

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia Química (PQI-EPUSP)



usp>
ep>
peq>



PQI 3412: Segurança de Processos da Indústria Química

Luiz Kulay



usp>
ep>
peq>



ACIDENTES:
aspectos gerais e estatísticas

Acidentes aéreos



Acidente Aeronáutico

ocorrência relacionada com a operação de uma aeronave, havida 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**

Nessas condições, caracteriza-se um acidente pelo menos uma das seguintes situações:

- Lesão grave ou óbito como resultado de estar na aeronave, em contato direto com qualquer uma de suas partes, incluindo aquelas que dela tenham se desprendido (p.e. exposição direta do sopro de hélice, rotor ou escapamento de jato, ou às suas consequências)
- Exceção é feita quando as lesões resultem de causas naturais, forem auto ou por terceiros infligidas, ou causadas a pessoas que embarcaram clandestinamente
- A aeronave sofra dano ou falha que afete sua resistência estrutural, desempenho ou as características de voo; exija a substituição de grandes componentes ou a realização de grandes reparos no componente afetado
- Exceção é feita para falha ou danos limitados ao motor, suas carenagens ou acessórios; ou para danos limitados a hélices, pontas de asa, antenas, pneus, freios, carenagens do trem, amassamentos leves e pequenas perfurações no revestimento da aeronave
- A aeronave seja considerada desaparecida ou o local onde se encontre seja absolutamente inacessível

Acidentes aéreos: Raio 'X' (Mundo)



IN 2014, THERE WERE ABOUT **40 MILLION** FLIGHTS WORLDWIDE



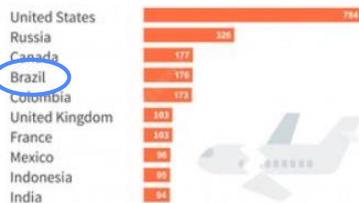
DEATHS PER BILLION KILOMETERS TRAVELED



Chance that your plane will crash
1 in 11 million

Top 10 countries

With the highest number of fatal civil airliner accidents



Acidentes aéreos: Raio 'X' (Mundo)



CAUSES FEAR OF FLYING



VS.

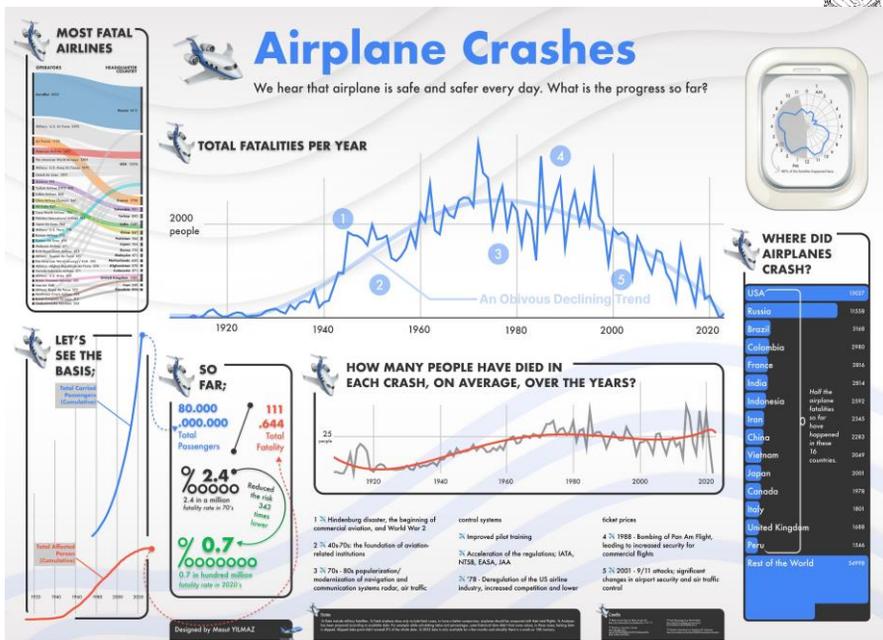
5 MOST COMMON CAUSES OF PLANE CRASHES



Survival rate of passengers on aircraft ditching during controlled flight **53%**



Acidentes aéreos: Raio 'X' (Mundo)



Acidentes aéreos: Raio 'X' (BR)



usp
ep
peq



Fonte: Cenipa (Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos)

Apenas 3 causas respondem por 2 em cada 3 acidentes investigados pela Aeronáutica

617

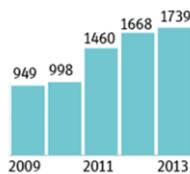
Acidentes aéreos com investigações concluídas

