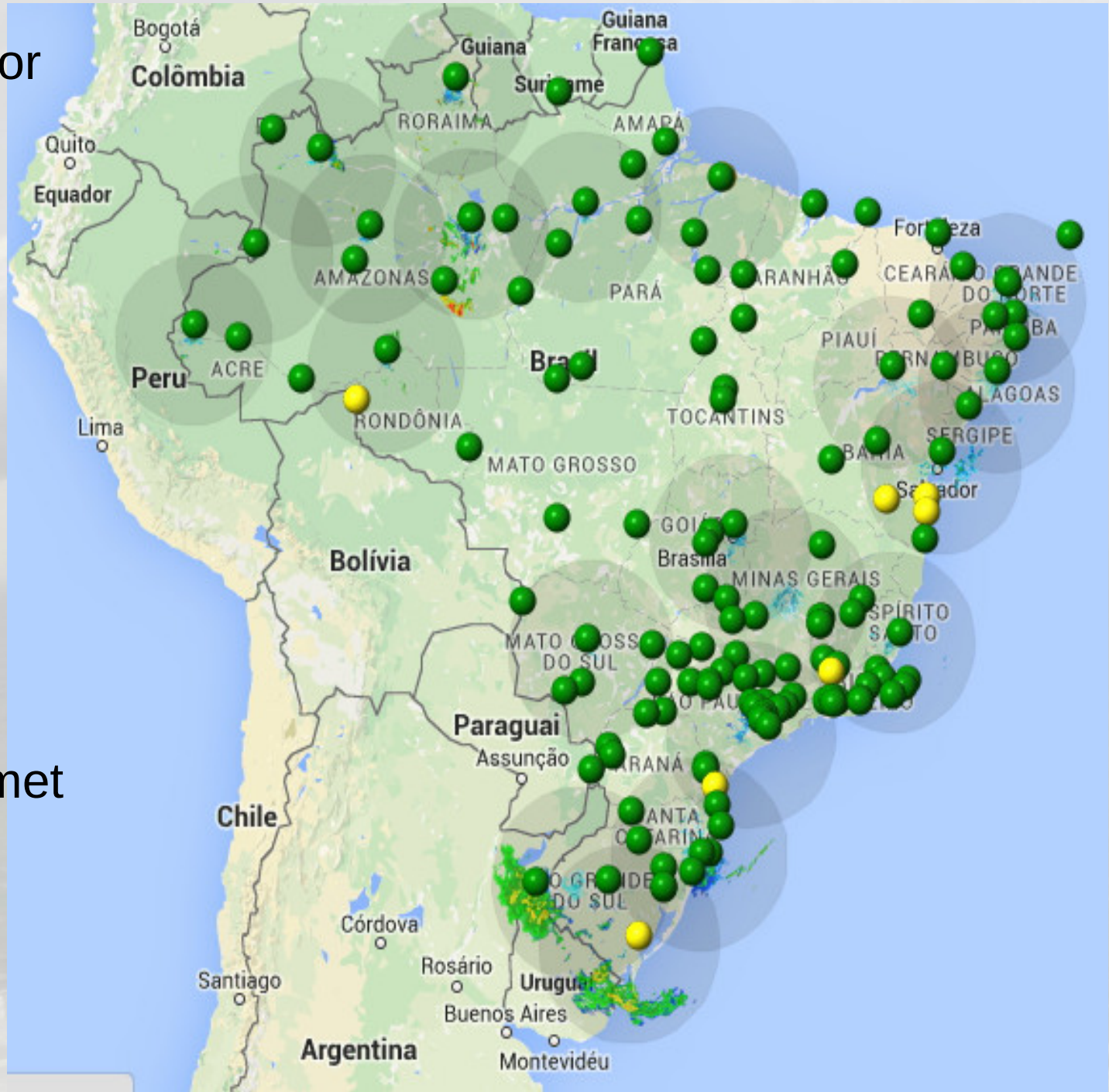
- Raios, trovões, granizo, rajadas de vento, turbulência severa...
- Cresce muito rápido
- Regiões comuns de se formar: ITCZ, trópicos e frentes frias

Radares Meteorológicos da Aeronáutica

Radares desligados por tempo indeterminado (15/04/2016):

- Gama/DF
- Três Marias/MG
- Santa Teresa/ES
- Pico do Couto/RJ
- São Roque/SP

Inoperantes (sem previsão de restabelecimento) ou sem link com a Redemet (01/05/2016): 7



