

Piloto Privado

Meteorologia Aeronáutica

Instrutora
Karen Fagundes Kaefer



INTRODUÇÃO A METEOROLOGIA

Ciência que estuda os fenômenos que ocorrem na atmosfera.

Existem basicamente dois tipos de Meteorologia:

- **Meteorologia Pura:** Estudo da meteorologia dirigido para o campo da pesquisa.
- **Meteorologia Aplicada:** É o emprego prático da meteorologia.

Exemplos: Aeronáutica, Marítima, Agrícola, Industrial, Espacial, etc.

METEOROLOGIA AERONÁUTICA

É o ramo da meteorologia aplicada que trata dos fenômenos atmosféricos tendo em vista a segurança e a economia das atividades aéreas.

Este tipo de serviço está estruturado para fornecer informações meteorológicas se dividindo em observação, divulgação, coleta, análise e exposição.

a) Observação – é a verificação visual e instrumental dos elementos que representam as condições meteorológicas num dado momento e num dado local, podendo ser realizada pela

b) Divulgação – é a transmissão dos dados observados para que outros locais tomem

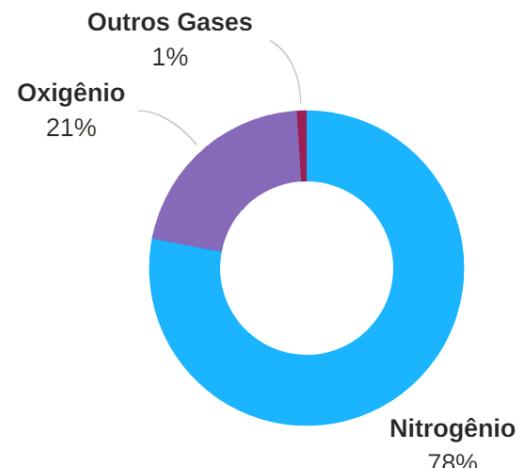
c) Coleta - é a recepção dos dados de uma determinada região para um conhecimento mais amplo das condições meteorológicas.

d) Análise – é o estudo e a interpretação das observações coletadas tendo em vista o apoio aeronáutico a ser fornecido sob a forma de previsão do tempo. (WAFC, CNMA, CMA, CMV, CMM).

e) Exposição – dos dados observados ou previstos para consulta dos usuários. (AIS, telefone e internet. (DECEA).

ATMOSFERA

O ar que compõe a Atmosfera da Terra é composto pelos seguintes gases:



O vapor de água, elemento mais importante para a meteorologia, não faz parte da composição do ar atmosférico, usando-o apenas para transporte, variando de 0 a 4%.

Do ponto de vista meteorológico o ar classifica-se em:

- | | |
|------------------|-------------------------------|
| Seco: | apresenta 0% de vapor de água |
| Úmido: | de 0 a 4% de vapor de água |
| Saturado: | 4% de vapor de água |

SECO	SATURADO
Nitrogênio	78%
Oxigênio	20%
Outros	1%
Vapor de Água	4%
Nitrogênio	75%
Oxigênio	20%
Outros	1%
Vapor de Água	4%

A quantidade de energia solar que atinge o limite superior da atmosfera apresenta um valor quase constante de 1,94cal/cm /min, que é a constante solar.

INSOLAÇÃO é a quantidade de energia solar que atinge a superfície terrestre, após sofrer os efeitos da filtragem seletiva.

A filtragem seletiva que a atmosfera exerce sobre a radiação solar processa-se através da absorção, difusão e reflexão.

ABSORÇÃO

Ocorre na ionosfera.

Os raios gama, raios X e raios ultravioletas penetrantes são absorvidos na ionosfera.



DIFUSÃO

Quando a luz passa através de um meio cujas partículas tenham diâmetro menor que o comprimento de onda da própria luz, uma parte dela é espalhada ou difundida em todas as direções.

A difusão é efetiva para as ondas de menor comprimento e a luz de maior difusão na atmosfera é a de cor azul, dando essa coloração ao céu.

REFLEXÃO

Uma boa parte da radiação solar de natureza luminosa é refletida de volta para o espaço, principalmente pelas nuvens e pela superfície da terra. Com vistas ao efeito de reflexão, chama-se ALBEDO.

É a razão entre a quantidade de radiação refletida pela superfície da Terra e a radiação proveniente do Sol.

- Altas taxas de albedo: areia, neve e topo de nuvens.
- Baixas taxas de albedo: florestas e terra fresca.

CAMADAS DA ATMOSFERA

TROPOSFERA

É a primeira camada em contato com a superfície terrestre que é onde nos vivemos.

Sua altura atinge:

De 7 a 9 km de altura nos pólos
De 13 a 15km de altura nas latitudes temperadas.
De 17 a 19 km na região equatorial.

Na troposfera ocorre a totalidade dos fenômenos meteorológicos devido estar em contato com a terra.

Características existentes:

- Alta porcentagem de vapor de água;
- Presença de núcleos de condensação;
(também conhecidos como núcleos higroscópicos)
- Aquecimento e resfriamento por radiação.

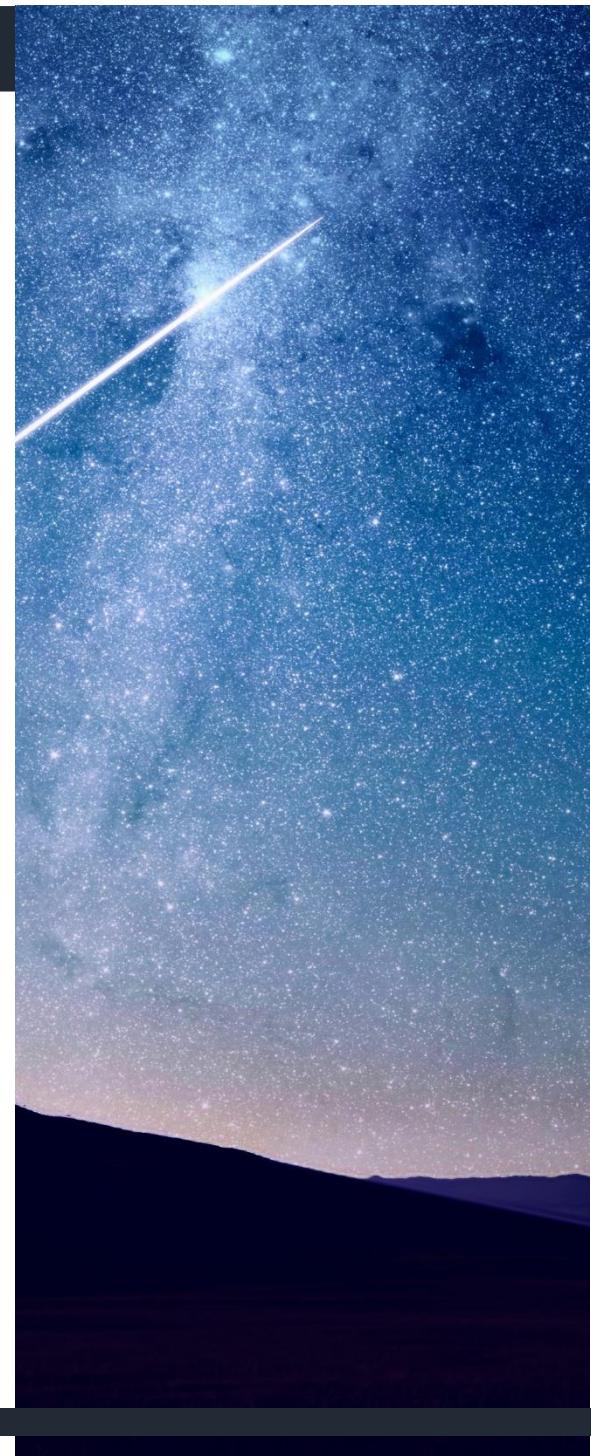
A característica principal da troposfera é a variação vertical da temperatura, também chamado “gradiente térmico normal”.

0,65 graus celsius para cada 100 metros
2 graus celsius para cada 1000 pés
3,6 graus fahrenheit para cada 1000 pés

Nos limites superiores da Troposfera está localizada a corrente de jato (jet stream).

- Jet Stream é fluxo de ventos que ocorre em altitude, (semelhante as correntes marítimas) onde o vento é muito forte, mínimo de 60kt no núcleo na JS.

No núcleo -> Ar linear
Na Periferia -> Muita turbulência





TROPOPAUSA

A camada de transição que separa o topo da troposfera da camada seguinte que é a estratosfera. Possui de 3 a 5km de espessura. É mais alta no Equador e mais baixa nos polos. O gradiente térmico é ISOTÉRMICO = Não há mudança de temperatura. A temperatura é constante média de -56.5 graus celsius.

ESTRATOSFERA

Camada seguinte a tropopausa até cerca de 70 km acima da superfície terrestre.

Apresenta 3 gradientes térmicos.

- Isotérmico: a temperatura permanece a mesma
- Negativo: a temperatura aumenta com a altitude
- Normal ou positivo: a temperatura decresce com a altitude.

Na estratosfera encontra-se a Camada de Ozônio. Nela são filtrados os raios ultravioletas perigosos a nossa vida e nos protege.

IONOSFERA

Camada eletrizada ótima condutora de eletricidade devido a presença de íons eletroficados. A ionização da camada é consequência da absorção dos raios X raios gama e raios ultravioletas penetrante do sol.

Sua altura atinge de 400 a 500 km de altitude. Na Ionosfera sua ionização é maior durante o dia em função do efeito da radiação solar. Na Ionosfera se propagam as ondas de rádio. Na Ionosfera tem início a filtragem seletiva da radiação solar.

EXOSFERA

Está a aproximadamente 1000 km de altitude. É a camada que confunde gradativamente com o espaço interplanetário.

Não exerce efeito direto de filtragem seletiva sobre a radiação solar.

ATMOSFERA PADRÃO

Os parâmetros da atmosfera real oscilam muito durante o dia (pressão, temperatura e densidade) e suas variações nem sempre se comportam da mesma maneira. Isso tornaria impossível realizar cálculos de performance.

Para eliminar esse problema, criou-se uma atmosfera padrão pela OACI chamada de "Atmosfera ISA". Nessa atmosfera os comportamentos e parâmetros são pré-definidos de acordo com vários estudos do comportamento da atmosfera real.

CARACTERÍSTICAS DA ISA

O ar é considerado seco, ou seja, ausência de vapor de água e sem impurezas.

Atua como um gás perfeito.

Composição:

78% nitrogênio
21% oxigênio
0, 93% argônio
0,7% elementos restantes

Densidade ao NMM:

1,2250kg/m³

Pressão padrão:

1013.2 hpa
29,92 pol/hg
760 mmhg

Temperatura:

15°C AMSL e -2°C a cada 1000 pés
- 0,65C/100metros
- 2 graus C/1000pés
- 3,6F/1000FT





A Terra

A Terra é o terceiro planeta do nosso sistema, por ordem de distância do Sol, com um diâmetro aproximado de 12.500 km.

Em virtude da forma elíptica da órbita terrestre, a distância Terra-Sol varia ao longo do ano. O ponto da trajetória da Terra que se acha mais próximo do Sol chama-se "Periélio", e o mais distante, "Afélio".



MOVIMENTOS DA TERRA

Tendo como referência o Sol, a Terra executa dois movimentos básicos dentro do sistema solar.

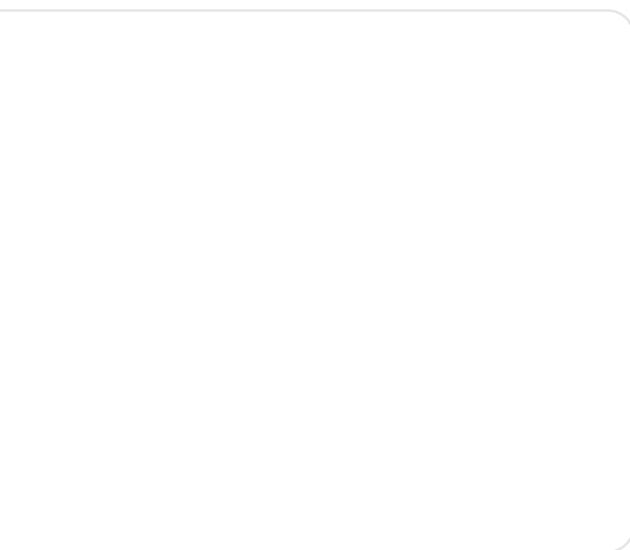
Movimento de Rotação

Este movimento da Terra é feito com velocidade constante em torno de um eixo imaginário, cuja direção são os pólos terrestres.

A rotação da Terra em torno do seu eixo se faz no sentido Oeste para Este, num período de 24 horas. Assim, a Terra tem sempre uma de suas faces voltadas para o Sol (é o dia), enquanto que a outra fica às escuras (é à noite).

O fenômeno dos dias e noites, causado pelo movimento de rotação é responsável pelas variações físicas locais da atmosfera, resultantes do aquecimento diurno e do resfriamento noturno.

Desenho:



Movimento de Translação

Neste movimento a Terra percorre uma trajetória elíptica, de oeste para leste em torno do Sol, num período de 365 dias e $\frac{1}{4}$ de dia.

Para se evitar erros na medida do ano, introduziu-se a cada quatro anos, um Ano Bиссeto de 366 dias.

Desenho:

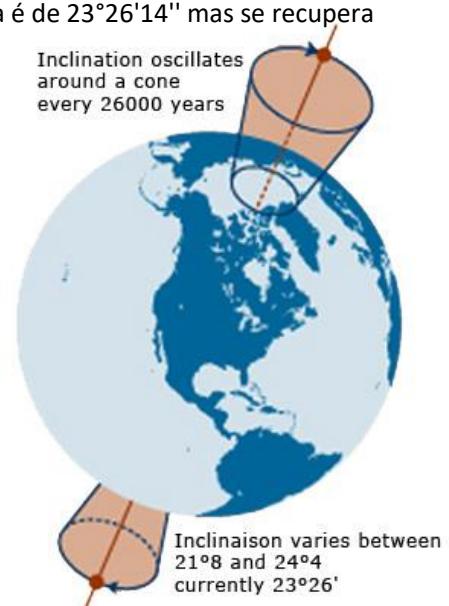
A órbita elíptica da Terra, no movimento de translação, faz com que ela periodicamente se situe mais perto do Sol (Periélio) e mais afastada (Afélio).

Estes dois pontos, Periélio e Afélio, recebem o nome de Solstícios e ocorrem, respectivamente, nos dias 22 de dezembro e 21 de junho (Inverno e Verão no Hemisfério Norte).

O eixo polar da Terra apresenta uma pequena inclinação de $23^{\circ}27'$ perpendicular ao plano da órbita terrestre.

A inclinação axial ou obliquidade da Terra é o ângulo entre o eixo de rotação e seu plano orbital, ele permanece confinado entre $21,8^{\circ}$ e $24,4^{\circ}$. Atualmente, ela é de $23^{\circ}26'14''$ mas se recupera cerca de

0,46" por ano o 1 grau a cada 7800 anos. Este eixo oscila em torno de um cone com um ciclo completo (com 360°) dura 25.765 anos.



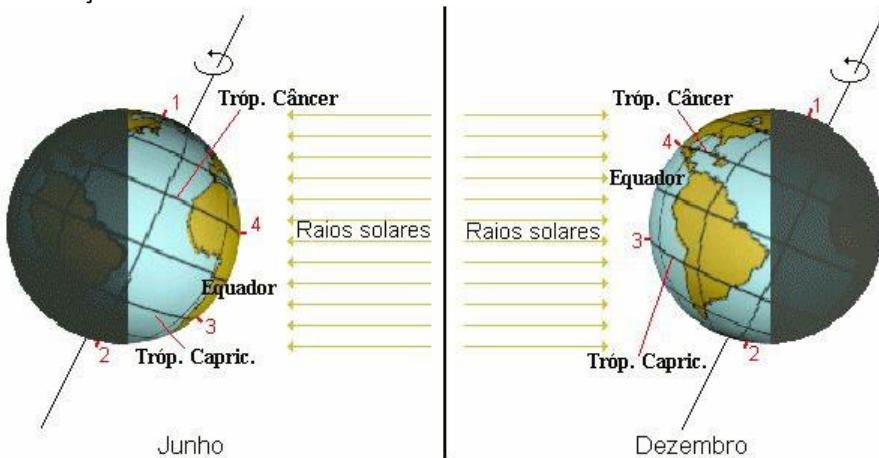


Essa inclinação é que provoca a diferença na duração do dia e da noite e faz com que os raios solares atinjam a Terra mais diretamente ou obliquamente, o que causa as diferenças na forma de aquecimento das diversas regiões da Terra.

