



Parabéns! Você acaba de ter acesso a Versão Anotação dos Slides que fazem parte do Sistema de Ensino da Espaço Aéreo, presente nas principais Universidades, CIACs e Escolas de Aviação do Brasil.

Esse conteúdo foi desenvolvido usando metodologias ativas, gamificadas e conceitos de Sala Invertida, tudo para garantir que o aprendizado possibilite você a conectar a teoria com a prática.



SISTEMA DE ENSINO PARA AVIAÇÃO: FERRAMENTAS LÚDICAS QUE CONECTAM A TEORIA COM A PRÁTICA.

O futuro já chegou na sua aula. Tenho acesso a versão animada dos slides, vídeos de até 20 minutos de todo conteúdo, e-books, mapas mentais, estudos de caso, simulados, resumos, jogos e muito mais.

Verifique com seu professor o link de acesso específico para o material do seu curso ou então conheça todas nossas soluções em:

WWW.ESPACOAREO.COM



GAMIFICAÇÃO



METODOLOGIAS ATIVAS



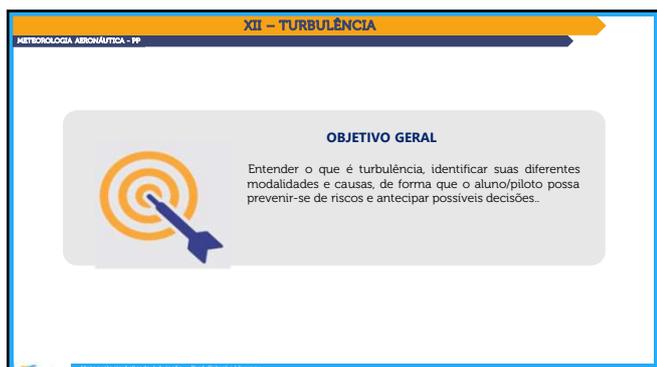
ESTUDOS DE CASO



SALA INVERTIDA



1



2

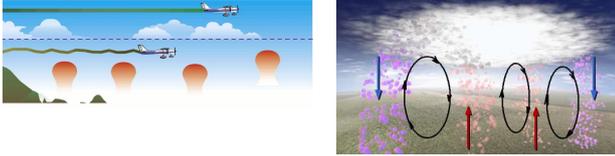


3

1 - TIPOS DE TURBULÊNCIA
TURBULÊNCIA Cap. XIII

1.1 - Turbulência Termal ou Convectiva

- Está associada às correntes térmicas sobre os continentes (principalmente durante as tardes de verão) ou oceanos (durante as noites);
- Nuvens cumuliformes são indicadores da existência desse tipo de turbulência.



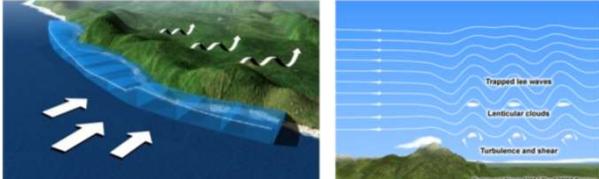
Metereológicos Atividade 3 - Atividade 3 - Prof. Cibele e Rosimar

4

1 - TIPOS DE TURBULÊNCIA
TURBULÊNCIA Cap. XIII

1.2 - Turbulência Orográfica

- Surge do atrito do ar ao soprar contra elevações montanhosas;
- A barlavento, as aeronaves devem encontrar aumento de altitude;
- A sotavento perda de altitude;
- Nuvens lenticulares denunciam sua presença.



Metereológicos Atividade 3 - Atividade 3 - Prof. Cibele e Rosimar

5

1 - TIPOS DE TURBULÊNCIA
TURBULÊNCIA Cap. XIII

1.3 - Turbulência Mecânica ou de Solo

- Surge pelo atrito do ar ao soprar contra edificações e outros obstáculos artificiais;
- Afetam ARR e DEP em aeródromos situados em áreas urbanas.



Metereológicos Atividade 3 - Atividade 3 - Prof. Cibele e Rosimar

6

1 - TIPOS DE TURBULÊNCIA
TURBULÊNCIA Cap. XIII

1.4 - Turbulência Dinâmica

→ **Turbulência Frontal**
Aparece com a presença de sistema frontal, na área de choque de massa de ar de características diferentes.



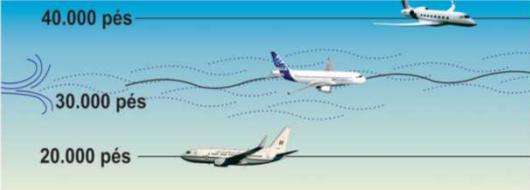
Metereologia Aplicada à Aviação - Prof. César Ribeiro

7

1 - TIPOS DE TURBULÊNCIA
TURBULÊNCIA Cap. XIII

1.5 - Turbulência em Ar Claro (Clear Air Turbulence - CAT)

- Surge em céu claro sem nenhuma indicação visual;
- Geralmente está associada à Corrente de Jato (Jet Stream - JS).