Arrow Air 1285

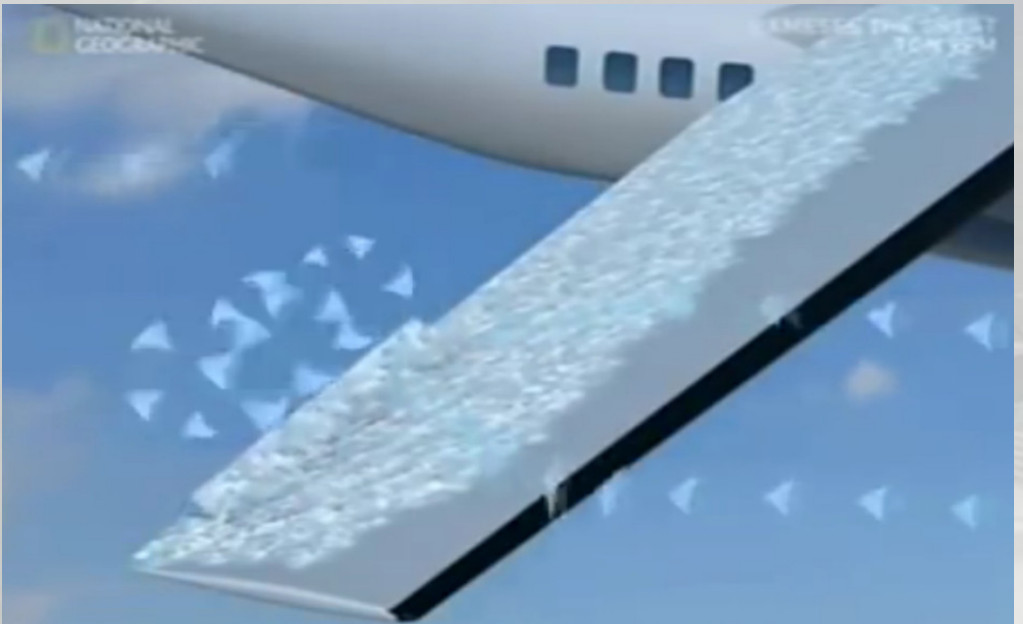
12 de dezembro de 1985
Levava tropas do Cairo (Egito)
para Fort Campbell (Kentucky, EUA)
Douglas DC-8

- O que aconteceu: perdeu sustentação, caiu e pegou fogo
- Causa principal: formação de gelo sobre as bordas das asas principais e superfícies superiores; excesso de peso

American Eagle 4184

31 de outubro de 1994
Indo de Indianápolis
para Chicago (EUA)
ATR 72

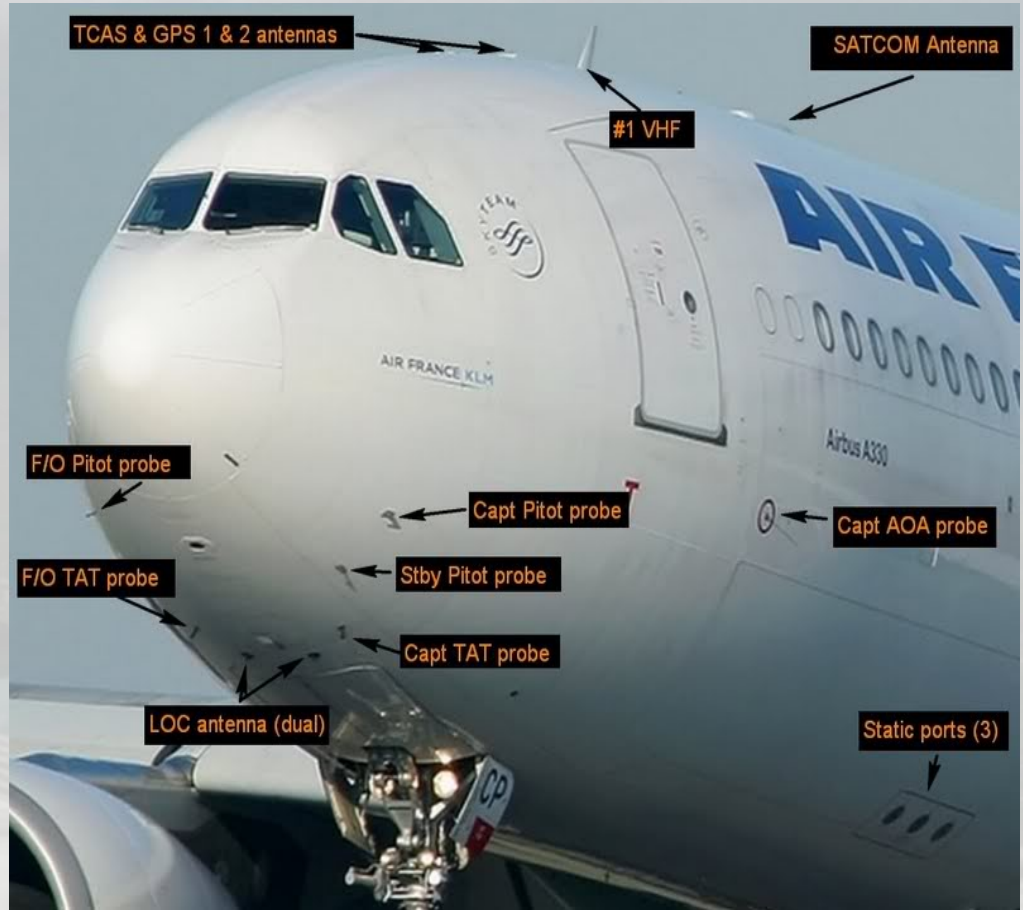
- O que aconteceu: perda de sustentação e queda
- Causa principal: voar a uma altitude/latitude propensa a ocorrer chuva congelante (água super resfriada congela somente ao tocar superfície sólida)