Na região equatorial os raios são mais diretos e, por isso, os trópicos são mais aquecidos.

À medida que caminhamos para os polos, os raios solares passam a incidir mais oblíquos, também pela curvatura da Terra, tornando essas regiões polares mais frias.

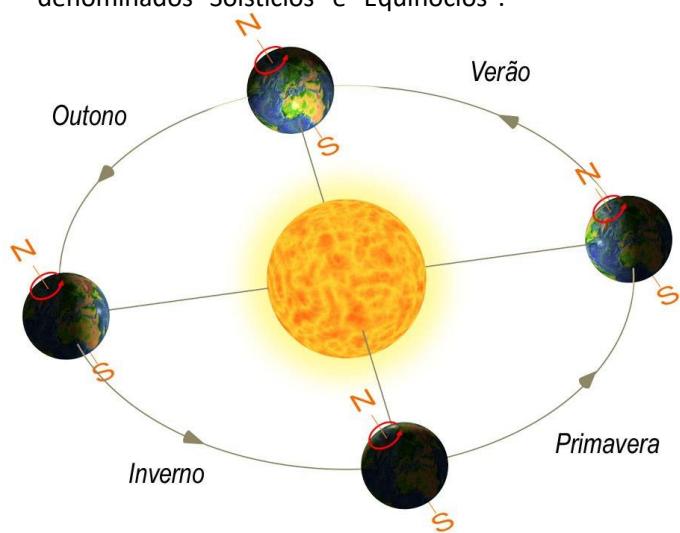
As diferenças na forma de aquecimento das regiões da Terra, associadas ao movimento de translação, resultam nas estações do ano.



ESTAÇÕES DO ANO

Climatologicamente, as condições atmosféricicas se caracterizam de modo muito especial durante o movimento de translação da Terra ao longo do ano.

Se considerarmos, inicialmente, a Terra partindo de um ponto espacial, determinado pelo nosso calendário oficial, verificaremos que, de modo cíclico, essas condições se repetem de maneira semelhante, surgindo, como consequência, as estações do ano, que se iniciam nos instantes denominados "Solstícios" e "Equinócios".



- Solstícios de verão inverno ocorrem no afélio (posição mais afastada do sol).
- Quando a inclinação da terra proporciona a maior exposição do hemisfério norte, é verão no hemisfério norte e quando a inclinação expõe mais o hemisfério sul é verão no hemisfério sul e consequentemente inverno no hemisfério norte.
- Equinócio Outonal e Equinócio Vernal ocorrem no periélio (posição mais próxima do sol).

Equinócio Vernal

A 21 de março ocorre o Equinócio Vernal ou de Primavera porque, no Hemisfério Norte, está iniciando a primavera.

Ao mesmo tempo, no Hemisfério Sul, está iniciando o Outono, que é a estação de transição para o Inverno.

Equinócio Outonal

A 23 de setembro ocorre o Equinócio Outonal porque, no Hemisfério Norte, está iniciando o Outono.

Simultaneamente, no Hemisfério Sul, tem início à primavera, que é a estação de transição para o Verão.



CALOR

É a energia cinética das moléculas de um corpo. Quanto maior a agitação das moléculas maior é o calor do corpo.

EQUILÍBrio TÉRMICO

Significa que o corpo aquecido transfere calor ao menos aquecido.

Radiação

Condução

Convecção

Advecção

Radiação

É o processo de propagação através do espaço que é responsável pelo aquecimento diurno e o resfriamento noturno.

Condução

É a propagação de calor de molécula a molécula. Neste, temos exemplos os metais.

Convecção

É o processo de calor através de movimentos ascendentes do ar atmosférico (VERTICais) que forma as nuvens e as correntes convectivas muito boas para os voos de planadores.

Advecção

É o processo de calor por movimentos HORIZONTALIS. O mais significativo é o transporte através dos ventos.

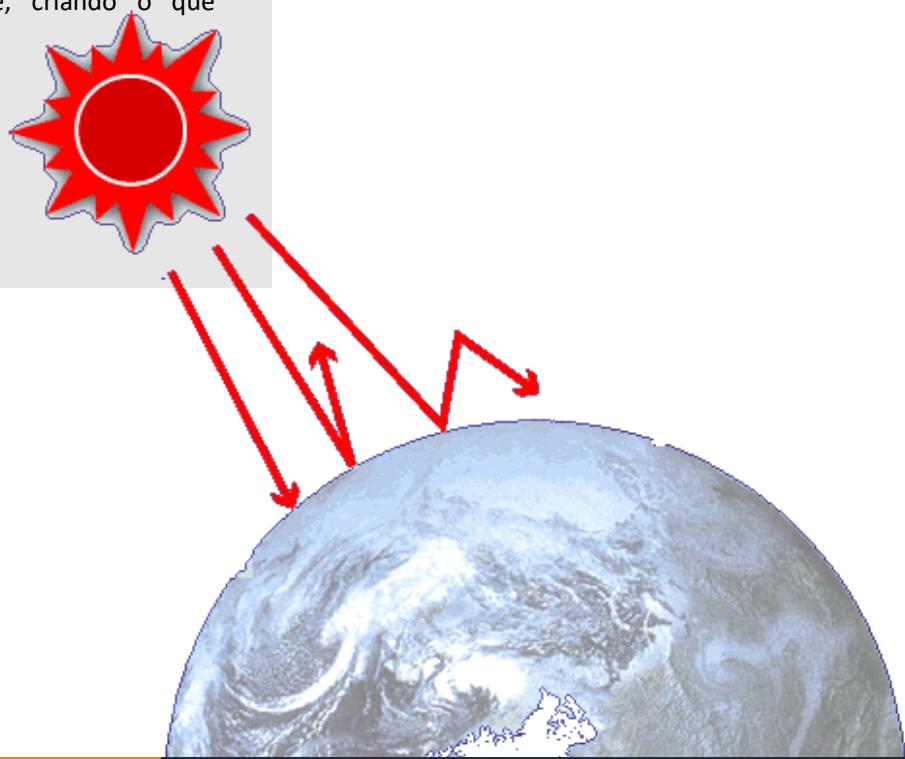
Efeito Estufa

É um efeito NATURAL do planeta.

Quando a terra recebe luz e calor do sol, ela reflete grande parte desta energia de volta ao espaço.

Quando temos uma cobertura de nuvens no céu, elas atuam como um espelho, prendendo o calor irradiado pela terra próximo a superfície, criando o que chamamos de efeito estufa.

"Greenhouse Effect"





TERMOMETRIA

Para medir a temperatura de um corpo utilizam-se termômetros e para se registrar a temperatura utilizam-se termógrafos.

Existem 4 escalas termométricas:

Celsius
Fahrenheit
Kelvin
Rankine

Temperatura de fervura da água:

0 zero grau Celsius

32 graus Fahrenheit

273 Kelvin

Temperatura na superfície

Psicrômetro

Está localizado no solo no interior do abrigo meteorológico situado em um centro meteorológico e fornece a temperatura do ar e a temperatura do ponto de orvalho.

Telepscicômetro

Instalados do lado das pistas são termômetros elétricos.

Radiossondagem

Consiste em um balão de sondagem lançado do solo transportando um equipamento eletrônico que consiste em elementos sensíveis à temperatura e à umidade. Ele emite sinais captados por receptor em terra localizado na estação de radiosonda.

Dropssondagem

É a sondagem feita de cima para baixo de altitude para superfície, a bordo de aeronaves.

Lança-se a sonda de aeronaves em altitude.

PRESSÃO ATMOSFÉRICA

O ar tem um peso, assim como todos os líquidos, portanto o ar exerce uma força em todas as direções e sobre todos os objetos e seres vivos que se encontram mergulhados nele.

Calculando a força exercida por unidade de superfície, obtém-se o valor da pressão.

Essa pressão é denominada Pressão Atmosférica.

Em Meteorologia Aeronáutica, a unidade de pressão utilizada é o hectopascal (hPa).

Pressão Atmosférica Padrão - ISA

- Estática (Em repouso)
- Sem poeira
- Sem vapor d'água
- 1013 hPa (AMSL)
- 29.92 polHg (AMSL)

Variação da Pressão com a Altitude

- A pressão diminui na razão de 1 hPa para cada 30pés.
- No nível do mar, a pressão é maior porque há maior coluna de ar.
- Quando se sobe menos ar haverá e, por isso, menos pressão ele exerce.

Variação com a Temperatura

- É inversamente proporcional à temperatura.
- O ar frio é mais pesado que o ar quente e, portanto, quanto maior a massa, maior a densidade e, portanto, mais pressão.

Exemplo:

Ar quente do chuveiro → Sobe → Menos denso → Menor Pressão
Ar frio do freezer → Desce → Mais denso → Maior pressão

Variação Diária

A variação diária pode ser considerada como uma maré barométrica que é bastante forte nas latitudes equatoriais. Porém, desaparece nas latitudes acima de 60 graus.

A pressão é mais elevada às 10hs e às 22hs (hora local) e mais baixa às 4hs e 16hs (hora local).

Reduções da Pressão

Como as estações meteorológicas não estão todas localizadas a uma mesma altitude, faz-se necessário corrigir as pressões para as diferenças de altitudes, rebatendo todas para um nível de referência comum, o do mar.

QFE

Pressão da Estação ou da Pista – Nível da Pista

QFF

Pressão ao nível do mar – Para fins meteorológicos

QNH

Pressão reduzida ao nível do mar

QNE

Pressão padrão no nível médio do mar 1013.29 (estabelecido pela ICAO).

*as pressões serão estudadas em detalhes nas próximas aulas.



SISTEMAS DE PRESSÃO

A pressão reduzida ao nível do mar (QFF), das estações meteorológicas, ao serem analisadas, verifica-se um aumento ou um decréscimo uniforme para um ponto, denominado centro.

Sistemas Fechados

Alta
Baixa

Sistemas Abertos

Cristas
Cavados
Colos



SISTEMA FECHADO:

Alta Pressão

É a região que possui a maior pressão em comparação com a vizinhança no mesmo nível horizontal ou mesmo nível de pressão.

Desenho:

* desenhe de acordo com as instruções da aula

Baixa Pressão

É a região que possui a menor pressão em comparação com a vizinhança no mesmo nível horizontal ou mesmo nível de pressão.

Desenho:

SISTEMA ABERTO:

Crista ou Cunha

Área alongada, ou sistema aberto de alta pressão. A partir dele as pressões diminuem.

Desenho:

Cavado

Área alongada de baixa pressão, ou sistema aberto de baixa pressão. A partir dele as pressões aumentam para a periferia do sistema.

Desenho:





ESTADOS FÍSICOS DA ÁGUA

- Sólido
- Líquido
- Gasoso

Evaporação → _____

Condensação → _____

Solidificação ou Congelação → _____

Sublimação → _____



UMIDADE RELATIVA

É a quantidade de vapor de água no ar relativamente comparado com o máximo que ele consegue reter à mesma temperatura e é expressa em porcentagem variando de 0% a 100%.

A umidade relativa é medida diretamente pelo higrômetro, indiretamente pelo psicrômetro e registrada pelo higrógrafo.

Vapor de Água	0%	1%	2%	3%	4%
Umidade Relativa	0%	25%	50%	75%	100%

UMIDADE RELATIVA

Temperatura na qual uma determinada quantidade de ar se torna saturada quando resfriada.

Ar quente → Pode reter muito vapor d'água

Ar frio → Pode reter pouco vapor d'água

Se houver saturação, haverá formação de nuvem/nevoeiro.

UMIDADE ABSOLUTA

É a relação entre a massa de vapor de água contida no ar e o volume e é expressa em gramas de vapor de água por metro cúbico de ar

UMIDADE ESPECÍFICA

É a relação entre a massa de vapor de água e a massa do ar úmido e é expressa em gramas de vapor por quilograma de ar úmido.

REVISÃO

Camada atmosférica onde ocorrem a maioria dos fenômenos meteorológicos? _____

Temperatura na Tropopausa: _____

Definição de gradiente térmico positivo;

Elemento da terra responsável pela incidência de raios solares na terra de forma diferente

Movimento da terra que gera os dias e as noites:

Processo em que o vapor vira sólido:

Valor da pressão em HPa no nível médio do mar

Características básicas da troposfera:



REVISÃO (CONTINUAÇÃO)

Definição de condução:

Percentual de Oxigênio/Nitrogênio e Outros Gases na atmosfera:

Diferença entre observação e coleta de informações meteorológicas:

Horários da pressão mais elevada durante o dia:

Horários de pressão mais baixa durante o dia:

Definição de ponto de orvalho:



*Com essa breve revisão,
vamos em frente!*





NUVENS

São formadas pela condensação ou sublimação do vapor de água na atmosfera.

O ar é forçado a subir (montanha, convecção...), resfria até o ponto de orvalho e forma-se a nuvem.

São constituídas por gotículas de água (líquidas) ou de cristais de gelo (sólidas) ou ambos (mistos), dependendo da altitude de formação.

CLASSIFICAÇÃO DAS NUVENS

- 1) TIPO/GÊNERO (formato e altura da base),
- 2) ALTURA (peculiaridades nas formas e diferenças nas estruturas internas)
- 3) ASPECTO (arranjos dos elementos e grau de transparência).
- 4) ESTRUTURA FÍSICA

1) TIPOS DE NUVENS SÃO 10 GÊNEROS.

- Cirrus
- Cirrustratus
- Cirrocumulus
- Altocumulus
- Nimbostratus
- Stratus
- Altostratus
- Stratocumulus
- Cumulus
- Cumulonimbus

2) ALTURA

3 estágios de formação:

Altos (cristais de gelo)

Médios (cristais de gelo e água)

Baixos (água)

3) ASPECTO

Cumuliforme – Desenvolvimento vertical (Instável)

Estratiforme – Desenvolvimento Horizontal (Estável)

Cirriforme – Aspecto fibroso (Ventos Fortes)

4) ESTRUTURA FÍSICA

Sólidas: Cristais de gelo – nuvens altas

Mistas: Cristais de gelo e água – nuvens médias

Sólidas e líquidas: Apenas gotículas de água – nuvens baixas

Nuvens Altas

CABEÇA

- Cirrus (Ci)
- Cirruscumulus (Cc)
- Cirrustratus (Cs)

Nuvens Médias

ABDÓMEN

- Altocumulus (As)
- Altocumulus (Ac)
- Nimbostratus (Ns)

Nuvens Baixas

SAPATO

- Stratus (St)
- Stratocumulus (Sc)

Cirrocumulus (CC)

- Banco, lençol ou camada delgada de nuvens brancas, sem sombra própria, compostas de elementos muito pequenos, em forma de grânulos, rugas, etc., soldados ou não, dispostos mais ou menos regularmente.
- São constituídos, quase que exclusivamente por cristais de gelo, podendo conter água super resfriada em algumas ocasiões.





Cirrustratus (CS)

- Véu transparente, fino e esbranquiçado, sem ocultar o sol ou a lua.
- São constituídos quase que exclusivamente por cristais de gelo podendo conter água super resfriada em algumas ocasiões.
- Apresentam o fenômeno do "halo" em volta da lua.
- Às vezes, o véu dos Cirrustratus é tão tênue que o único indício de sua presença é o "halo".



Alto Cumulus (AC)

- Banco, lençol ou camada de nuvens brancas ou cinzentas ou ainda, simultaneamente, brancas e cinzentas, tendo geralmente sombra própria; tem forma de lamínulas, seixos, rolos, etc., de aspecto às vezes parcialmente fibroso ou difuso, soldados ou não.
- Os Altocumulus são quase invariavelmente constituídos por gotículas de água. Contudo, a temperaturas muito baixas, podem formar cristais de gelo.
- A transparência do Altocumulus é muito variável, podendo ele às vezes ser suficientemente denso para esconder completamente o sol.