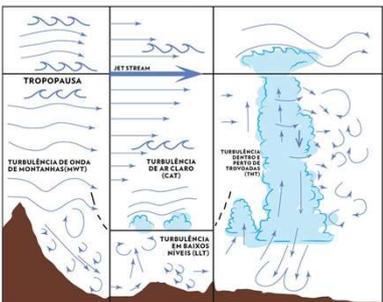


Metereologia Aplicada à Aviação - Prof. César Ribeiro

8

1 - TIPOS DE TURBULÊNCIA
TURBULÊNCIA Cap. XIII

Ilustração dos tipos de Turbulência



Metereologia Aplicada à Aviação - Prof. César Ribeiro

9

1 - TIPOS DE TURBULÊNCIA

TURBULÊNCIA Cap. XIII

Intensidade da Turbulência

INTENSIDADE	IDENTIFICAÇÃO
LEVE	A aeronave sofre acelerações verticais inferiores a 2m/s ² , porém não sofre alterações significativas em sua altitude. A tripulação sente a necessidade de utilizar cinto de segurança, mas os objetos continuam em repouso. O serviço de bordo pode prosseguir normalmente. Encontra-se pouca ou nenhuma dificuldade ao se caminhar pelo corredor da aeronave.
MODERADA	A aeronave sofre acelerações verticais entre 2m/s ² e 3m/s ² , podendo sofrer mudança de altitude, porém continua sob controle. É necessária o uso de cinto de segurança. Os objetos soltos podem se deslocar e encontrar-se dificuldade para executar o serviço de bordo ou se deslocar pelo corredor da aeronave.
FORTE	A aeronave sofre acelerações verticais entre 3m/s ² e 5m/s ² , sofrendo bruscas mudanças de altitude. Pode-se, momentaneamente, perder o controle da aeronave. Os objetos soltos são fortemente lançados de uma lado para o outro e os instrutores a bordo vivem de modo intenso, criando sérias dificuldades para o piloto. Passageiros podem sentir um pânico devido aos movimentos violentos da aeronave. O serviço de bordo e o caminhar pelo corredor da aeronave se tornam impossíveis.
SEVERA	A aeronave sofre acelerações verticais superiores a 5m/s ² . Em tal situação, é impossível o controle da aeronave e, devido à forte turbulência, podem ocorrer danos à sua estrutura.

Intencionalidade: Atividade & Avaliação - Prof. Cibely & Moreira

10

2 - ESTEIRA DE TURBULÊNCIA

TURBULÊNCIA Cap. XIII

- É a turbulência que surge nas trajetórias de ARR e DEP principalmente com aeronaves de grande porte;
- Quando são formados vórtices a partir de hélices, turbinas ou pontas de asas;
- O maior perigo acontece nas aproximações para pouso.




Intencionalidade: Atividade & Avaliação - Prof. Cibely & Moreira

11

2 - ESTEIRA DE TURBULÊNCIA

TURBULÊNCIA Cap. XIII

→ Efeitos básicos sob uma aeronave se aproximação atrás de aeronave pesada:

- Balanço violento;
- A perda de altura ou de velocidade ascensional e;
- Esforços de estrutura.



Intencionalidade: Atividade & Avaliação - Prof. Cibely & Moreira

12

2 - ESTEIRA DE TURBULÊNCIA
TURBULÊNCIA Cap. XIII

2.1 - Categoria das Aeronaves

- **SUPER (J)** – tendo como exemplo o equipamento A380-800;
- **PESADA (H)** – Aeronaves com peso máximo de decolagem de 136.000kg ou mais;
- **MÉDIA (M)** – Aeronaves com peso máximo de decolagem inferior a 136.000kg e superior a 7000kg; e
- **LEVE (L)** – Aeronaves com peso máximo de decolagem de 7000kg ou menos.




Metereológicos Aviação & Resgate - Prof. César e Roberto

13

3 - WINDSHEAR
TURBULÊNCIA Cap. XIII

- Também conhecida como: Tesoura de vento, Cortante de vento, Gradiente de vento ou Cisalhamento de vento;
- É a variação local do vetor vento, ou das suas componentes, numa dada direção e distância.

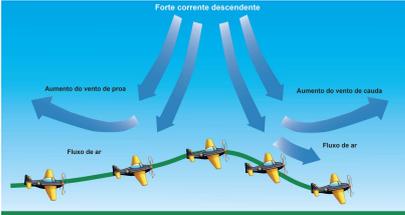
INTENSIDADE	VARIACÃO
LEVE	0 a 2m/s em 30m (100 pés) – 0 a 4kt em 30m
MODERADA	2,6 a 4,1m/s em 30m – 5 a 8kt em 30m
FORTE	4,6 a 6,2m/s em 30m – 9 a 12kt em 30m
SEVERA	acima de 6,2m/s em 30m – mais de 12kt em 30m

Metereológicos Aviação & Resgate - Prof. César e Roberto

14

3 - WINDSHEAR
TURBULÊNCIA Cap. XIII

- Pode causar às aeronaves um considerável ganho ou perda de sustentação;
- É mais perigosa nas fases de aproximação e subida inicial, até cerca de 2.000 pés (600 metros).
- Pode ocorrer em qualquer porção da atmosfera.