Período: 2009 - 2013

Causas (%)



Número reportado de colisões com animais, por ano



Aeroportos com maior número de colisões com animais



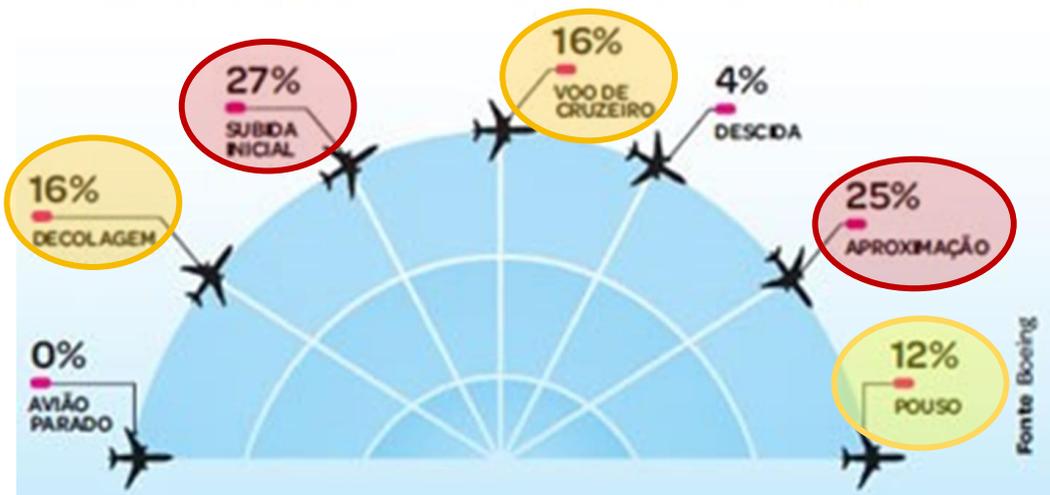
Aeroportos com maior índice de colisões com animais (acidentes por 10 mil pousos ou decolagens)



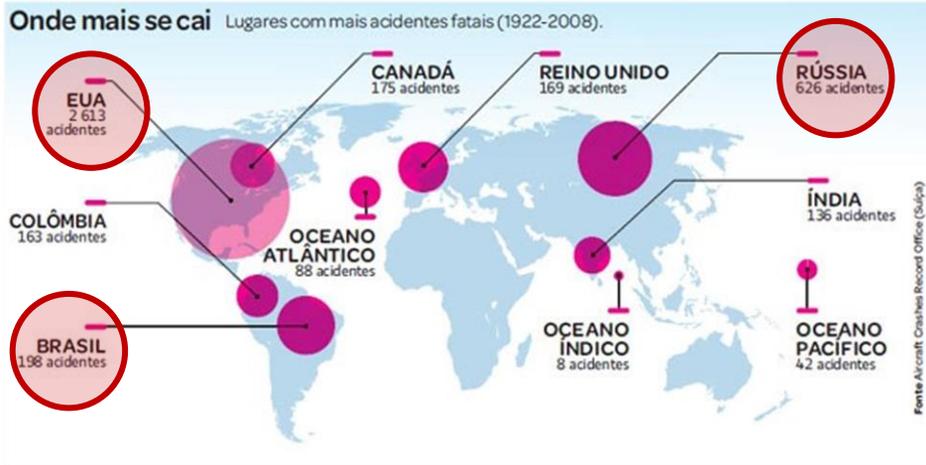
Acidentes aéreos: quando ocorrem?



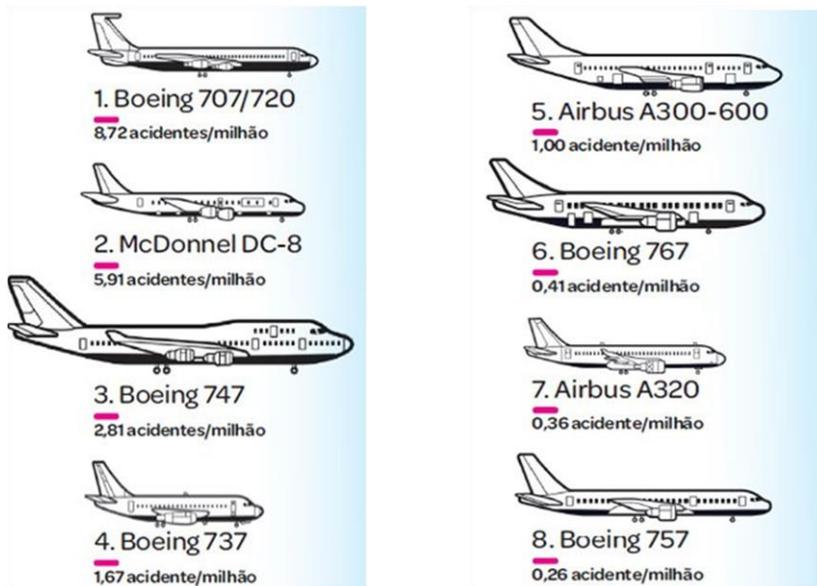
usp
ep
peq



Acidentes aéreos: onde ocorrem?