Altostratus (AS)

- Lençol ou camada de nuvens cinzentas ou azuladas, de aspecto estriado, fibroso ou uniforme, cobrindo inteira ou parcialmente o céu e apresentando partes suficientemente delgadas para que se possa ver o sol, pelo menos vagamente, como se fosse através de um vidro despolido.
- São constituídos por gotículas de água e cristais de gelo, podendo conter flocos de neve no inverno.



Nimbostratus (NS)

- Camada de nuvens cinzentas, muitas vezes de aspecto sombrio.
- A espessura dos Nimbostratus é suficientemente densa para ocultar completamente o sol.
- São constituídos por gotículas de água e cristais de gelo, podendo conter flocos de neve no inverno.
- O "NS" diferencia-se do "AS" por ser completamente opaco, de cor mais escura
- e ainda poder ser encontrado no Estágio Baixo.





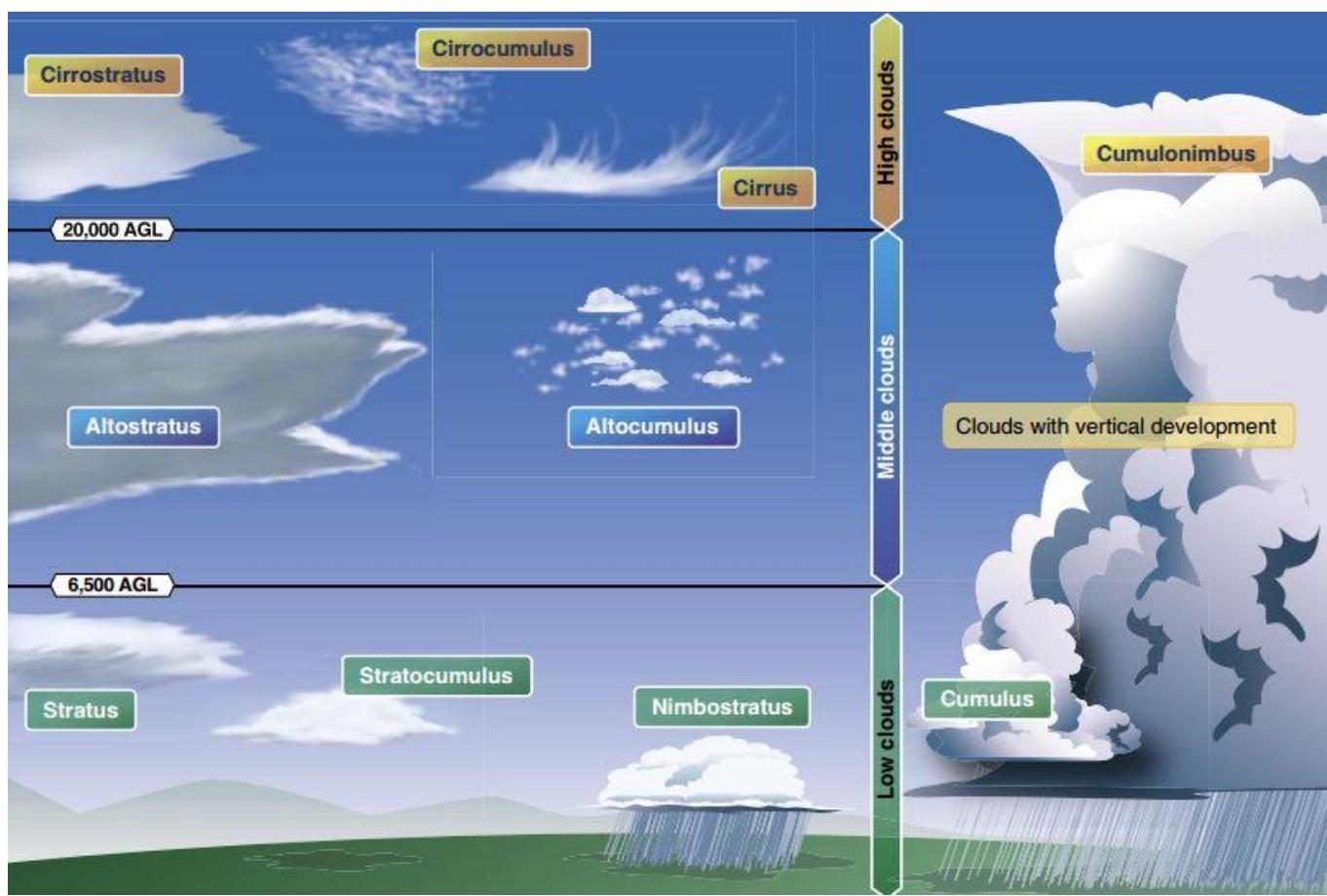
Stratocumulus (SC)

- Banco, lençol ou camada de nuvens cinzentas ou, ao mesmo tempo, cinzentas e esbranquiçadas, tendo quase sempre partes escuras em forma de lajes, seixos, rolos, etc., de aspecto não fibroso, soldadas ou não.
- Os Stratocumulus são constituídos de gotículas de água principalmente na região tropical, podendo conter cristais de gelo e flocos de neve em regiões frias.



Stratus (ST)

- Camada de nuvens geralmente cinzentas, com base bastante uniforme, podendo dar lugar a chuviscos, prismas de gelo ou grãos de neve (em regiões muito frias).
- O sol, quando visto através da camada, tem contorno nitidamente visível.





Nuvens de Desenvolvimento Vertical

- Cumulus
- Cumulonimbus
- Tower Cumulus

São nuvens de grande desenvolvimento vertical em que formam-se as tormentas e as trovoadas mais intensas.

Cumulus (CU)

- Nuvens isoladas, geralmente densas e de contornos bem definidos, desenvolvendo-se verticalmente em forma de torres cuja parte superior, cheia de protuberâncias. Assemelha-se muitas vezes a uma "couve-flor".
- Quando iluminadas pelo sol são de um branco brilhante e sua base, relativamente sombria, é sensivelmente horizontal.
- Os Cumulus são constituídos basicamente por gotículas de água e, quando produzem precipitação isoladamente, é semelhante a ação de ducha.
- Na antiga classificação de nuvens em "famílias", ao invés de "estágios", os Cumulus eram classificados como "Nuvens de Desenvolvimento Vertical".



Cumulonimbus (CB)

- Nuvens densas e possantes, de considerável dimensão vertical, em forma de montanha ou de enormes torres. Uma de suas partes, pelo menos da região superior, é lisa, fibrosa ou estriada e quase sempre achatada, podendo desenvolver-se em forma de bigorna ou de um vasto penacho.
- Debaixo da base do CB, frequentemente muito escura. Existem normalmente nuvens esgarçadas, soldadas ou não a ela.
- Os Cumulonimbus são constituídos por gotículas de água e, principalmente, em sua região superior, por cristais de gelo. Podem conter gotas grossas de chuva e flocos de água-neve, granizo ou saraiva. As gotículas de água e as gotas de chuva podem estar super-resfriadas.
- As dimensões horizontal e vertical dos Cumulonimbus são tão grandes, que a forma característica da nuvem só é visível quando observada a uma distância suficientemente grande.





Tower Cumulus

- Estágio intermediário entre cumulus e cumulus nimbatus.
- Forte desenvolvimento vertical
- Apresenta atividade convectiva forte.
- Forte instabilidade
- Corresponde a fase de maturidade da trovada.
- Não apresenta bigorna.
- Pode evoluir para um CB ou não.



OUTRAS NUVENS

Nuvens lenticulares

- Lenticulares são nuvens de levantamento orográfico que tem uma aparência de lentes.
- Elas formam-se quando ar úmido passa sobre montanhas. As vezes, este ar forma-se em ondas.
- Nuvens lenticulares formam-se no lado sotavento das montanhas, nas cristas das ondas. Mas os cavados permanecem sem nuvens.
- Elas freqüentemente formam-se uma acima da outra, como uma pilha de panquecas.
- Quando observadas numa distância, nuvens lenticulares podem ter uma aparência de discos voadores, especialmente à noite.
- A maioria de reportes sobre discos voadores ocorre nas regiões montanhosas, quando nuvens lenticulares são presentes. As nuvens comuns de tipo lenticulares incluem altocumulus lenticulares e stratocumulus lenticulares.



Mammatus

- São protuberâncias redondas luminosas no lado debaixo das nuvens, que tem uma aparência de ubres bovinos.
- Estas nuvens formam-se em ar descendente, em contraste da maioria das nuvens discutidas que se formam em ar ascendente.
- Freqüentemente, mammatus formam-se no lado debaixo de uma nuvem cumulonimbus e são observadas geralmente depois da passagem de uma trovoadas severa.
- Mammatus também podem desenvolver-se debaixo de nuvens cirrus, cirrocumulus, altostratus, altocumulus, e stratocumulus.



Trilhas de Condensação

- As Trilhas de Condensação são linhas finas de nuvens que se formam nos rastros dos aviões em altitudes altas.
- Estas nuvens são resultado da condensação do vapor de água emitido pelos motores.
- Necessitamos mistura suficiente entre as descargas quentes de gás e o ar frio para produzir saturação.
- Rastros de condensação dispersam-se rapidamente quando a umidade relativa do ar ao redor é baixa. Mas, numa atmosfera úmida, podem permanecer por muitas horas.
- Rastros de condensação também podem formar-se pelo processo de resfriamento, ou seja, quando a pressão mais baixa produzida pelo ar flutuando acima da asa causa o resfriamento do ar.
- Freqüentemente, rastros de condensação espalham-se em nuvens cirrus pelos ventos altos.





HIDROMETEOROS E LITOMETEOROS

Os hidrometeoros são os fenômenos atmosféricos formados pelo elemento água. Eles começam na formação do vapor d'água, passam pelas nuvens e nevoeiros, pelas formas de precipitação como chuva, chuvisco, neve e outros, e pelas formas depositadas como o orvalho, a geada, etc.

De um modo geral, os hidrometeoros classificam-se em dois grandes grupos: os que se precipitam e os que se depositam.

Os litometeoroos são os fenómenos atmosféricos resultantes do transporte de materiais sólidos, com exceção do gelo, através da atmosfera.

Precipitação:

A precipitação de um ou de vários hidrometeoros se dá quando em uma nuvem, não podendo mais conter o excesso de umidade condensada ou sublimada, seus elementos caem por ação da gravidade.

Hidrometeoros PRECIPITANTES:

- Chuva
- Chuvisco
- Granizo
- Neve

Chuva

- Gotas de água visivelmente separadas, que caem de certas nuvens, devendo ter um diâmetro mínimo de 0,5 mm.

Chuvisco

- São gotículas de água com diâmetro inferior a 0,5 mm e uniformemente dispersas.
- Ao se precipitarem as gotas parecem flutuar no ar acompanhando o sopro da brisa.
- Precipitam-se de nuvens stratus e muitas vezes são acompanhados de nevoeiro.

Neve

- Grãos brancos, opacos e redondos, de dois a cinco milímetros de diâmetro.
- São quebradiços, compressíveis e, quando caem à superfície, normalmente despedaçam-se.

Granizo

- Grão de gelo geralmente translúcido, redondo ou cônico, que caem das nuvens Cumulonimbus.

Hidrometeoros que se DEPOSITAM:

- Escarcha
- Orvalho
- Geada

Escarcha

- Camadas brancas de cristais de gelo depositadas principalmente em superfícies verticais nas portas e arestas de objetos sólidos.

Orvalho

- Gotas d'água, depositadas por condensação direta do vapor d'água em contato com superfícies horizontais esfriada pela radiação noturna.

Geada

- Cristais de gelo fino, em forma de agulhas ou escamas, depositadas por sublimação direta do vapor d'água, em condições semelhantes às do orvalho, exceto pelas temperaturas da superfície e do ar, que dever estar iguais ou inferiores a 0° C.

TIPOS DE LITOMETEOROS

- Névoa seca
- Fumaça
- Poeira

Névoa seca

- A névoa seca resulta da decomposição da luz solar ao atravessar as camadas com grande concentração de poeira levantada pelo vento, de fumaça lançada por chaminés, ônibus, automóveis ou provenientes das queimadas durante os meses sem chuva.
- A névoa seca reduz a visibilidade horizontal para até 1.000 m. Em geral, produz um véu uniforme sobre a paisagem, modificando-lhe as cores.
- Quando observada em direção a um fundo escuro, como montanhas, a névoa apresenta-se em uma tonalidade avermelhada e com fundo claro. Com o Sol e nuvens no horizonte, apresenta-se em amarelo alaranjado ou vermelho, dependendo do ângulo solar e da concentração das partículas.



Fumaça

- É a presença no ar, de forma concentrada, de minúsculas partículas resultantes de combustão incompleta.
- Quando perto da origem, pode ser distinguida pelo cheiro característico.
- O disco da Lua ou do Sol, quando próximo ao horizonte e visto através da fumaça, apresenta-se extremamente amarelado.
- Vista de grandes distâncias, a fumaça distribui-se uniformemente pelo ar superior difundindo uma tonalidade cinzenta ou azulada. Nos grandes centros urbanos, no entanto, as cores difundidas pela fumaça podem ser marrom, cinzaescuro ou negro, dependendo do horário e do fundo.
- O termo "fumaça" somente pode ser empregado quando a visibilidade horizontal for inferior a 1.000 m.



Poeira

- É resultante da presença, em tamanhos diminutos, de partículas sólidas, em suspensão nas camadas inferiores da atmosfera tais como argila ou areia fina, uniformemente distribuídas.
- Em vista da decomposição da luz solar, os objetos distantes adquirem uma tonalidade cinzenta ou bronzeada e o disco solar apresenta-se pálido ou, quando muito, em tom amarelo.
- Em altitude, a poeira vindas de grandes distâncias pode dar uma aparência acinzentada ao céu ou reduzir-lhe a cor azulada. O termo "poeira" somente pode ser empregado quando a visibilidade horizontal for inferior a 1.000 m.





NEVOEIRO

TIPOS DE NEVOEIRO

- Nevão de Radiação
- Nevão de Advecção
- Nevão de Evaporação
- Nevão Frontal
- Nevão Orográfico
- Nevão Marítimo.

CARACTERÍSTICAS:

- O nevoeiro é um hidrometeoro formado pela condensação do vapor d'água nos níveis inferiores da atmosfera, colado à superfície e reduzindo-lhe a visibilidade horizontal a valores inferiores a 1.000 m.
- Formado à semelhança da névoa úmida, o nevoeiro diferencia desta pela visibilidade, que é inferior a 1.000 m, e pela umidade relativa, que já se aproxima dos 100%.
- Gotículas de água, extremamente pequenas, parecem flutuar quando o nevoeiro se intensifica. Verticalmente, a visibilidade fica extremamente reduzida, não permitindo a identificação de qualquer nuvem, a torna invisível.
- No entanto, quando a camada de nevoeiro é excessivamente tênue, ocorre o que se denomina "nevão de superfície", ficando o céu em condições visíveis.
- Normalmente, a formação de névoa úmida precede a formação de nevoeiro, reduzindo gradativamente a visibilidade e sucedendo a ele após sua dissipação.
- Os processos físicos responsáveis pela formação do nevoeiro são, basicamente, dois: incorporação de água à atmosfera, por meio da evaporação e/ou redução gradativa da temperatura ambiente, até atingir o ponto de saturação.

Nevão de Radiação

A perda de calor pela radiação da superfície terrestre resulta, freqüentemente na saturação do ar atmosférico que se encontra próximo ao solo. Principalmente nos meses de Outono e Inverno, da saturação do ar atmosférico dos níveis mais baixos, que ocorre mais comumente à noite ou de madrugada, resulta o desenvolvimento de nevoeiros de radiação.

Nevão de Advecção

Um outro processo de desenvolvimento do nevoeiro é o que resulta do movimento horizontal do ar quente e úmido sobre superfícies frias. Evidentemente, os elementos determinantes desse processo são os núcleos higroscópicos e a umidade do ar que sofrerá a saturação. Quando o ar quente e úmido de uma região advectivamente passar por sobre uma superfície mais fria, esta o saturará e, provavelmente, o nevoeiro de advecção se formará. Quando a camada quente e úmida estiver ligeiramente turbulenta, devido:

Ao movimento mais intenso do ar, a camada de nevoeiro será bastante espessa, o que caracterizará esta formação como um tipo muito persistente e

de difícil dissipação, inclusive podendo conviver com camadas de nuvens estratificadas.