The diagram illustrates wind shear with a green wavy line representing the wind profile. Blue arrows show air flow. Labels include: 'Forte corrente descendente' (strong descending current) at the top, 'Aumento do vento de proa' (increase in headwind) on the left, 'Aumento do vento de cauda' (increase in tailwind) on the right, and 'Fluxo de ar' (air flow) at the bottom. Three aircraft are shown flying through the shear.

Metereológicos Aviação & Resgate - Prof. César e Roberto

15

3 - WINDSHEAR
TURBULÊNCIA Cap. XIII

3.1 - Originadores de "Windshear (WS)"

- Trovoadas ou a presença de (Cb);
- Sistemas frontais;
- Pancadas de chuva;
- Correntes de jato de baixos níveis;
- Ventos fortes em superfície;
- Brisas marítima e terrestre;
- Ondas de montanha;
- Linhas de instabilidade;
- Fortes inversões de temperatura, etc.

Metereologia Aplicada à Aviação - Prof. Celso S. Oliveira

16

3 - WINDSHEAR
TURBULÊNCIA Cap. XIII

3.1 - Originadores de "Windshear (WS)"

→ **Microexplosão (Microburst)**

É um evento de tempo severo associado à fortes correntes de ar da nuvem para superfície, ou seja, correntes descendentes, que se espalham horizontalmente, chegando a percorrer cerca 6km de distância, com pequena duração, apesar disso ocasionam fortes gradientes de vento, podendo levar a trágicos acidentes. Esse evento ocorre em aproximadamente 5% das nuvens 'cumulonimbus'.

Metereologia Aplicada à Aviação - Prof. Celso S. Oliveira

17

3 - WINDSHEAR
TURBULÊNCIA Cap. XIII

3.1 - Originadores de "Windshear (WS)"

Informações importantes em relação ao fenômeno de windshear.

- **Observar sempre a aceleração do avião** Uma aceleração aparentemente mais lenta do que a normal poderá significar que o vento está mudando para a componente de cauda.

- Nunca penetre deliberadamente numa *windshear* intensa, reportada pela Torre de Controle ou por outra aeronave, se estiver abaixo de 500 pés
- Não se deve decolar na existência de trovoadas, moderadas ou pesadas, nas proximidades do aeroporto.
- Mesmo arremetendo, esteja preparado para reencontrar windshear mais adiante.

Metereologia Aplicada à Aviação - Prof. Celso S. Oliveira

18

3 - WINDSHEAR
TURBULÊNCIA Cap. XIII

3.2 - Turbulência Gerada por Cortante de Vento (WINDSHEAR - WS)

- Surge da variação na direção e/ou velocidade do vento em baixa altura (até 2.000ft ou 600m são mais perigosos);
- Provoca o ganho ou perda de sustentação da aeronave e colocando em sério risco os voos, principalmente nos procedimentos de pouso e decolagem.
- O gradiente de vento é reportado pelos pilotos das aeronaves que encontraram o fenômeno;
- A WS aparece no final dos boletins METAR e SPECI: o previsor expede um aviso de gradiente de vento (WS WARNING).

Meteorologia Aplicada à Aviação - Prof. Celso S. Basso

19

3 - WINDSHEAR
TURBULÊNCIA Cap. XIII

3.2 - Turbulência Gerada por Cortante de Vento (WINDSHEAR - WS)

- O gradiente de vento é reportado pelos pilotos das aeronaves que encontraram o fenômeno e a WS aparece no final dos boletins METAR e SPECI:
METAR SBSP 232100Z 15011KT 9999 TSRA SCT017 FEW050CB 20/18 Q1013 WS ALL RWY=
- O previsor expede um aviso de gradiente de vento (WS WARNING):
SBBR WS WRNG 4 211230 VALID TL 211330 MOD WS IN APCH REP AT 1210 B747

Meteorologia Aplicada à Aviação - Prof. Celso S. Basso

20

XII – TURBULÊNCIA

METEOROLOGIA APLICADA À AVIAÇÃO - PP

Mapa Mental

espaço aéreo

Meteorologia Aplicada à Aviação - Prof. Celso S. Basso

21

XII – TURBULÊNCIA

HISTORIOLOGIA AERONÁUTICA - PP

LEVE	Oscilações 5 a 15KT
MODERADA	Oscilações 15 a 25KT
FORTE	Oscilações 25 a 35KT
SEVERA	Oscilações 35 a 45KT
EXTREMA	Oscilações acima de 45KT

espaço aéreo
sistema de ensino

22