Air France 447

1 de junho de 2009
Oceano Atlântico (Brasil)
Airbus 330

- O que aconteceu: queda de avião no mar
- Causa principal: congelamento do tubo de Pitot por água super resfriada



Formação de gelo

- Altera perfil aerodinâmico, aumenta peso, pode entupir entradas de ar
- Anticongelantes: compostos químicos que se adicionam aos líquidos para congelar a uma temperatura mais baixa que o habitual

B-1B coberto de gelo e neve no McKinley Climatic Laboratory

Turkish 2348

25 de janeiro de 2013
Izmir (Turquia)
Airbus 321

- O que aconteceu: **incidente grave** com motor
- Causa principal: tampa traseira do motor pegou fogo; verificado visualmente, seguiram procedimentos de extinção do fogo antes de aterrissar; foram relatados raios

Raios

- Fuselagem metálica conduz eletricidade (alumínio ou composição metálica)
- Descarregadores de estática: descarregar energia estática acumulada devido a atrito com o ar (cabos condutores em toda a fuselagem)

Raios x fuselagem

- Manutenção inspeciona no caso de ter sido atingido
- Danos são bem comuns e geralmente não impedem a decolagem
- Mais raramente, a corrente pode passar através de uma antena saliente, sensor ou entre duas camadas de revestimento e provocar acúmulo de calor que irá derreter ao redor do furo

Rebites de 70 mm de diâmetro

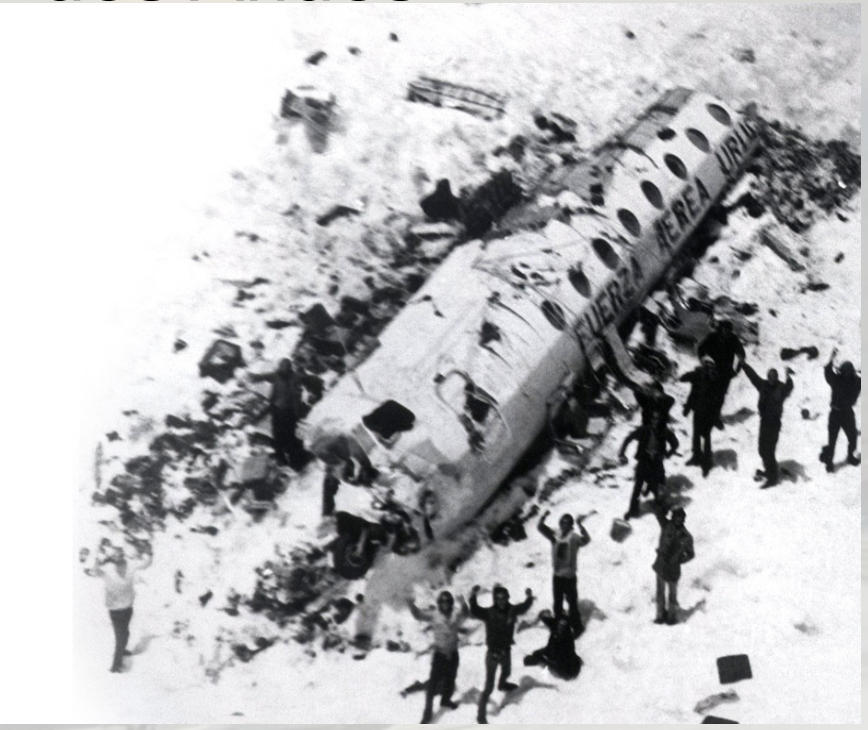
British Airways 9

24 de junho de 1982
ilha de Java (Indonésia)
Boeing 747

- O que aconteceu: os quatro motores pararam de funcionar
- Causa principal: Erupção vulcânica (danificam superfícies, grudam em partes do motor, danificam aparelhos de medição)

Sobrevivência

- Queda de Fairchild da Força Aérea do Uruguai em 1972; tiveram de resistir durante 69 dias nas montanhas geladas dos Andes



- Queda de B-737 da Varig em 1989 em região de selva amazônica (dois dias até o resgate)

- Navalha de Occam: busca pela explicação mais simples

- Alguns mistérios já foram solucionados (falta de combustível, por exemplo)

- Tempestades e furacões (sem imagens de satélite e último caso foi em 1984)

MONOLITO NIMBUS

Fonte: Airway/UOL