Nevão Marítimo:

Nas regiões litorâneas, o ar marinho, quente e úmido, sopra e incrementa a umidade no continente, provocando a formação de nevoeiro de advecção à noite, quando o solo se resfria suficientemente.

Sobre os oceanos, o nevoeiro de advecção ocorre quando correntes marítimas quentes estão adjacentes a correntes marítimas muito frias, provocando o Nevão de Evaporação érmico, capaz de condensar a umidade do ar.

Nevão de Evaporação

Geralmente nas tardes de verão, após uma tempestade repentina, a chuva fria sobre superfícies quentes provoca evaporação súbita e o consequente resfriamento do solo.

A saturação resultante da queda de temperatura pode dar origem a esta espécie de nevoeiro.



Se o ar da superfície estiver fluindo em movimento laminar, o nevoeiro poderá ocorrer; se, por outro lado, o movimento for turbulento, o mais provável será a formação de nuvens estratiformes.

Nevoeiro Frontal

A superfície fria de uma região afetada por um sistema frontal poderá, em ação conjunta com a precipitação saturar e condensar o meio ambiente e dar origem a esta espécie de nevoeiro. Se o sistema for do tipo frio, o Nevão formado será denominado "pós-frontal"; se do tipo quente, "pré-frontal", por ocorrerem somente no interior da massa polar.

Nevoeiro Orográfico.

Numa atmosfera estável, o ar úmido pode ser forçado a ascender por encostas de montanhas e dar origem ao nevoeiro de encosta.

Obs: "orográfico", cuja saturação tem como causa o resfriamento adiabático do ar ascendente.

REVISÃO

Características de nuvens de desenvolvimento horizontal e vertical:

Composição de nuvens de estado médio:

Nuvem caracterizada pelo aparecimento de halo:

Nuvem de estágio alto que indica ventos fortes e instabilidade

Diferença entre nuvem e nevoeiro

Percentual de umidade em névoa seca

Nuvens encontradas em encostas de montanhas que revelam instabilidade

Nuvem de caráter acinzentado que pode ser encontrada em estágio médio ou baixo

Voando em regiões com CBs, o que se pode esperar do voo?





RESTRIÇÕES À VISIBILIDADE

Para a aviação, o grau de transparência da atmosfera é, ainda hoje, fator fundamental de segurança das operações de pouso e decolagem.

Não que o fenômeno em si possa colocar em risco o pouso ou a decolagem, mas as limitações dos equipamentos existentes a bordo da maioria das aeronaves e nos principais aeródromos ainda exigem do piloto manobras manuais, dependentes da visibilidade.

Fenômenos que Restringem a Visibilidade

Apesar de alguns poucos fenômenos meteorológicos, de interesse aeronáutico, ocorrerem sem afetar a visibilidade do ar, a maioria deles restringe essa visibilidade, são os hidrometeoros ou higrometeoros e os litometeoros.

Tipos de Visibilidade

- Visibilidade Horizontal
- Visibilidade Oblíqua
- Visibilidade Vertical
- Alcance visual da Pista (RVR)

Visibilidade Horizontal

Para as operações de pouso e decolagem, as informações da visibilidade horizontal, em superfície, são fornecidas pelo Serviço de Meteorologia.

Considera-se o "menor valor" observado, em incrementos de 100 em 100 m, até 5.000 m.

A partir daí, em incrementos de 1.000 em 1.000 m. A visibilidade em superfície será considerada "zero", quando for menor que 100 m. Em aeródromos de maior importância operacional, a visibilidade sobre o eixo da pista de pouso poderá ser medida por meio do "visibilômetro" ou "RVR" (Runway Visual Range), desde que inferior a 2.000 m.

Visibilidade Oblíqua

É a visibilidade experimentada por um piloto quando, na trajetória de planeio de aproximação para pouso por instrumentos, ele pode ver os auxílios de aterrissagem no umbral da pista. Esta informação não é fornecida pelo Serviço de Meteorologia.

Visibilidade Vertical

Visibilidade vertical é dada de 30 em 30 metros até um máximo de 300 metros. Ex: VV003= visibilidade vertical de é de 300 pés ou 90 metros.

Alcance visual da pista

É mais conhecido como **RVR** ou **AVP** é a visibilidade que é fornecida no momento do pouso ou no momento da decolagem quando a aeronave encontra-se sobre a pista. Este valor é incluído no boletim meteorológico (METAR) que é uma observação meteorológica.

Obtenção da visibilidade pode ser: [visualmente](#) ou [eletronicamente](#):

Visibilidade visual

É estimada com auxílio de cartas de visibilidade. EX: a observação feita pelo meteorologista de hora em hora para confeccionar o código Metar.

Visibilidade Eletrônica

É obtida pelo um instrumento chamado de visibilômetro que está instalado próximo da cabeceira dos aeroportos e também é usada para medir a visibilidade predominante de cada pista.

AVP ou **RVR** (runway visual Range): Este equipamento manda raio de luz um para o outro de uma cabeceira a outra.

FATORES AGRAVANTES DA VISIBILIDADE

A estabilidade do ar é o fator determinante da intensidade e do tipo de restrição da visibilidade. O ar estável dificulta a dispersão das partículas sólidas (litometeoros) diluídas no ar, facilitando, portanto, a sua concentração nos níveis inferiores. Logo, a redução da visibilidade do ar será tanto maior, quanto mais estável estiver a camada atmosférica considerada.

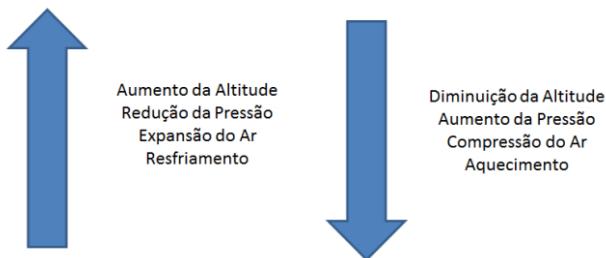




PROCESSO ADIABÁTICO

Na atmosfera, à medida em que uma parcela de ar se eleva, vai encontrando pressões atmosféricas externas cada vez menores e, consequentemente, irá se expandindo proporcionalmente à variação dessa pressão, provocando resfriamento por expansão. Se esta parcela desce, encontra pressões maiores e ocorre a compressão.

Se a expansão e a compressão ocorrerem sem troca de calor com o meio ambiente, se diz processo adiabático.



TRANSFORMAÇÕES ADIABÁTICAS

Razão Adiabática Seca (fora da nuvem) – RAS

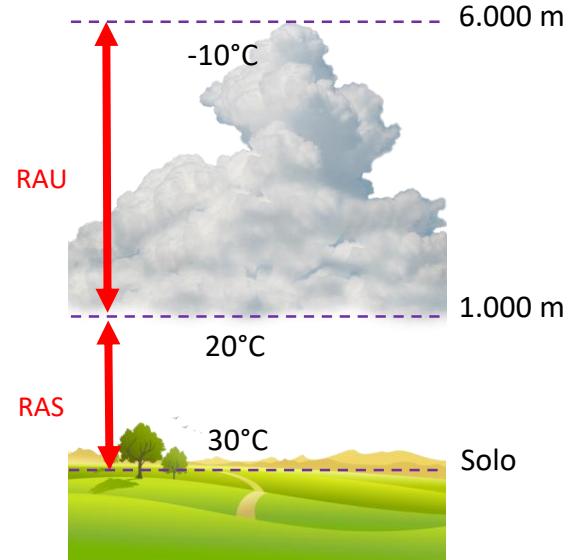
Variação da temperatura sofrida por uma parcela de ar seco (da superfície até a base da nuvem), onde a variação da temperatura é de 1°C para cada 100 metros.

Razão Adiabática Úmida (dentro da nuvem) – RAU

É o processo adiabático de uma parcela de ar saturada (da base ao topo da nuvem), onde a variação da temperatura é de $0,6^{\circ}\text{C}$ para cada 100 metros. O valor da razão adiabática úmida é menor porque quando há condensação do vapor de água há a liberação de calor.

Dessa forma a temperatura não sofre uma queda de $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ pois parte do calor liberado pela condensação é somado, o que resulta em uma variação menor. Gradientes térmicos com valores superiores a $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$, isto é, maiores que a razão adiabática seca são chamados “superadiabáticos”.

O valor máximo é de $3,42^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ e recebe o nome de gradiente autoconvectivo. Da mesma forma que a temperatura resfria $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ou $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ a temperatura do ponto de orvalho resfria na razão de $0,2^{\circ}/100\text{m}$.



Nível de Condensação Convectiva - NCC

À medida que uma parcela de ar se eleva, vai se resfriando adiabaticamente e a diferença entre sua temperatura e a temperatura do ponto de orvalho irá diminuindo de modo gradual.

Da mesma forma que a temperatura decresce na razão de $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$, a temperatura do ponto de orvalho decresce na razão de $0,2^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. Quando a diferença dos dois valores torna-se nula, isto é, quando as duas temperaturas se igualam, a parcela de ar se satura e, a partir daí, começa a condensação do vapor de água e a consequente formação de nebulosidade convectiva.

Sabendo que:

- Adiabaticamente Seco – $1^{\circ}/100\text{m}$
- Adiabaticamente Úmido - $0,6^{\circ}/100\text{m}$
- Ponto de Orvalho – $0,2^{\circ}\text{C}/100\text{m}$

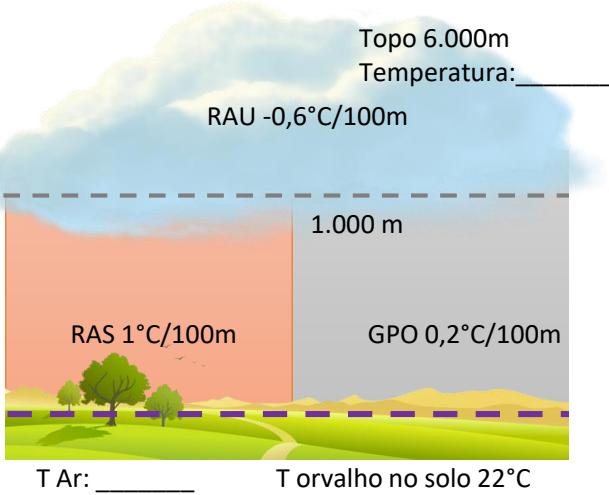
É possível calcular!

Para resolução de exercícios, considerar:

- Fora da nuvem – adiabaticamente seco ($1:100$)
- Dentro da nuvem – adiabaticamente úmido ($0,6:100$)

Exemplo 1: Exercício Resolvido

AULA 10 – Processo Adiabático



Nível de Condensação Convectiva - NCC CÁLCULO DA TEMPERATURA DO ORVALHO NA BASE

$$1000 \times 0.2/100 = 2^{\circ}\text{C}$$

$$22 - 2^{\circ}\text{C} = 20^{\circ}\text{C}$$

T orvalho na nuvem: 20°C

T ar na nuvem: 20°C

CÁLCULO DA TEMPERATURA DO AR NO SOLO

$$1 \times 1000/100 = 10^{\circ}\text{C}$$

$$20^{\circ}\text{C} + 10^{\circ}\text{C} = 30^{\circ}\text{C}$$

T Ar no solo = 30°C

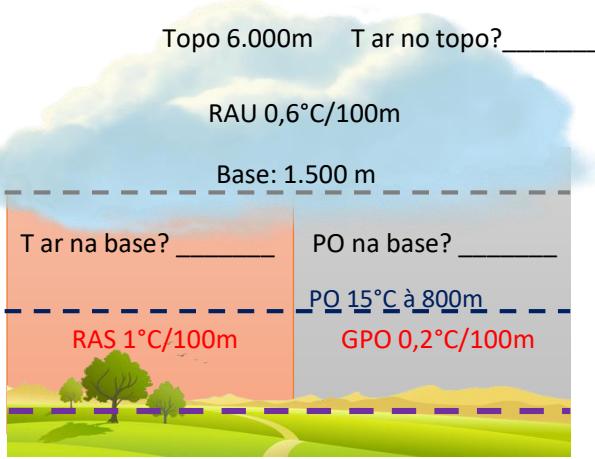
CÁLCULO DA TEMPERATURA NO TOPO

$$6000 - 1000 = 5000 \times 0.6/100 = 30$$

$$20 - 30 = -10^{\circ}\text{C}$$

É IMPORTANTE SEMPRE DESENHAR O EXERCÍCIO E SINALIZAR A RAU/RAS/GPO E ESTABELECER UM PADRÃO PARA RESOLUÇÃO!

Exemplo 2: Exercício Resolvido



QUAL O PONTO DE ORVALHO NA BASE DA NUVEM:

$$1500-800=700\text{m}$$

Varição em 700m – $0,2(700:100)$

$$0,2 \times 7 = 1,4^{\circ}$$

$$15-1,4 = 13,6^{\circ}\text{C}$$

TEMPERATURA DO PO NA BASE: $13,6^{\circ}\text{C}$

Temperatura no solo:

$$\text{Variação } 1 (1500:100) = 15^{\circ}\text{C}$$

$$13,6+15^{\circ} = 28,6^{\circ}$$

TEMPERATURA A 4.000M DENTRO DA NUVEM:

$$4000-1500=2.500\text{m}$$

Variação = $0,6 (2500:100)$

$$0,6 \times 25$$

$$15-13,6-15 = -1,4^{\circ}\text{C}$$

É POSSÍVEL A PARTIR DESSES VALORES, GERAR UMA FÓRMULA PARA CÁLCULO DE BASE DE NUVEM!

A Altura deste nível será aquela da nebulosidade convectiva.

Fórmula:

$$\mathbf{H = 125 (T - Td)}$$

H = Altura da base da nuvem em metros

T = temperatura à superfície

Td = temperatura do ponto de orvalho à superfície

Exemplo: Temperatura de 30°C e ponto de orvalho de 22°C , ou seja $30/22$. A base da nebulosidade convectiva estará:

$$H = 125 (30 - 22)$$

$$H = 125 \times 8$$

$$H = 1.000 \text{ m}$$

Este método somente é aplicado às nuvens de correntes convectivas

EQUILÍBRIO DA ATMOSFERA

A atmosfera real possui gradiente térmico que varia desde valores negativos (inversão térmica) até um valor máximo de $3,42^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. A comparação do valor do gradiente térmico da atmosfera com o valor da razão adiabática determinará a condição de equilíbrio.

Equilíbrio Instável

Gradiente térmico do ar ambiente é maior que a razão adiabática seca. Ex.: $1,5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$.

Equilíbrio Estável

Gradiente térmico do ar ambiente é menor que a razão adiabática seca. Ex.: $0,5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$.

Equilíbrio Neutro ou indiferente

Gradiente térmico do ar ambiente é igual à razão adiabática seca. Ex.: $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$.



Estabilidade ou Instabilidade Condisional

Quando o gradiente térmico for maior que a razão adiabática seca, o ar será instável. Da mesma forma, quando for menor que a razão adiabática úmida, o ar será estável.

O equilíbrio condicional é determinado quando uma parcela de ar se eleva dentro de um ar com gradiente entre a razão adiabática úmida e a razão adiabática seca.

Exemplo:

Gradiente térmico do ar ambiente desde a superfície até o topo da nuvem é de $0,8^{\circ}\text{C}/100\text{m}$.

Neste exemplo, da superfície até a base da nuvem o gradiente de $0,8^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ é menor que a razão adiabática seca, caracterizando o equilíbrio estável. Dentro da nuvem o gradiente de $0,8^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ é maior que a razão adiabática úmida, caracterizando o equilíbrio instável.

A principal característica deste tipo de atmosfera é a formação de nuvens stratocumulus.

Instabilidade Absoluta ou Mecânica

Quanto maior for o gradiente térmico do ar ambiente maior será o grau de instabilidade da atmosfera.

A instabilidade que ocorre com o gradiente autoconvectivo ($3,42^{\circ}\text{C}/100\text{m}$), considerado o gradiente máximo, provoca o maior grau de instabilidade denominada instabilidade absoluta.