Acidentes aéreos:
com que aeronaves mais ocorrem?



Obs. Base de cálculo: 10⁶ pousos e decolagens

Acidentes aéreos: causas

usp>
ep>
peq>

Pane nas turbinas

- Principal causa: colisão com aves em voo
- Entre 1990 e 2007, houve mais de 12 mil colisões de aves contra aviões
- As turbinas são projetadas para suportar alguns tipos de pássaro. Isso é testado em laboratório com uma máquina que arremessa frangos (mortos e congelados) a ~ 400 km/h contra turbinas ligadas
- Desde 1990, 312 turbinas foram completamente destruídas em voo pelos pássaros
- É possível para um avião se manter no ar e estável com apenas uma turbina
- O maior risco ocorre durante a decolagem, quando a aeronave ainda está baixa e lenta (90% das colisões até 1000 m)

Acidentes aéreos: causas

usp>
ep>
peq>

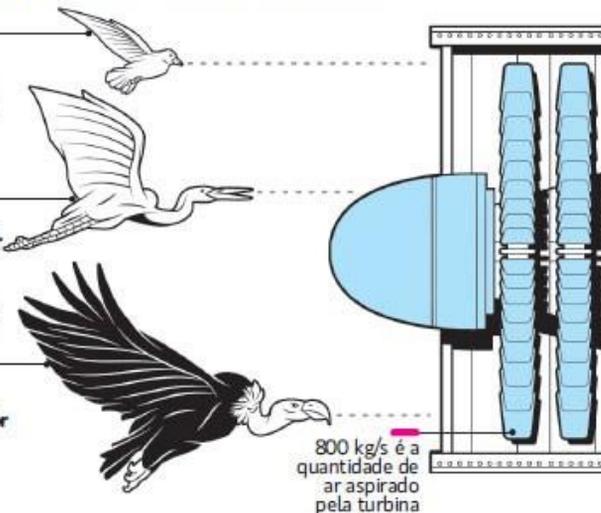
Inimigos alados

O que os pássaros podem fazer.

ATÉ 100 g
Exemplo: andorinha.
A ave é desintegrada pelas pás da turbina – que suporta engolir um grupo de até 16 pássaros pequenos.

100 g A 1,2 kg
Exemplo: garça-branca.
A turbina pode sofrer danos sérios, perder força ou parar. Mas o piloto pode reiniciá-la.

ACIMA DE 1,2 kg
Exemplo: urubu.
Risco de pane total. O melhor que se pode esperar é que a turbina não exploda.



800 kg/s é a quantidade de ar aspirado pela turbina

Teste de resistência da turbina: colisão com pássaros

usp>
ep>
peq>

Acidentes aéreos: causas

usp>
ep>
peq>**Turbulência**

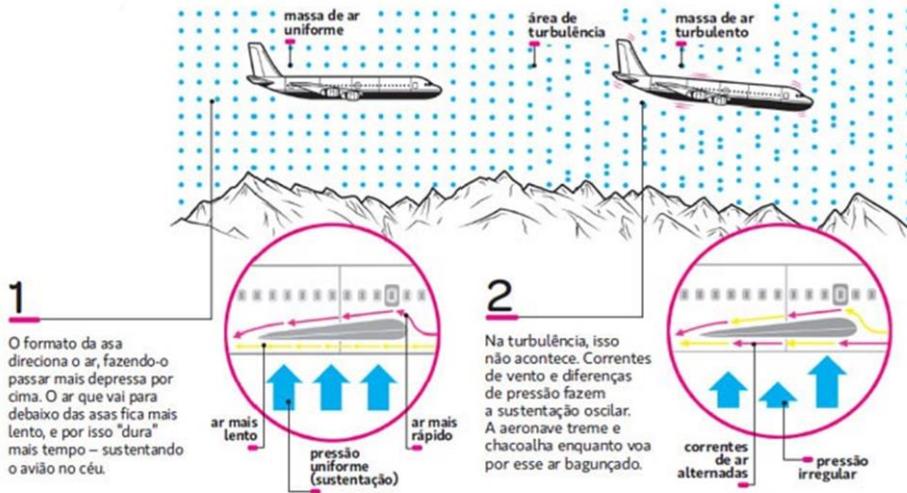
Os jatos modernos são projetados para suportar turbulência. Isso porém pode causar mortes

