

A Meteorologia nos Acidentes Aéreos

Vinicius Roggério da Rocha

DCA/IAG-USP

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
- "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, ou seja, 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 (Fonte: NSC - número de mortes por um certo acidente dividido pela população, o que dá as chances de que o acidente acontecesse em um ano, e depois multiplica-se o número pela expectativa de vida para ter a probabilidade que pode ser aplicada para a vida toda); Mega Sena: 1 em 7 milhões
- O aplicativo também calcula quantas vezes o passageiro deveria voar no mesmo voo para que a aeronave sofresse um acidente (por exemplo, "você poderá cair se tomar este voo todos os dias por 12.502 anos")



Acidente x Incidente

- Acidente: Toda ocorrência relacionada com a operação de uma aeronave, ocorrida entre o período em que uma pessoa nela embarca com a intenção de realizar um voo, até o momento em que todas as pessoas tenham dela desembarcado e, durante o qual, pelo menos uma das situações abaixo ocorra:
 - lesão grave ou morte (em até 30 dias) como resultado de estar em contato direto com a aeronave
 - dano ou falha que afete a estrutura, desempenho ou características de voo da aeronave
 - aeronave seja considerada desaparecida (buscas oficiais encerradas) ou esteja em local absolutamente inacessível

Acidente x Incidente

- Incidente: Toda ocorrência, inclusive de tráfego aéreo, associada à operação de uma aeronave, havendo intenção de voo, que não chegue a se caracterizar como um acidente, mas que afete ou possa afetar a segurança da operação.
- Incidente grave: ocorrido sob circunstâncias em que um acidente quase ocorreu (fogo ou fumaça, incapacitação de tripulante, etc)

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)

Exemplos de acidentes aéreos

Companhia aérea e número do voo

- Aloha 243
- JAL 123
- TWA 800
- Turkish 2348
(incidente)
- Aires 8250
- Delta 191
- Tenerife
- (particular)
- American Airlines 587
- Arrow Air 1285
- American Eagle 4184
- Air France 447
- West Caribbean 708
- TAM 3054
- British Airways 9
- Challenger (ônibus espacial)

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)

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 15°C
- Envio de ar do motor sob pressão para dentro da fuselagem



JAL 123

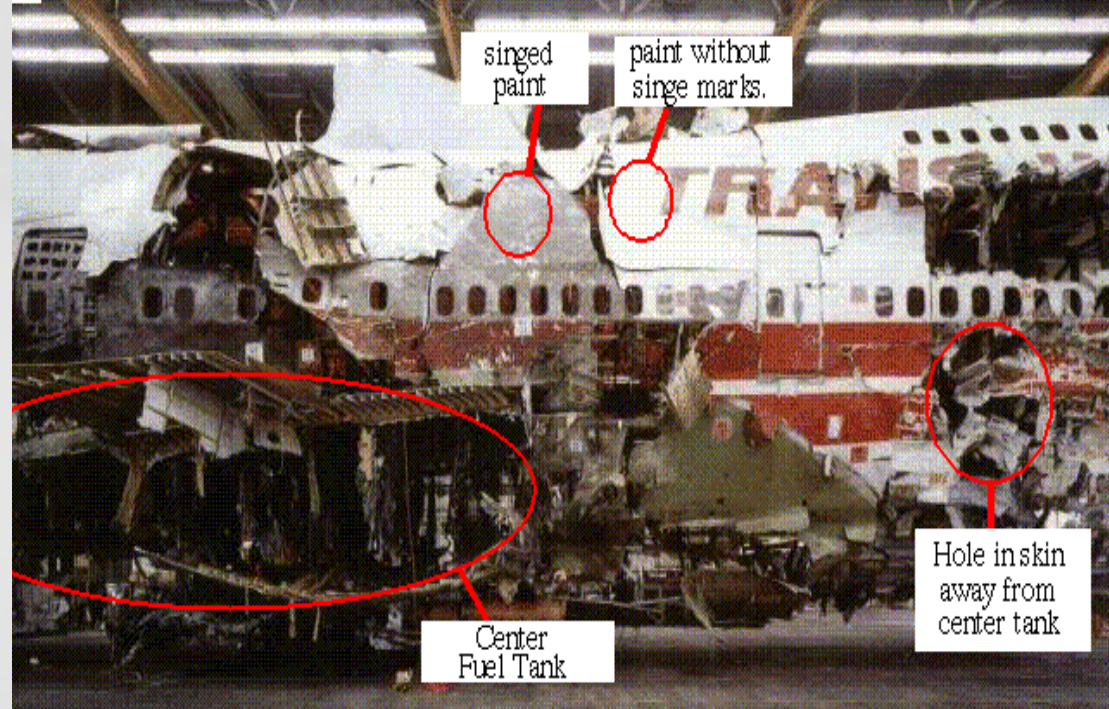
12 de agosto de 1985
Monte Takamagahara - Japão
Boeing 747