Com o gradiente autoconvectivo o ar torna-se muito mais frio acima da superfície provocando afundamento pelo peso e o ar superaquecido e bem mais leve à superfície sobre com violência originando fenômenos meteorológicos violentos, tais como: tornado tromba-d'água, etc.

Para resolução de exercícios, considerar:

- Ar Seco → Estável → Mais denso
- Ar úmido → Instável → Menos denso

CONDIÇÕES DE TEMPO ASSOCIADAS AO EQUILÍBRIO

INSTABILIDADE

- Correntes ascendentes
- Nuvens cumuliformes
- Precipitação de caráter de pancadas
- Visibilidade irrestrita
- Turbulência Pressão baixa

ESTABILIDADE

- Nuvens estratificadas
- Precipitação leve e contínua
- Visibilidade restrita
- Ausência de turbulência
- Pressão alta



AULA 11 - Processo Adiabático – Exercícios



1) Sabendo-se que a nuvem encontra-se a 1000m do solo e que temperatura do ponto de orvalho no solo é 13°C. Qual a temperatura na base da nuvem?

Gabarito: 11°C

2) Sabendo-se que a temperatura no solo é 18°C e que há uma nuvem a 1000m, qual a temperatura na base da nuvem?

Gabarito: 8°C

3) Sabendo-se que a temperatura na base de uma nuvem a 2000 pés é 3°C, qual a temperatura do ar no solo?

Gabarito: 9°C

4) O METAR informa que a temperatura do ponto de orvalho em uma determinada região é 20°C e que a base da nuvem se encontra a 900m de altura. Qual a temperatura do ponto de orvalho na base da nuvem? Qual a temperatura no solo? Sabendo que a nuvem possui 1500m de espessura, qual a temperatura no topo?

Gabarito: Importante lembrar para a resolução do exercício que a temperatura do orvalho dada no metar se refere a temperatura no orvalho no solo; na pista. Temperatura do orvalho na base da nuvem: 18.2°C Temperatura do ar no solo: 27,2°C Temperatura no topo 9.2°C

5) Sabendo-se que no topo da nuvem a temperatura é de -15°C e que a nuvem possui 600m de espessura e está a uma altura de 2000 pés, qual a temperaturana base da nuvem e no solo?

Atenção: o exercício está dando a altura da nuvem em pés, é preciso transformar em metros para incluir na regra de três; ou seja, 2000 pés = 600m Temperatura na base da nuvem: -11.4°C Temperatura no solo: -5.4°C

6) Sabendo-se que a temperatura na base da nuvem é -2°C e que a nuvem possui 1500m de espessura. Qual a temperatura no topo da nuvem? Qual a temperatura no solo?! E qual a temperatura do ponto de orvalho no solo?! Considere a altura da nuvem de 800m.

Gabarito Temperatura no topo -11°C Temperatura no solo 6°C Temperatura do orvalho no solo - 0.4°C

AULA 11 - Processo Adiabático – Exercícios



Faça os exercícios acima sem olhar a resolução

Consulte a resolução APENAS se não encontrar o gabarito correto.

Se ainda assim restarem dúvidas, basta enviar a sua dúvida pelo botão da plataforma!

RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIOS

1) Usando-se a regra de 3 básica, usando a variação do ponto de orvalho, descobre-se a temperatura do orvalho na base da nuvem. Sabe-se que na base, o ponto de orvalho é igual a temperatura do ar, portanto, descobre-se o que o exercício pede.

Obs: -2 porque estamos subindo, logo a variação precisa ser diminuída.

$$0.2 \text{ ---- } 100\text{m}$$

$$X \text{ ----- } 1000\text{m}$$

$$X = 2$$

$$13 - 2 = 11^\circ\text{C}$$

2) Usando-se a regra de 3 básica, usando a variação RAS chega-se na variação da temperatura do ar, a qual deve ser reduzida do valor do ar no solo, obtendo-se o resultado.

$$1 \text{ --- } 100\text{m}$$

$$X \text{ ---- } 1000\text{m}$$

$$X = 10$$

$$18 - 10 = 8^\circ\text{C}$$

3) Aqui, antes de tudo, precisa perceber que a altitude da nuvem está em PÉS, logo, antes de tudo precisa-se transformar os 2000 pés em metros, sabemos que 1000 pés são 300m, logo, 2000 pés são 600m. A partir dessa resolução, basta aplicar a fórmula; lembrando de SOMAR o valor, pois agora está se partido da base da nuvem para o solo, ou seja, descendo, logo, a temperatura aumenta pelo padrão.

$$2000 \text{ pés ----- } 600\text{m}$$

Logo:

$$1 \text{ ---- } 100\text{m}$$

$$X \text{ ---- } 600\text{m}$$

$$X = 6$$

$$3 + 6 = 9^\circ\text{C}$$

4) Aqui precisa se atentar que a temperatura do METAR é sempre a temperatura no SOLO, logo a temperatura do orvalho no solo é de 20°C. Para descobrir os demais dados, é preciso primeiro, descobrir a temperatura do orvalho na base da nuvem.

$$0.2 \text{ ---- } 100\text{m}$$

$$X \text{ ----- } 900\text{m}$$

$$X = 1.8$$

$$20 - 1.8 = 18.2 \text{ (temperatura do ponto de orvalho na base da nuvem)}$$

Essa também é a temperatura do ar, pois sabemos que na base da nuvem a temperatura do orvalho é sempre IGUAL a temperatura do ar, não é mesmo?

Agora, vamos descobrir a temperatura no topo da nuvem e no solo:

Topo da nuvem – a nuvem possui 1500m de espessura, então, basta-se aplicar a RAU (lembre-se de usar a úmida pois agora você está DENTRO da nuvem)

$$0.6 \text{ ---- } 100\text{m}$$

$$X \text{ ---- } 1500\text{m}$$

$$X = 1500 \times 0.6 / 100 = 9$$

$$18.2 - 9 = 9.2^\circ\text{C} \text{ (temperatura no topo da nuvem)}$$

Agora vamos a temperatura no solo. Voltamos a temperatura encontrada na base da nuvem de 18.2, aplicamos a RAS (porque estamos agora FORA da nuvem) e somamos esse valor (pois estamos descendo) para obter a temperatura do ar no solo:

$$1 \text{ ---- } 100\text{m}$$

$$X \text{ ---- } 900\text{m}$$

$$X = 900 \times 1 / 100 = 9$$

$$18.2 + 9 = 27.2$$

5) Neste problema temos novamente o mesmo pega ratão anterior, a altura da nuvem está em PÉS, então, logo de cara, precisamos transformar isso em METROS para aplicar as regras de três, antes que esqueçamos desse detalhe!

Sabemos que 1000 pés são 300m, logo 2000 pés são 600m. Então, no seu desenho, já substitua 2000 pés por 600m.

AULA 11 - Processo Adiabático – Exercícios



Vamos começar pelo dado que temos que é a temperatura do topo; aplicar a RAU (dentro da nuvem) e descobrir a temperatura na base da nuvem.

0.6 ---- 100m
X ----- 600m

$$X = 0.6 \times 600 / 100 = 3.6$$

Agora cuidado, a temperatura no topo é – (MENOS) 15, então somando-se 3.6, chega-se ao valor de – 11,4 °C na base da nuvem, ok?!



1 ---- 100m
X ----- 600m
X = 6

Agora cuidado novamente com os sinais!!!

A temperatura da base é – 11,4 + 6 = - 5,4!!!

6) Começamos aqui resolvendo com os dados que possuímos, logo, se temos a temperatura na base da nuvem, podemos descobrir no topo. Novamente CUIDADO COM OS SINAIS.

0.6 --- 100m
X ----- 1500m
X = 9
 $-2 - 9 = -11$

Perceba que a temperatura era -2 e temos que reduzir 9 graus, pois estamos subindo, logo temos - 11.

Temperatura no solo: usando-se a RAS

1 ---- 100m
X ----- 800m

X = 8
 $- 2 + 8 = 6$ (SOMA-SE porque estamos descendo, logo a temperatura aumenta)

Temperatura do orvalho no solo, usando-se a variação do ponto de orvalho:

0.2 ---- 100m
X ----- 800m

X = 1.6

$- 2 + 1.6 = 0.4$ (SOMA-SE porque estamos descendo, logo a temperatura aumenta)





TURBULÊNCIAS

Conforme sabemos, a atmosfera da Terra é uma mistura gasosa que acompanha a esfera sólida em todos os seus movimentos. Por se tratar de um sistema dinâmico, a atmosfera apresenta-se variável em muitos de seus aspectos.

Um deles é a irregularidade do movimento do fluxo de ar, resultante de vários fatores, tais como aquecimento diferenciado do solo e obstáculos naturais da topografia.

Esse movimento irregular do fluxo do ar, mais conhecido por turbulência, exerce efeito significativo no vôo. As reações de uma aeronave à turbulência dependem das diferenças da velocidade do vento adjacente, do tamanho e peso da aeronave, da superfície das asas e da altitude de vôo.

Quando passa rapidamente de um fluxo para outro, a aeronave sofre intensa mudança de velocidade. Obviamente, se o tempo de mudança for maior, a variação da velocidade da aeronave será menor, proporcionando maior suavidade aos "solavancos".

No entanto, o conhecimento antecipado das áreas de turbulência ajudará a evitar ou minimizar o desconforto e os perigos da turbulência.

CAUSAS DA TURBULÊNCIA:

Sob o ponto de vista hidrodinâmico, o movimento de um fluido pode ser "laminar" ou "turbulento".

Todavia, na atmosfera, é muito raro o movimento puramente laminar. Em realidade, por menor que seja, sempre haverá oscilações no movimento do ar, o que significa dizer que a turbulência é fator comum para a aviação.

Correntes Convectivas ou Termal, Turbulência Convectiva.

O gradiente térmico vertical da atmosfera, quando superior a $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, faz surgir, dentro e fora das nuvens, correntes verticais significativas capazes de interferir no movimento horizontal das aeronaves; quando no intervalo $0,6$ a $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, as correntes aparecem somente dentro das nuvens.



Evidentemente, quanto maior o gradiente, mais intensos serão os movimentos verticais, provocando efeitos de turbulência nos níveis mais baixos da Troposfera. A turbulência resultante desse processo recebe o nome de Turbulência Convectiva.

O topo das nuvens Cumulus define, aproximadamente, o limite superior dessas correntes. O vôo à baixa altura, principalmente nas aproximações para pouso, pode ser perigosamente afetado por turbulência convectiva, capaz de alterar a trajetória de aterrissagem e causar acidentes graves.

Turbulência mecânica ou de Solo

Tanto a topografia acidentada quanto as edificações podem provocar desvios no fluxo horizontal do ar atmosférico. Em geral, os efeitos dependem da altura desses obstáculos e da intensidade do vento pois, quanto mais acidentada a topografia e quanto mais forte o fluxo, mais intensa e mais alta será a Turbulência Mecânica ou de Solo.

Este tipo de turbulência é resultado da fricção do fluxo de ar sobre a superfície irregular, fazendo surgir remoinhos capazes de afetar níveis de até 1.000 metros de altura.





Ondas de Montanha (Turbulência Orográfica)

As ondas de montanha são fenômenos turbulentos resultantes da regularidade e da alta intensidade do fluxo de ar que sopra perpendicularmente a uma cordilheira.

A barlavento das montanhas, o ar é forçado a ascender enquanto que, a sotavento, é forçado a descer estendendo seus efeitos sobre o vale, em forma de ondas.

A turbulência resultante deste fenômeno é conhecida por Turbulência Orográfica.

Para existir ondas de montanhas são necessários alguns requisitos:

- componente do vento perpendicular à montanha de, pelo menos, 15 nós;
- intensa variação vertical do vento;
- intensa inversão da temperatura acima do topo das montanhas.
- Se essas condições ocorrerem simultaneamente a atmosfera, sobre a cordilheira, estará propícia à formação de ondas de montanha.

A turbulência orográfica se caracteriza pelos seguintes aspectos:

- tendência a debilitar-se a partir dos 10.000 pés acima do topo da cordilheira;
- possibilidade de formação de nuvens Nimbostratus ou Cumulonimbus a barlavento da cordilheira;
- possibilidade de formação de nuvens em forma de rolo no interior das cristas das ondas, indicando forte turbulência.
- possibilidade de formação de nuvens em forma de lente na parte superior das cristas, indicando turbulência moderada ou forte.

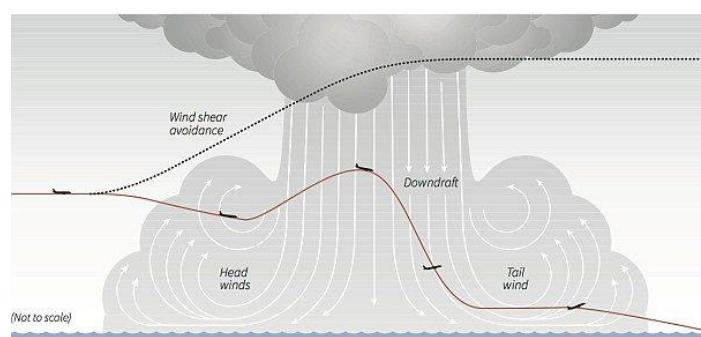


Cortante do Vento (Windshear)

Variações verticais ou horizontais do vento fazem aparecer forças de cortante capazes de provocar turbulência naqueles níveis.

Em geral, as variações mais importantes do vento, capazes de provocar turbulências muito fortes, são encontradas no interior da corrente de jato, na Tropopausa, e conhecidas por Turbulência em Ar Claro (CAT).

Nos níveis inferiores, todavia, as mais perigosas estão relacionadas com a presença de nuvens Cumulonimbus, provocando efeitos de cortante conhecidos por "Wind Shear" (tesoura de vento).





VENTOS

Deslocamento da ALTA para a BAIXA pressão → EQUILÍBIO!

Desenho:

Relembrando, no hemisfério SUL

ALTA PRESSÃO

Divergente
Anti-ciclone
Anti-horária
NOSE
Bom tempo
Vento Fraco
Estável

BAIXA PRESSÃO

Convergente
Ciclone
Horária
NESO
Mau tempo
Vento forte
Instável

- Os ventos que fluem equilibrados pela força do gradiente de pressão denominam-se **VENTOS BAROSTRÓFICOS**.
- A Força do Gradiente de Pressão é considerada a força motriz dos ventos.

FORÇA CENTRÍFUGA

→ Força que existe em função da **rotação DE QUALQUER CORPO**.

FORÇA DE ATRITO

→ Mudança da velocidade e direção do fluxo de vento próximo da superfície devido ao atrito com esta.

→ O atrito é influente até 600m (2.000 pés) denominado Nível de Gradiente.

Nível de Gradiente

Camada Limite → Solo até 100m → Vento de Superfície

Camada de transição → 100m a 600m → Vento Barostrófico

Camada Livre → Acima de 600m → Vento Geostrófico

Pressões diferentes são causadas por aquecimento desigual

POR QUE HÁ AQUECIMENTO DESIGUAL?

- Aquecimento diferente em latitudes diferentes
- Absorção desigual do calor
- Centros de Alta/Baixa
- Entrada de frentes

FORÇAS QUE ATUAM SOBRE OS VENTOS

- Força Gradiente de Pressão
- Força Centrífuga
- Força de Atrito
- Força Coriolis

FORÇA GRADIENTE DE PRESSÃO:

→ A variação da pressão no sentido horizontal, considerada sobre uma determinada distância, é chamada GRADIENTE DE PRESSÃO.

→ A força que desloca o ar no sentido das pressões mais baixas é denominada de FORÇA DO GRADIENTE DE PRESSÃO.

→ Essa força é que determina a velocidade com que o ar vai fluir. Essa força é diretamente proporcional à diferença de pressão e inversamente proporcional à distância entre as isóbaras.





FORÇA CORIOLIS

É uma força que desvia os ventos, devido a ROTAÇÃO TERRESTRE.

Como a Terra possui uma forma mais ou menos esférica, achatada nos pólos e dilatada no Equador e gira em torno de seu eixo norte-sul, todos os objetos na sua superfície estão sujeitos a uma força centrífuga.

Se não houvesse rotação, os ventos fluiriam horizontalmente apenas, mas como há rotação, a força centrífuga desvia o vento.

Coriolis → Desvia o fluxo de ar de formas diferentes nos hemisférios.