- FAA (1992–2001): 115 acidentes fatais em que a turbulência esteve envolvida, com 251 mortos
- Perfil: passageiros de aviões pequenos, e sem cinto de segurança
- Arremesso contra o teto da aeronave (~100 km/h) seguido de fratura no pescoço
- Aviões modernos: detetores de zonas turbulentas → tempo para alteração da rota
- Turbulência de ar limpo: não é captada pelos instrumentos mas é rara: 2,9% dos acidentes fatais

Acidentes aéreos: causas

usp>
ep>
peq>

Aerodinâmica para principiantes Como se voa (e não se voa).



Acidentes aéreos: causas

usp>
ep>
peq>

Falhas estruturais

- Com o tempo, as partes que compõem a aeronave acumulam desgaste e há necessidade de realizar manutenções



- O negligenciamento dessa necessidade, assim como desatenção durante essa operações, e/ou nas inspeções realizadas *a posteriori* dessa ação podem ser fatais

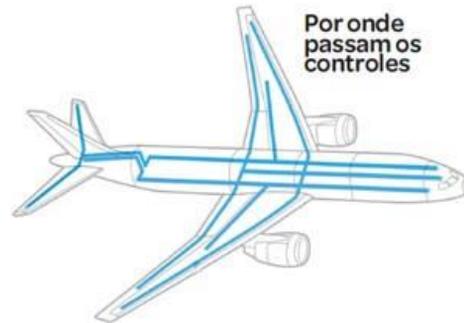
- Em voo, manobras bruscas realizadas a $v \sim 800 \text{ km/h}$ e $H \geq 11000 \text{ m}$ podem romper a fuselagem ainda que a cabine esteja pressurizada

Acidentes aéreos: causas

usp>
ep>
peq>

Pane hidráulica

- Os controles do avião dependem do sistema hidráulico (= rede de dutos com fluido hidráulico) que liga o *cockpit* às partes móveis do avião, (lemes, *flaps*) e os trens de pouso
- Quando o piloto dá um comando (p.e. virar para a esquerda), um sistema de bombas comprime o fluido, e o deslocamento do líquido movimenta as superfícies
- Aviões modernos: 3 sistemas hidráulicos → pane total é rara, mas não impossível! (pior pesadelo dos pilotos)
- Se os sistemas hidráulicos falharem, a aeronave fica sem controle



Acidentes aéreos: erro humano

usp>
ep>
peq>

Por que os pilotos erram

Os tipos de equívoco mais comuns.



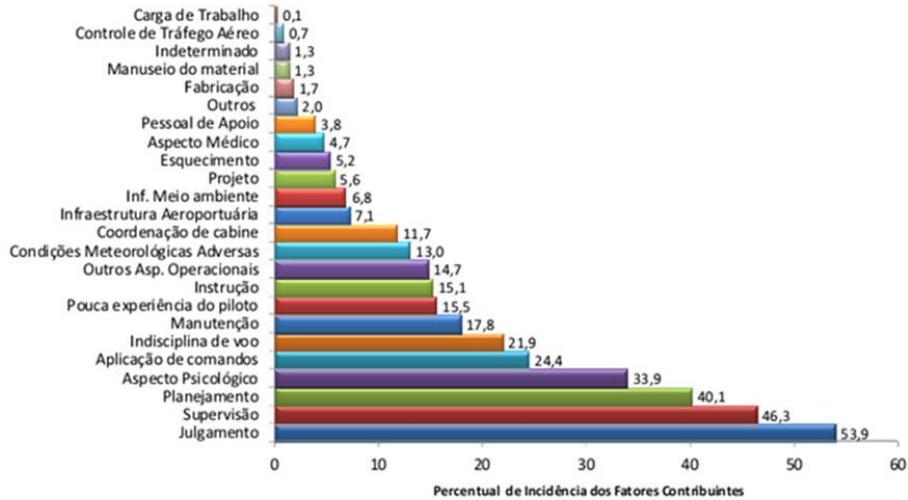
Acidentes aéreos:
fatores contribuintes (BR)