- 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

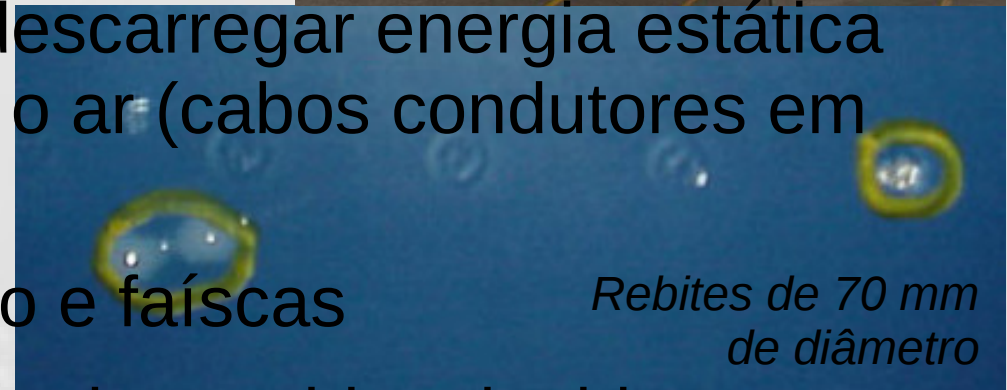


- O que aconteceu: explosão e queda
- Causas principais: gases no tanque de combustível central (ocupam espaço conforme é esvaziado) haviam se inflamado, provavelmente depois de um curto-circuito no cabo do sensor de combustível provocou uma pequena faísca
- Boeing desenvolveu sistema que injeta gás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



Raios x fuselagem

- 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)
- Dirigível Hindenburg: hidrogênio e faíscas
- 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



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



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 evoluiu rapidamente e reduziu visibilidade, erro de procedimento, ponto cego de visão do piloto
- Apesar de muitos raios, não teve marcas