*ESQUERDA no Hemisfério Sul
DIREITA no Hemisfério Norte*

Devido a essas peculiaridades → Ventos adquirem características próprias em cada hemisfério.

DERIVAS

→ Voando de um centro de alta para um centro de baixa no hemisfério sul a deriva será para: ESQUERDA

→ Voando de um centro de alta para um centro de baixa no hemisfério norte a deriva será para DIREITA

Desenho:





CIRCULAÇÃO GERAL DOS VENTOS

Existe um grande centro de baixa pressão nas regiões equatoriais, em função do aquecimento.

Fluxo de ar:

Polos para o Equador → Superfície
Equador para os polos → Altitude

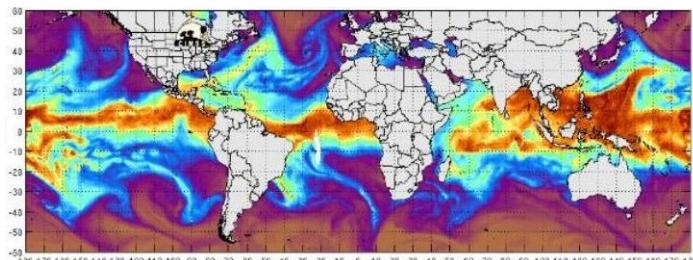
A circulação geral apresenta três aspectos:

- 1) Zona de convergência intertropical (ITCZ)
- 2) Circulação inferior até 20.000 pés
- 3) Circulação superior (acima de 20.000 pés)

1) Zona de Convergência Intertropical

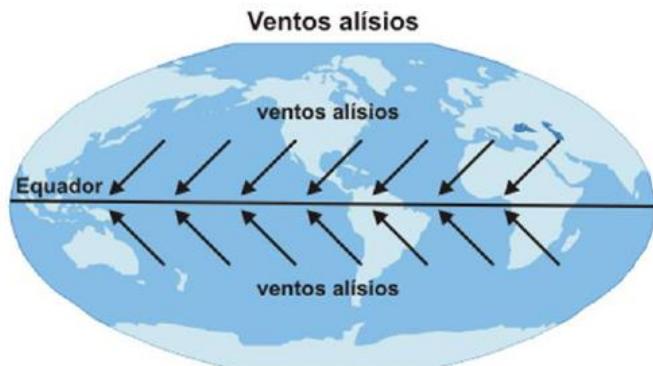
É um cinturão de atividades convectivas, onde há muitos cbs e linhas de instabilidade de alta intensidade.

Na escala planetária, tem a função de transmitir calor e umidade dos níveis inferiores para os níveis superiores.



2) Circulação inferior (até 20.000 pés)

No paralelo 30° de cada hemisfério existem centros de alta pressão estacionários, chamados anticíclogenios. As altas pressões desse cinturão fazem com que os ventos fluam para o equador – criando um fluxo de ar constante chamados ALISIOS.



ALISIOS PREDOMINANTES
Sudeste no Hemisfério Sul
Nordeste no Hemisfério Norte

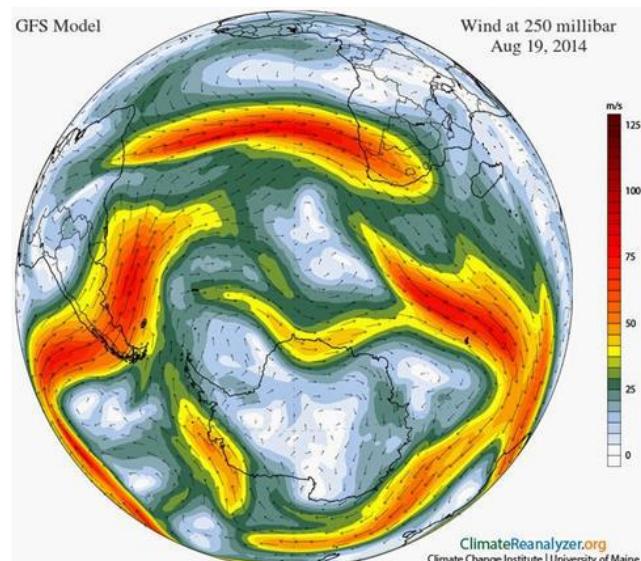
3) Circulação Superior (Acima de 20.000)

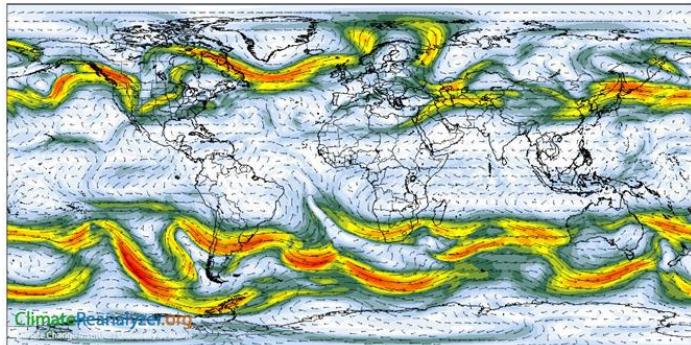
Apresentam direção predominante de Oeste devido a coriolis; podem ser destacados os seguintes ventos:

- 1) Corrente de Jato
- 2) Contra-alísios
- 3) Jatos de Leste
- 4) Vento Krakatoa
- 5) Vórtices Polares

CORRENTES DE JATO

- Corredores de fortes ventos.
- Semelhante as correntes marítimas, porém de vento.
- Ocorre nas quebras da tropopausa com a troposfera.
- Flui praticamente na mesma região de Oeste para Leste.
- Formado por diferença de temperatura do ar polar frio que se move para o equador que encontra o ar equatorial que está se movendo para os polos.





Características das correntes de jato:

- Largura: 400km a 500km podendo atingir até 7km.
- Velocidade: Mínima 50kt, representada na SIGWX a partir de 80kt.
- Intensidade: Mais intensa no outono e inverno e no inverno sobre os continentes.
- Direção: Oeste
- Ocorrência: Quabras da tropopausa
- Nebulosidade: nuvem mais associada é a cirrus e na base cirrocumulus.
- Turbulência: CAT

CONTRA ALISIOS

- São o retorno dos alísios, sobre as latitudes 5º e 15º.
- Hemisfério Norte: Sudoeste
- Hemisfério Sul: Noroeste

JATOS DE LESTE

- Ocorrem acima de 40.000 pés sobre latitudes equatoriais e tropicais e se propagam até 20º de latitude em cada hemisfério.
- Maior intensidade no verão (até 60kt).

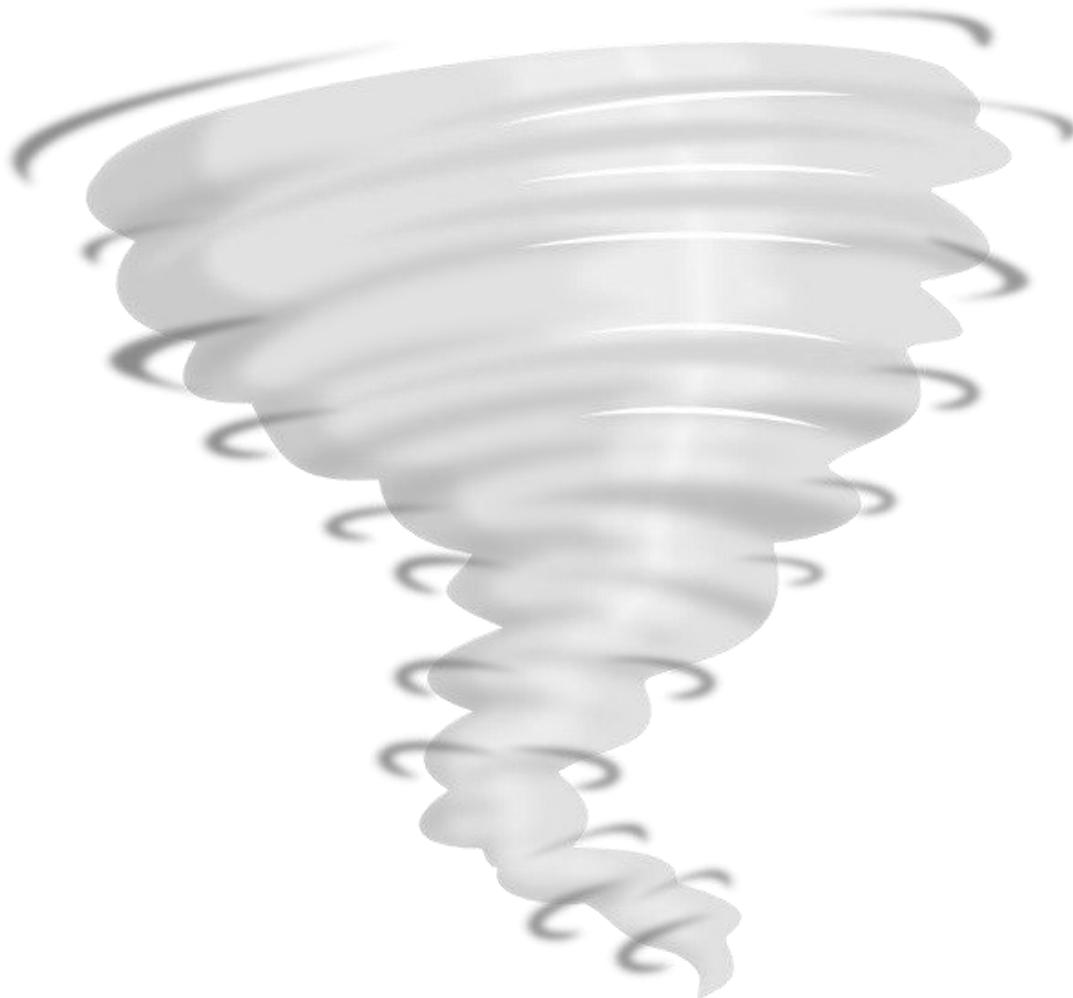
VENTOS KRAKATOA

Predominantes de Leste, acima da tropopausa com velocidades que podem ultrapassar 100kt.

VÓRTICES POLARES

A circulação nas latitudes maiores de ambos os hemisférios, acompanha a rotação da terra, de oeste para leste.

Movimento circular cria vórtices que geralmente acabam nos polos.



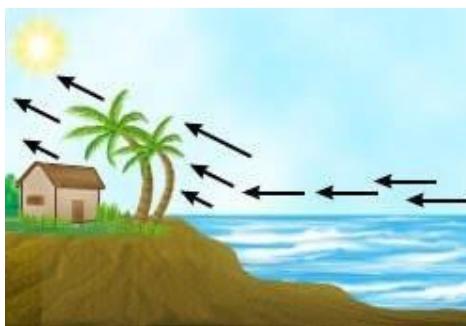


CIRCULAÇÃO SECUNDÁRIA OU REGIONAL DE VENTOS:

São perturbações de menor intensidade, dentro da circulação geral.

BRISA MARÍTIMA

- (Sopra do mar para a terra)
- Causada pelo aquecimento diurno
- Terra aquece mais rápido que o mar → Diferença de Temperatura → Diferença de Pressão → Brisa



BRISA TERRESTRE

- Causada pelo resfriamento noturno
- Terra resfria mais rápido que o mar
- Diferença de Temperatura → Diferença de Pressão → Brisa



Lembre-se: Diferença básica entre brisa marítima e brisa terrestre!

Brisa Marítima: do mar para terra de dia e é mais forte no verão do que no inverno.

Brisa Terrestre: da terra para o mar durante a noite e mais forte no inverno do que no verão.

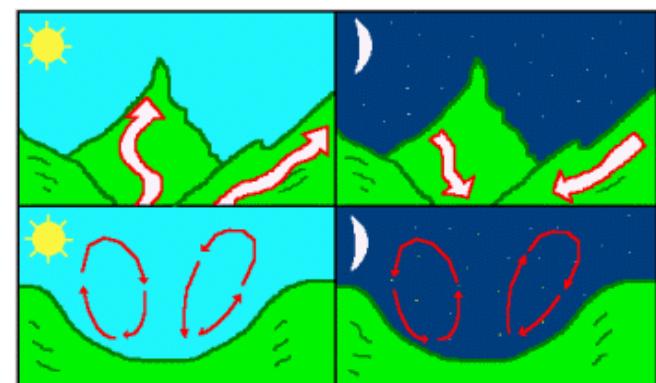
Brisas são ventos Barostróficos ou seja ventos de pequena distância.

VENTO DE VALE E MONTANHA

A origem destes ventos é ocasionada pela radiação solar diurna e pela radiação terrestre noturna.

VALE: O aquecimento diurno do fundo de vales e suas encostas, provoca o aquecimento do ar por contato, formando fluxos ascendentes de ar nas encostas, denominados de ventos de vales.

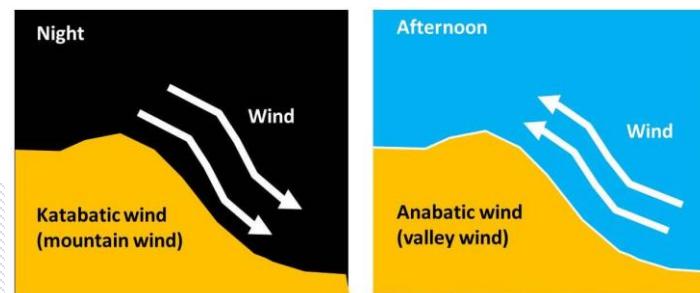
MONTANHA: O resfriamento noturno das montanhas e suas encostas, com o ar mais frio e mais denso, obriga o ar a descer as encostas, caracterizando assim, os ventos de montanhas.



VENTOS ANABÁTICOS E CATABÁTICOS

ANABÁTICOS: sobem as encostas das montanhas de dia. – Ar quente que sobe (diurno)

CATABÁTICOS: descem as encostas durante as noites. – Ar frio que desce (noturno)



The mountain cools down, the air becomes heavier so it descends.

The sun warms the mountain, the air is lighter and ascends

MONÇÕES

- São circulações termais que ocorrem em determinadas regiões do globo provocadas pela diferença de temperatura entre o mar e o continente.
- Idênticas as brisas, porém em larga escala.



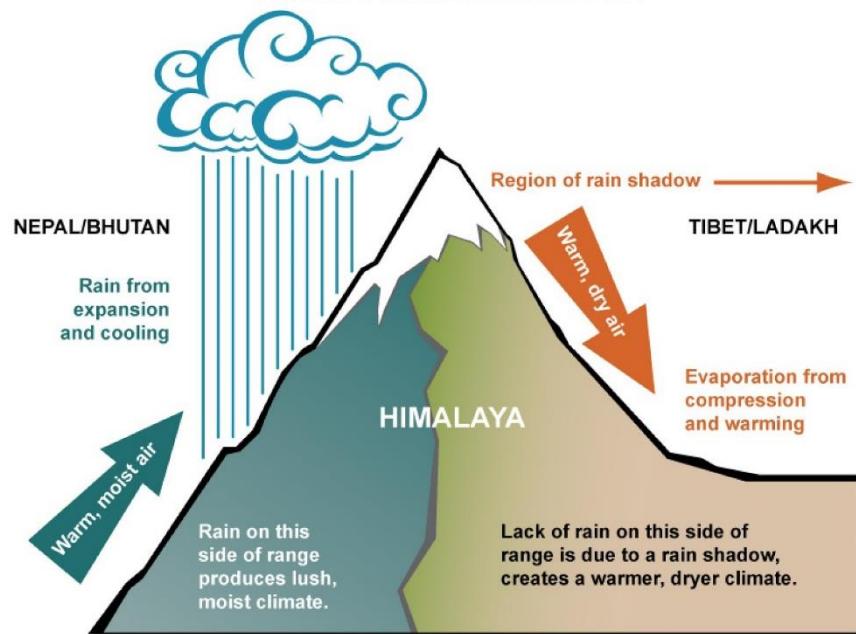
ASIAN SUMMER MONSOON

- DE VERÃO: Mar para a terra.

Devido ao aquecimento, o continente aquece mais que o mar e cria o movimento de ar úmido.

- DE INVERNO: Terra para o mar.

Devido ao resfriamento, o continente possui uma temperatura menor em relação à água, cria um movimento de ar seco.