usp>
ep>
peq>



**Fatores Contribuintes nos Acidentes da Aviação Civil
2002 a 2011**



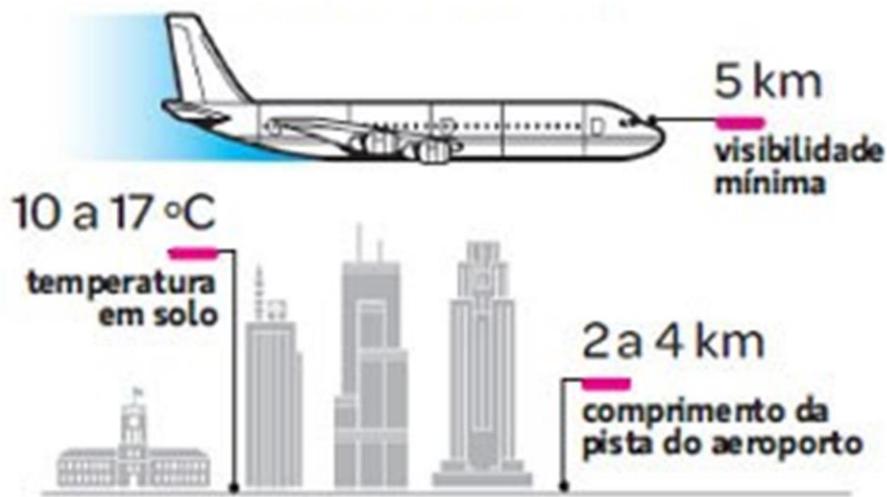
Acidentes aéreos: condições adequadas



usp>
ep>
peq>



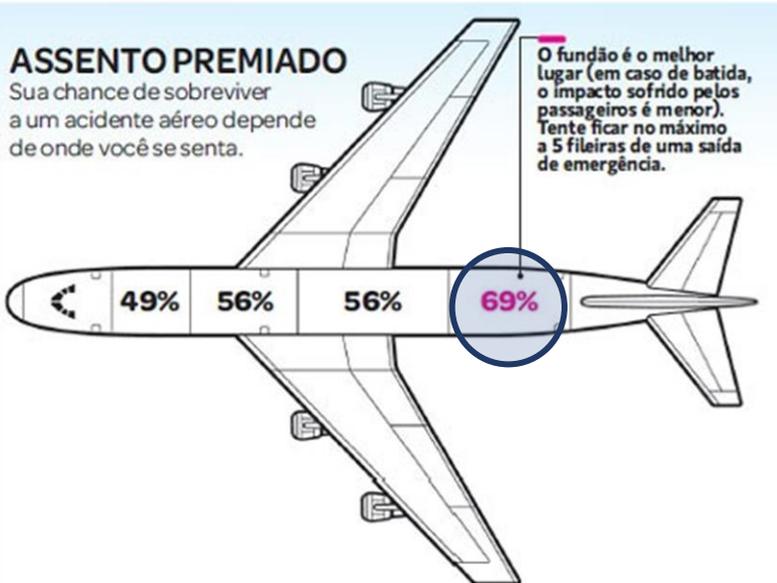
Do que os pilotos precisam para voar sem depender de instrumentos?



Onde é melhor sentar no avião?



usp>
ep>
peq>



usp>
ep>
peq>



Exercício n. 1

Investigação (preliminar) de Acidente Aéreo

Grupos com 05 integrantes

Acidente do voo LAMIA 2933

usp>
ep>
peq>

<https://www.youtube.com/watch?v=W-ypdasa9Bs>

Acidente do voo LAMIA 2933
Descrevendo o caso de forma conceitual

usp>
ep>
peq>

Após assistir ao relato que descreve (em linhas gerais) o acidente do voo LAMIA 2933, respondam as seguintes perguntas:

- 1) Porque o evento em questão pode ser classificado como um acidente?
- 2) Que tipos/classes de efeitos adversos foram causados por conta de sua ocorrência?
- 3) Uma (ou mais) causa(s) regular(es) de acidente(s) aéreo(s) poderia(m) justificar o evento ocorrido com o voo 2933?
- 4) Em caso de resposta afirmativa para a pergunta n.3, qual(is) seria(m) esta(s)? Justifiquem suas respostas.
- 5) Seria possível estabelecer uma sequência de eventos para descrever o ocorrido? Faça isso usando um diagrama de blocos..
- 6) Que causas vocês apontariam como prováveis e/ou capazes de justificar o evento? Justifiquem suas respostas.
- 7) Com as informações que foram disponibilizadas, é possível identificar responsável(is)? Qual(is) seria(m) este(s)?
- 8) Em que elementos vocês fundamentaram a resposta para a pergunta n.7?