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



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

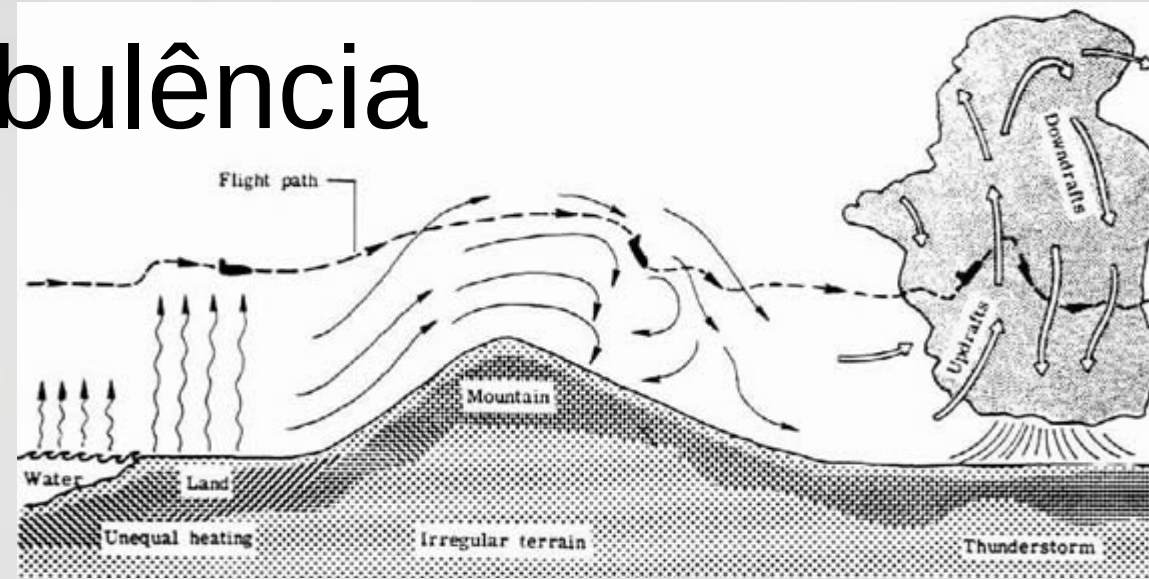
Airbus 300



- 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



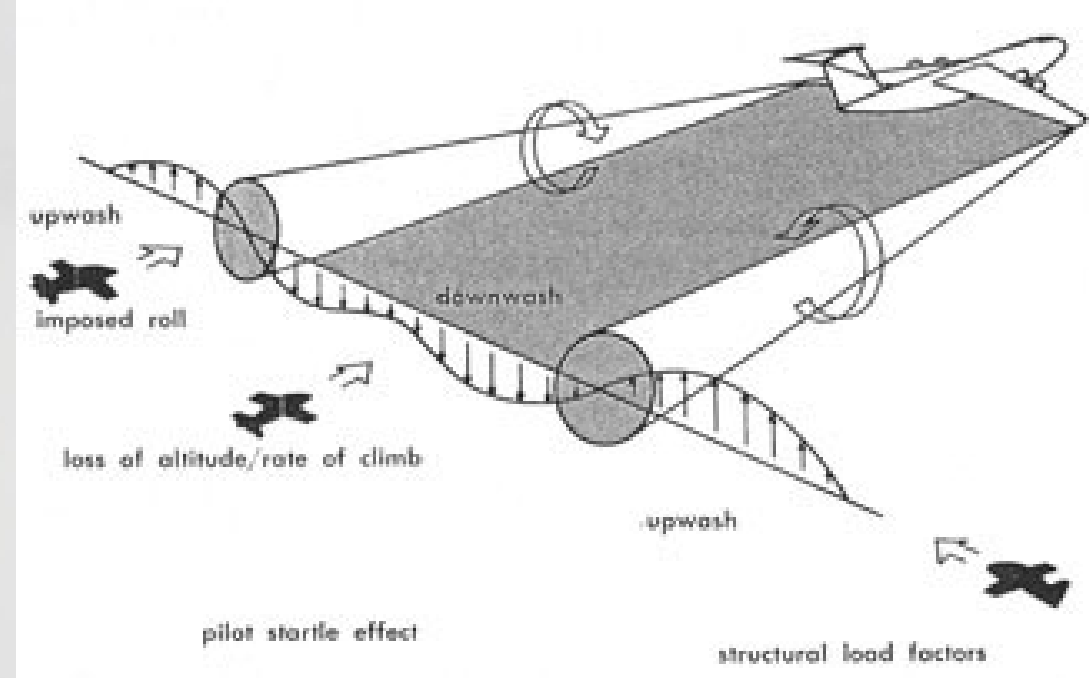
Turbulência



- São movimentações aleatórias no fluxo de ventos, de maneira caótica e com formação de redemoinhos
- 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



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

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

Gelo

- Altera perfil aerodinâmico, aumenta peso, pode entupir entradas de ar



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

Removendo a neve

A United Airlines possui uma poderosa frota de caminhões em Chicago que fazem de-ice, chamados de "Elephants"

21 Caminhões usados em O'hare **2** são usados por avião **70** Pessoas fazem parte do time de de-icing em Chicago **2** pessoas operam cada caminhão

O Processo de degelo:

Passo 1 - Degelo

200 a 240 litros por avião

O fluido laranja de degelo é misturado com água e aplicado à superfície do avião a 82 graus celsius. Quanto mais frio, menos água é usada na diluição.

Passo 2 - Anti-gelo

100 Litros por avião

O Fluido é aplicado sem água. O resultado é um pequeno filme verde que previne a formação de gelo na fuselagem. O avião fica protegido por até 1 hora.

Quando o avião acelera para decolar, o fluido se descola e quando o avião iniciar a subida estará limpo e seco.

Cabine aquecida: até duas pessoas ficam aqui a 10 metros do chão

Bicos: miram e soltam jatos em qualquer direção.

Sistema de ar quente: remove a neve com ar aquecido

Sensores: qualquer contato destes com a fuselagem desligam todo o caminhão.

Spray telescópico: alcança até 10 metros da cabine

Há também um spray de solo para limpar a barriga do avião e o solo logo abaixo

O que é jogado?