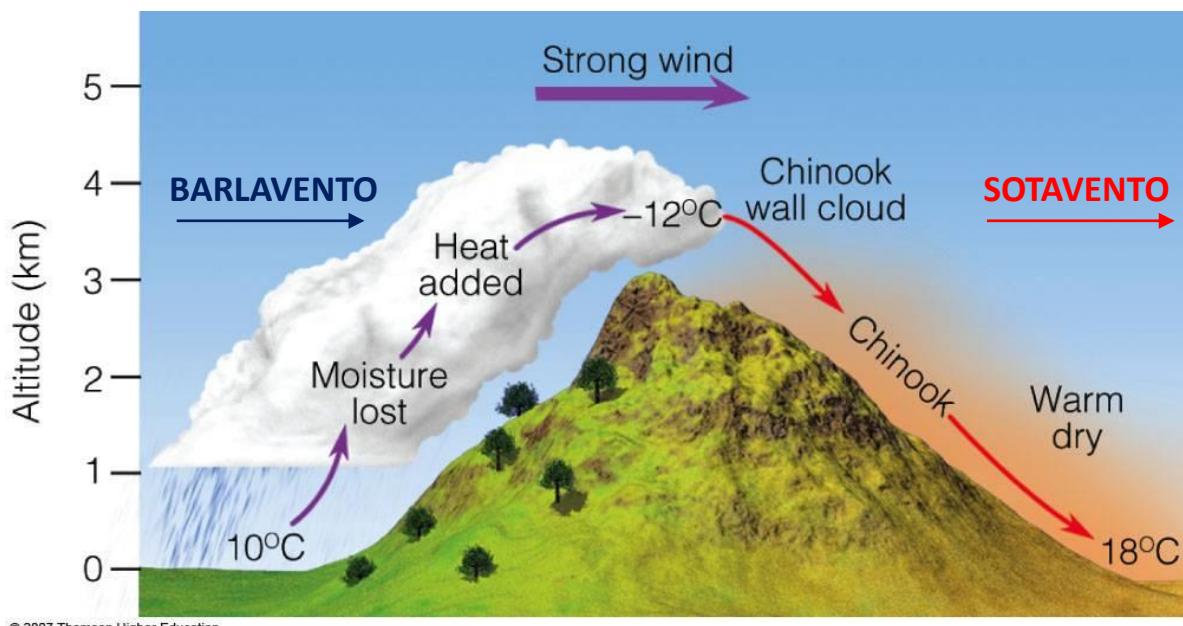
VENTO FOHN

A origem destes ventos é ocasionada pela radiação solar diurna e pela radiação terrestre noturna.

-Ventos que sopram perpendicularmente a uma montanha, são forçados a subir a barlavento e descem a sotavento.

-São ventos secos, pois geralmente a precipitação ocorre a barlavento.

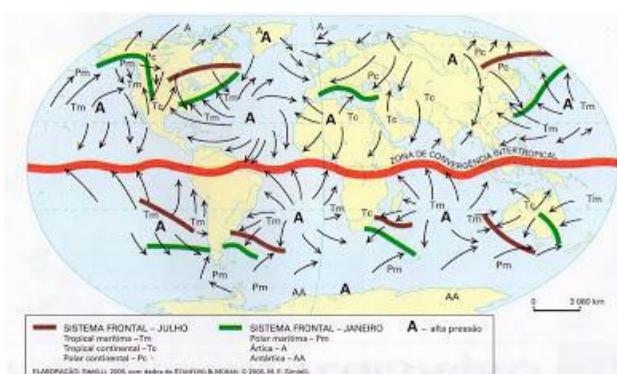
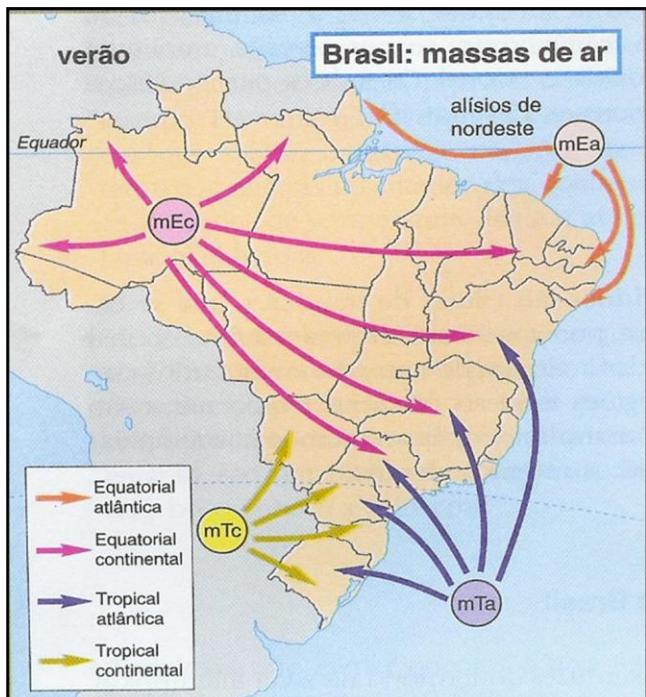
-Turbulência e nuvens lenticulares a sotavento.





MASSAS DE AR

- Massa de ar em repouso adquire as características do local onde ela se encontra.
- Características homogêneas de temperatura, pressão, umidade.
- Essa grande bolha desloca-se de acordo com os centros de pressão.



CLASSIFICAÇÃO

- Natureza
- Origem
- Temperatura

As massas de ar são designadas por uma letra minúscula, que define a

- **Natureza** - se marítima (m) ou continental (c)
- **Origem** - Equatorial (E), Tropical (T), Polar (P), Ártica (A) e Antártica (A).

Temperatura – quando se desloca para uma outra região apresenta diferença de temperatura.

- Se deslocando sobre uma região + fria → Massa de ar quente Letra w
 - Se deslocando sobre uma região + quente → Massa de ar fria Letra k
- Exemplos:
- **mPk** – marítima polar e fria
 - **cTw** – continental tropical quente
 - **cA** – continental antártica

Os fenômenos meteorológicos produzidos no interior de determinada massa de ar dependem das características dessas massas, isto é, das condições de temperatura, umidade e gradiente térmico vertical.

IMPORTANTE

As massas quentes, ao se deslocarem sobre regiões frias, tenderão a resfriar-se e, consequentemente, tornar-seão estáveis, o que propicia a formação de névoa e nevoeiros, reduzindo, significativamente, a visibilidade; As massas frias, ao se deslocarem sobre regiões quentes, tenderão a se aquecer e, consequentemente, tornar-seão instáveis, o que facilita a dispersão das partículas em suspensão, proporcionando boa visibilidade; As massas continentais possuem baixo índice de umidade, o que dificulta a formação de nuvens.

IMPORTANTE:

- As massas marítimas possuem alto índice de umidade, o que facilita a formação de nuvens e outros fenômenos meteorológicos;
- As massas quentes, úmidas e estáveis tendem a produzir má visibilidade, grande quantidade de nuvens estratiformes e chuva leve e contínua;
- As massas frias, secas e instáveis tendem a proporcionar boa visibilidade e pequena quantidade de nuvens; porém há grande probabilidade de CAT.
- As massas instáveis, quando úmidas, produzem grande quantidade de nuvens Cumuliformes e, consequentemente, chuvas fortes e trovoadas.



Uma massa de ar deslocando-se em direção a outro, provoca uma região onde características diferentes se encontram; essa região é chamada de frente. Haverá formação de vários fenômenos meteorológicos nesse encontro.

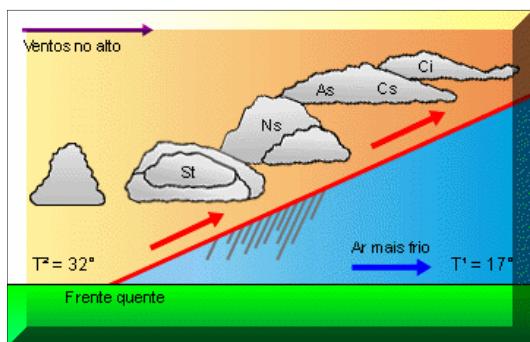
FRENTES

O QUE É UMA FRENTE???

- Uma frente é uma zona de transição entre duas massas de ar com características diferentes.
- É o ponto que toca o solo e divide duas regiões com características diferentes de temperatura, pressão e umidade.

ONDE ELA SE FORMA?

- Sempre se formam em cavados (linhas isóbaras de baixa pressão de um sistema aberto) localizados entre dois anticíclones.
- Frente fria → Se desloca em uma superfície mais quente.
- Frente quente → Se desloca em uma superfície mais fria.



CARACTERÍSTICAS

- A precipitação é fraca e contínua.
- A faixa de nebulosidade é ampla.
- Deslocamento é lento.
- Visibilidade é muito baixa.
- Declive 1:150, podendo chegar a 1:200 e 1:300 (para cada km na vertical existem x km na horizontal)
- Representação na SIGWX -> Semi círculos

AR QUENTE TROPICAL INSTAVEL

Predomina nebulosidade STF (CI, CS, AS, NS, ST)

Gelo Escarcha

Não é previsto turbulência

AR QUENTE TROPICAL INSTAVEL

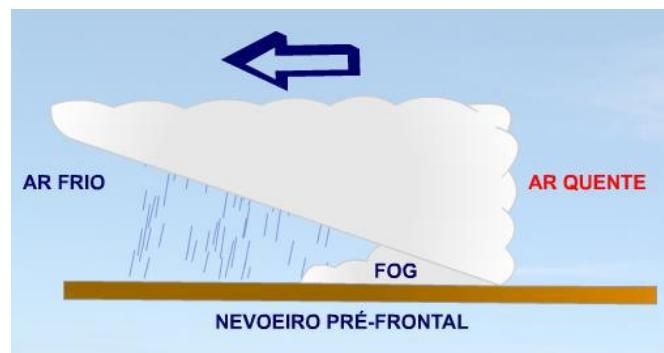
Aparece nebulosidade CMF (CI, CS, AC, NS, ST +CB/TCU de forma Eembutido)

Gelo misto

Turbulência quando nas nuvens CB e TCU.

FATORES PRÉ-FRONTAIS:

- Surgimento de CI e sobretudo de CS (Halo)
- A faixa de nebulosidade é muito mais ampla (mais larga) do que a das frentes frias
- São mais lentas do que as frentes frias.
- Visibilidade RUIM, reduzida por névoa, precipitações e por nevoeiro pré frontal
- Ventos de SE e SW.



FATORES PÓS-FRONTAIS

- Quando uma frente quente passa, as temperaturas e umidade aumentam, a pressão atmosférica sobe.
- As mudanças de tempo com a passagem de uma frente quente não são tão pronunciadas quanto à passagem de uma frente fria.
- As precipitações cessam e geralmente, o ar fica claro depois de passagem da frente.
- Ventos de NW e NE.

Ventos Frente Quente (Hemisfério Sul):

- Pré frontal: SE e SW
- Frontal: W
- Pós frontal: NW e NE



FRENTES

FRENTE FRIA

Características:

- Hemisfério Sul se desloca geralmente de SW para NE
- Faixa de nebulosidade mais estreita
- São muito ativas – trovoadas, pancadas de chuva forte...
- Na SIGWX → vetores triangulares

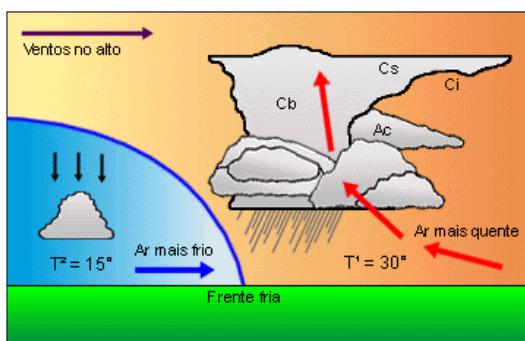
SE O AR QUENTE LEVANTADO É ÚMIDO E INSTÁVEL

Condensa em uma série de nuvens Cumulus (CU) e Cumulonimbus (CB). Ventos fortes nos níveis altos assopram os cristais de gelo formados perto dos topo das nuvens Cumulonimbus em nuvens Cirrostratus (CS) e Cirrus (CI).

QUANDO O AR LEVANTADO É QUENTE E ESTÁVEL

As nuvens predominantes são stratus e Nimbostratus, e nevoeiro pode formar-se na área de chuva.

- As nuvens Cumulonimbus formam um bando estreito de trovoadas que produzem pancadas de chuvas fortes com rajadas de vento.
- Frentes frias são mais ativas (chuva forte em pancadas) e mais rápidas que frentes quentes.
- A velocidade média de movimento de uma frente fria é de 35 km/h.



INDICADORES PRÉ-FRONTAIS:

- Um aumento da temperatura na superfície
- Uma queda da pressão atmosférica na superfície e nos níveis inferiores
- Surgimento de CI e, eventualmente, de CS e posteriormente CBs.
- Vento no HS de N e NW

INDICADORES PÓS-FRONTAIS:

- Uma queda da temperatura
- Um aumento da pressão atmosférica
- Ausência de precipitação
- Pode haver nevoeiro (apenas em frentes frias de deslocamento lento)
- Vento de SW e SE

VENTOS NO HEMISFÉRIO SUL

- Pré frontal: N e NW
- Frontal: W
- Pós frontal: SW e SE



Frente Fria de Deslocamento Rápido:

- É o tipo mais importante, pois ocasiona condições de tempos mais perigosas.
- Grande diferença de pressão → Velocidade alta
- Forma uma linha de TSRA ao longo da rampa frontal.
- Nebulosidade predominante CB e TCU.
- Ventos fortes com rajadas antes e após a passagem da frente com grande mudança de direção (mudança para esquerda no hem S e direita no hem N).
- Turbulência moderada e forte
- Ar tropical Instável → nebulosidade CUM
- Gelo CLARO
- Rampa muito acentuada
- Pode haver uma linha de instabilidade de 50 a 150Nm a frente da frente, principalmente no inverno quando essa frente acontece com maior frequência.

Frente Fria de Deslocamento Lento:

- Pequena diferença de pressão → Velocidade baixa.
- Ar tropical estável → nebulosidade STF com CUB embutida.
- Gelo MISTO
- Rampa menos acentuada



Comparações	FRENTES QUENTES	FRENTE FRIA
Precipitações		
Redução de Visibilidade		
Formação de Gelo		
Turbulência		
Nebulosidade		

Frente Semi-Estacionária

- Pode ser fria ou quente.
- Apresenta deslocamento lento (<5KT)
- Localização na SIGWX ↗ Vetores triangulares e semi-circulares localizados em lados opostos.

Frente Oclusa

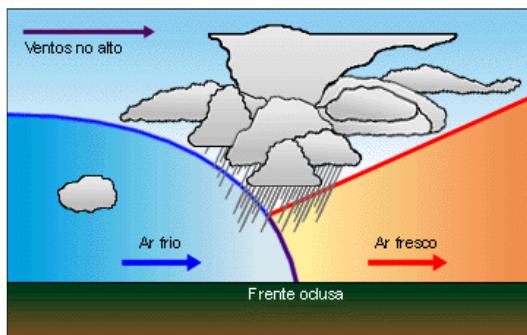
- Sobreposição de duas ou mais frentes.
- Pode ser oclusão do tipo quente ou do tipo frio.
- Possui as características de frente mais forte.
- Nebulosidade mista de frente fria/frente quente (CUB/STF).

FRENTE OCLUSA

MASSA ESTACIONÁRIA SECA → pode existir céu claro sem precipitação.

MASSA ESTACIONÁRIA ÚMIDA → nebulosidade com precipitações leves podem cobrir uma vasta área.

Uma frente estacionária pode tornar-se uma frente fria ou uma frente quente dependendo que massa de ar avança.



FRONTOGÊNESE E FRONTÓLISE

Como todo sistema sinótico, as frentes, ao se deslocarem na atmosfera, passam pelas fases de desenvolvimento, maturidade e dissipação.

FRONTOGÊNESE → Identifica um sistema frontal em crescimento ou intensificação, isto é, a área de contraste entre as duas massas de ar, mais conhecida por frente, está se intensificando.

FRONTÓLISE → indica que essa superfície de contraste está se dissipando ou enfraquecendo.