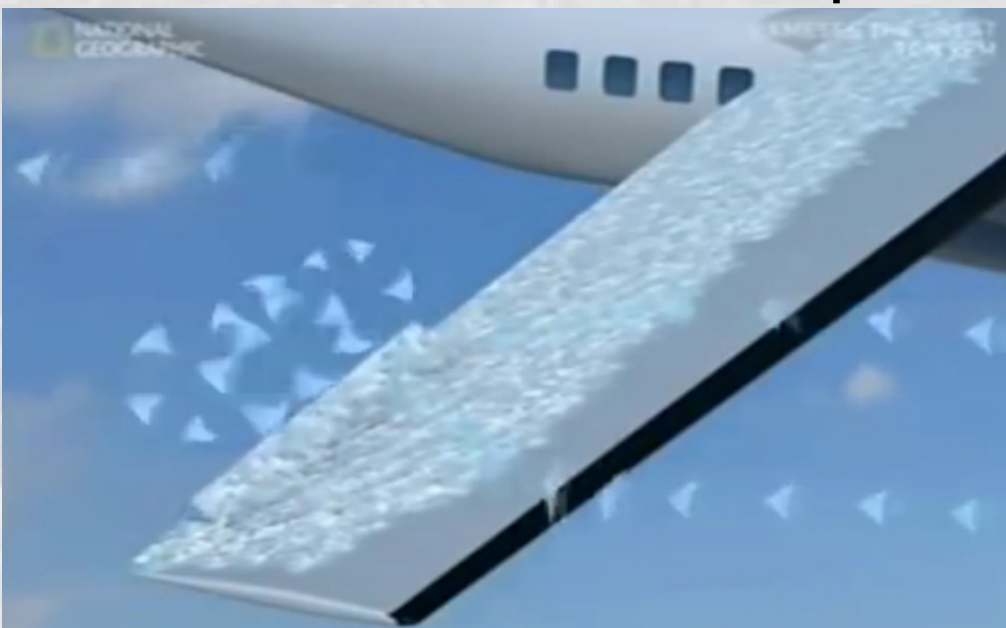
Tanto o degelo quanto o anti-gelo usam propileno glycol, um liquido de cheiro doce também usado em toaletes. Possui um ponto de congelamento muito baixo e é bio-degradável..

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





TCAS & GPS 1 & 2 antennas

SATCOM Antenna

#1 VHF

F/O Pitot probe

Capt Pitot probe

Capt AOA probe

F/O TAT probe

Stby Pitot probe

Capt TAT probe

LOC antenna (dual)

Static ports (3)

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)

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



Procedimentos de segurança em caso de chuva

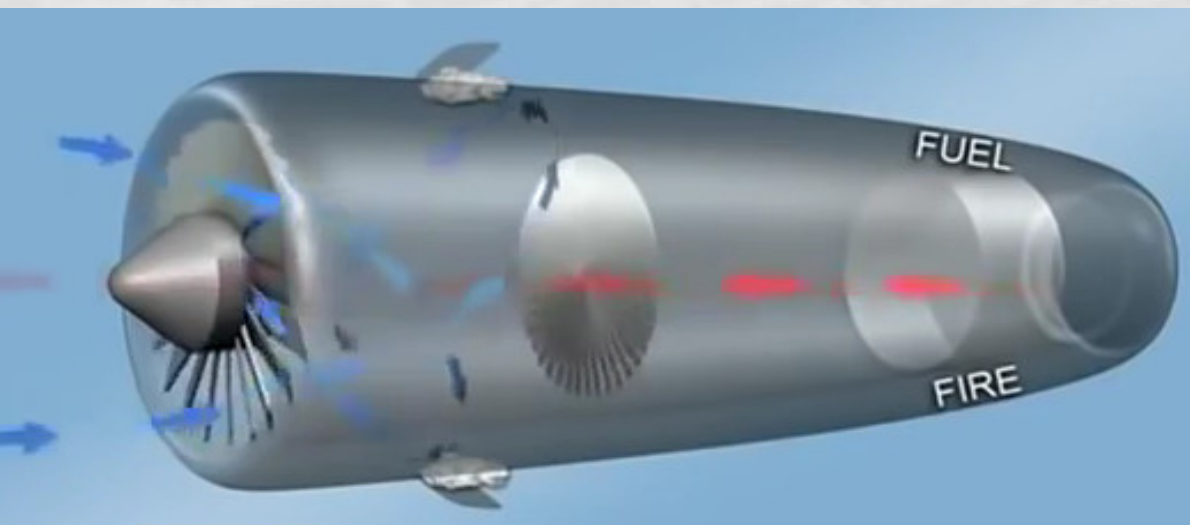
- DOVs são responsáveis pelos planos de voo – cálculo de combustível, peso máximo, condições meteorológicas, aeroportos alternativos
- Aeronaves percorrem uma distância maior na pista para frenagem, já que a água diminui o atrito dos pneus com o solo – aeronave pode arremeter
- Torre de controle pode 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

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)



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)



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 $-4,4^{\circ}\text{C}$ para a manhã do lançamento

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)



MONOLITO NIMBUS