LINHA DE INSTABILIDADE

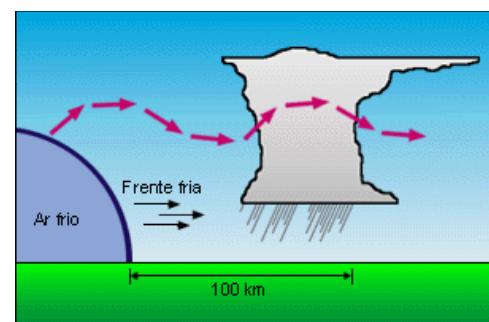
• É uma linha de TSTM'S mais ou menos interrompida, produzindo +TSHRA, com/sem saraiva e com relâmpagos de grande intensidade. Em outras palavras, é uma estreita faixa (ou linha) - não frontal - de trovoadas muito ativas

• As Squall Lines desenvolvem-se sobretudo nas regiões continentais das latitudes sub-tropicais, ora distantes de qualquer frente (SQ de massas de ar), sobretudo no verão, ora à frente de frentes frias rápidas, sobretudo no inverno, quando as frentes frias são mais intensas

• Costumam formar-se rapidamente e geralmente alcançam intensidade máxima na parte final da tarde e ao cair da noite

• CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS: Pancadas de chuva forte (+TSHRA, +SHRA), podendo originar:

- Windshear nas OPR de APCH → arremetidas
- VIS ZERO na pista ↗ arremetidas
- Aquaplanagem ↗ acidentes
- Vento na superfície variando de calmo a c/RJD de 20 a 30KT ou mais → Wind Shear → acidentes
- Turbulência forte





TROVOADAS

O que é uma trovoada?

Trovoada é o conjunto de fenômenos que se produzem associados a uma nuvem Cumulonimbus.

Este tipo de fenômeno meteorológico constitui-se em um dos maiores riscos para a atividade aérea, pois é responsável por uma série de fatores capazes de comprometer a segurança de voo → ventos fortes, granizo, relâmpagos, turbulência, formação de gelo e chuva intensa.

Estágios de uma trovoada:

O ciclo de vida de uma trovoada passa por três estágios consecutivos, cuja duração e intensidade dependerão dos fatores que deram origem ao fenômeno.

CUMULUS MATURIDADE DISSIPAÇÃO

ESTÁGIO CUMULOS (FORMAÇÃO)

- Predominância de correntes ascendentes que vão até o topo da nuvem.
- Diâmetro da nuvem varia entre 3 a 8 km e o topo situa-se entre 5 e 8 km.

ESTÁGIO DE MATURIDADE

- Correntes ascendentes e descendentes;
- Os cristais de gelo dentro da nuvem são mais numerosos;
- Início da precipitação;
- Diâmetro típico da nuvem é de 10km.
- O topo atinge alturas que variam de 8 a 20 km.

ESTÁGIO DE DISSIPAÇÃO

- Correntes descendentes;
- Ventos fortes do topo transformam a nuvem em Cirrus em forma de bigorna.

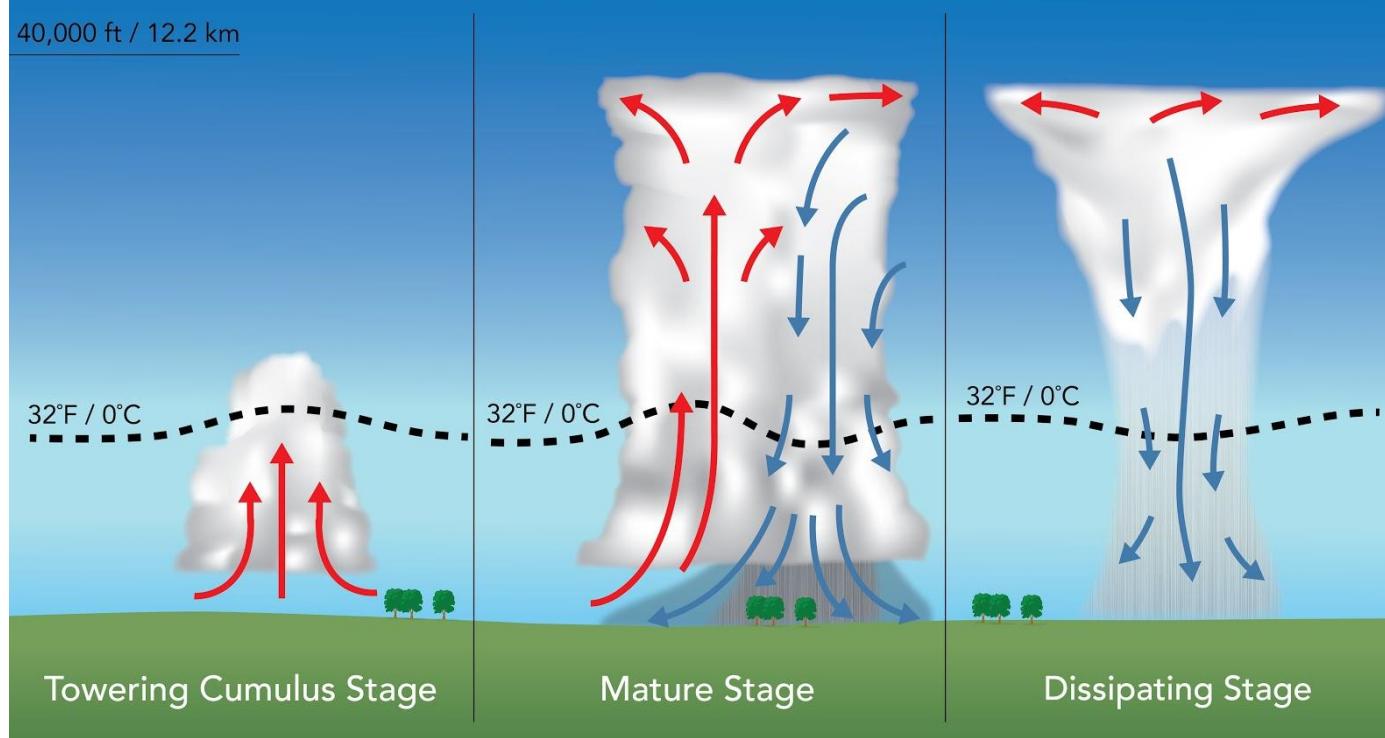
TIPOS DE TROVOADA

a) MASSAS DE AR

Ocorrem no interior de uma mesma massa de ar.

b) FRONTAIS OU DINÂMICAS

Ocorrem associadas a sistemas frontais
Nas linhas de instabilidade são mais violentas.





a) MASSAS DE AR

As trovoadas de Massas de Ar dividem-se em:

- a.1) Convectivas
- a.2) Orográficas
- a.3) Advectivas

a.1) CONVECTIVAS OU TERMAIS

- Estas formam por convecção.
- O aquecimento da superfície produz o aquecimento do ar por contato e o ar saturado se eleva formando as nuvens cumulus que podem evoluir até chegarem ao cumulonimbus.
- São mais frequentes durante o dia no verão sobre a terra e à noite no inverno sobre o mar.

a.2) OROGRAFICA

- Tem origem nos movimentos verticais por ação mecânica das elevações montanhosas.
- São intensas e persistentes dependendo somente da velocidade do ar úmido em choque com as montanhas e da instabilidade local.
- Esse tipo de trovoada ocorre a barlavento das montanhas.

a.3) ADVECTIVAS

- Ocorrem pela advecção do ar frio sobre áreas quentes quase sempre correntes marítimas quentes.
- A parte inferior da camada se aquecerá por contato elevando-se e iniciando a formação das trovoadas.
- Também ocorrem devido ao fluxo de ar úmido e aquecido por baixo de ar instável.
- Ocorrem à noite, no inverno e são chamadas de noturnas.
- São menos intensas e menos comuns.

CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS ASSOCIADAS A TROVOADAS

Turbulência

- Combinação de intensas correntes ascendentes e descendentes.

Granizo

- Fortes correntes ascendentes que atuam acima do nível de 0°.
- Coloração esverdeada.

Formação de Gelo

- Não oferecem tanto perigo à aviação porém está sempre associada à formação de cumulonimbus

Relâmpagos

- Descargas elétricas devido ao acúmulo de cargas elétricas dentro da nuvem.

Técnicas de Voo → Evitar a trovoada!!

Caso não seja possível:

- Verificar o estágio que se encontra. Nos estágios de cumulus e dissipação, o voo é praticável porém desagradável.

- Se o Cb for isolado circunde-o pela esquerda (se for no HS) e pela direita (se for no HN) pois é uma área de baixa pressão.

- Manter uma distância de 30km da tempestade

- Nas trovoadas dinâmicas, se a base for alta e o relevo favorável, passar pelas formações a uma altura mínima de 1.000m das maiores elevações e evitar precipitações.

- Manter-se em níveis maiores de FL300.

- Não voar entre 0°C e -10°C para evitar turbulência, gelo e granizo.



GELO

A formação de gelo é um dos maiores riscos que o conteúdo de água líquida contida na atmosfera pode representar para a aviação.

Ela afeta uma aeronave tanto interna quanto externamente.

INTERNAMENTE → o gelo se forma no tubo de Pitot, nos carburadores e nas tomadas de ar, reduzindo a circulação do ar para os instrumentos e motores.

EXTERNAMENTE → o acúmulo de gelo ocorre nas superfícies expostas do avião, aumentando o seu peso e a sua resistência ao avanço.

Obs: Quando ocorre nas partes móveis, como rotor e hélices, afeta o controle da aeronave, produzindo fortes vibrações.

O tipo de gelo que se forma numa aeronave depende basicamente do TAMANHO das gotas d'água existentes nas nuvens e da temperatura ambiente.

Características:

-GELO CLARO OU LISO

Este tipo de formação é o que oferece maior perigo às aeronaves em vôo. É denso, transparente, desprende-se com dificuldade e altera significativamente o perfil aerodinâmico do avião.

Além disso, as gotas não se congelam instantaneamente e sua formação mais lenta permite a acomodação do corpo líquido antes da solidificação total.

A faixa térmica compreendida entre 0 e -10°C, associada às grandes gotas d'água das nuvens Cumuliformes, em ar instável.

É a área mais favorável à formação e à acumulação de gelo cristalino, logo, nessas condições, o vôo deve ser evitado.

-GELO ESCARCHA OU OPACO

Este tipo de formação ocorre mais frequentemente em nuvens estratiformes, em atmosfera estável, na faixa térmica compreendida entre -10 e -20°C.

Devido a sua formação instantânea prende em seu interior pequena quantidade de ar atmosférico responsável pela sua aparência leitosa. Por desprender-se facilmente, ser mais leve e, ainda, acumular-se mais lentamente, não oferece tanto perigo.

Todavia, quando combinado com o tipo cristalino, altera demasiadamente a superfície aerodinâmica da aeronave se nenhuma providência for tomada por parte do piloto.

-GEADA

Este tipo de gelo, que se deposita em fina camada adere aos bordos de ataque, pára-brisas e janelas da aeronave em vôo.

Nos mapas de previsão meteorológica e nas mensagens operacionais de interesse aeronáutico, a formação de gelo é classificada segundo sua razão de acúmulo sobre a aeronave, isto é, a quantidade de gelo formada na unidade de tempo.

Intensidade da Formação de Gelo

Por este critério, a formação de gelo pode ser:

LEVE

MODERADO

FORTE (SEVERA)

Não pesa nem altera os perfis, mas afeta a visibilidade do piloto.

Sua formação ocorre mais frequentemente quando a aeronave, após passar muito tempo em área muito fria, cruzar regiões com alto teor de umidade.

A quase instantânea sublimação do vapor d'água dá origem à geada.





METAR - Meteorological Airdrome Report é nome do código utilizado para a descrição completa das condições meteorológicas observadas num dado aeródromo. É, portanto, o resultado de uma observação realizada à superfície, de rotina, para a aviação

SPECI é também uma observação meteorológica de superfície para fins aeronáuticos, só que feita em hora não cheia, com a finalidade de reportar variações significativas que tenham ocorrido entre os intervalos das observações meteorológicas regulares

Planejamento Meteorológico de Voo:

- Importante conhecer as condições meteorológicas!
- METAR de todos os aeroportos envolvidos
- METAR de todos os aeroportos próximos
- Montar o “Cenário Meteorológico”

**METAR SBFL 101600Z 31012KT 9999
SCT033TCU 33/24 Q1001**

Localidade
 Dia e Hora UTC
 Direção/Velocidade do Vento
 Visibilidades
 Condição de Tempo
 Nebulosidade
 Temperatura do Ar/Ponto de Orvalho
 QNH (Pressão)
 Informações Suplementares

LOCALIDADE:

–Indicador de localidade (ICAO) a que se refere o METAR. Ex.: SBPA, SBFL, SAEZ

DIA E HORA:

–Dia e hora (minutos se SPECI) da observação em UTC, seguido da letra Z. Ex.: METAR SBPA 031000Z

DIREÇÃO E VELOCIDADE DO VENTO DE SUP:

DIREÇÃO:

A direção é informada DE ONDE VEM o vento e, nas informações meteorológicas, sempre com relação ao norte verdadeiro (norte geográfico) e com 3 algarismos. Ex.: 36010KT

Vento calmo tem a sua direção indicada por **000**
 Vento norte tem a sua direção indicada por **360**

Uso do VRB: Quando a variação da direção for de 60° ou mais e a velocidade média for de apenas 01KT ou 02KT, registra-se o que estiver ocorrendo, sem direções extremas.

Todavia, se durante o período de observação a direção do vento variar de 60° ou mais porém menor do que 180° mas com a velocidade média do vento sendo ≥ 3KT, as duas direções extremas são informadas, com a letra **V** inserida entre as duas direções.

Exemplos:

- 1) VRB03KT 100V170
- 2) VRB10KT 170V340

Porém, se a variação da direção for de 180° ou mais registra-se VRB com qualquer valor de velocidade mas, desta vez, sem a informação das direções extremas.

Ex: VRB10KT - VRB25KT.

VELOCIDADE:

A critério de cada país, é facultado que a velocidade do vento seja dada em **m/s, km/h** ou em “**nós**”. No Brasil foi adotado o **nó (KT)**

A velocidade do vento é informada com 2 algarismos para velocidade de **até 99 KT**. Velocidades > 99KT terão a velocidade codificada por **P99KT**

Vento **calmo** é informado **00KT**

Vento **fraco** é 01 ou 02 KT

Se durante o período da observação for observado ocorrer “picos” de velocidade (rajadas) que excedam a velocidade média de 10 KT ou mais, essa rajada será reportada inserindo-se a letra **G (Gust = rajada)** seguida do valor da rajada.

VISIBILIDADES:

Informado até 800m de 50 em 50m ; 800 a 5000m de 100 em 100m; 5.000m a 9.999m de 1000m em 1000m.

Sempre será reportada a MENOR visibilidade em 4 algarismos.

Acima de 10km → código 9999



RVR – RUNWAY VISUAL RANGE

Utilizadas em aeródromos que operem com pouso de precisão.

Informada quando a visibilidade ou o alcance visual na pista for menor que 1500m

Alcance visual na pista RVR –

R(cabeceira)/visibilidade

U = aumentando

D = diminuindo

P1500 = maior que 1500m

Exemplos:

R08/1200D

R12/1300U

R05R/900

CONDIÇÕES DE TEMPO:

-Este grupo informa as condições de tempo reinantes na hora da observação.

-Em geral é composto de um único fenômeno.

-Pode, contudo, ser relatado até um máximo de 3

-Os fenômenos de tempo podem ser precedidos por qualificadores que os descrevem e que revelam também a sua intensidade ou proximidade

Preencha o significado das siglas abaixo de acordo com a aula:

NEBULOSIDADE:

Este grupo informa, em ordem crescente de **altura**, a quantidade de nuvens e a altura da base da camada em unidades de 100 pés (≥ 30 metros)

Sob circunstâncias normais os grupos de nebulosidade são formados por 6 dígitos, com os 3 primeiros indicando a quantidade de nuvens em oitavos de céu coberto e os 3 últimos a **altura** da base da respectiva camada até 10.000FT (≥ 3.000 m)

Quando o termo **CAVOK** não for apropriado, mas não houver nenhuma nuvem de significado operacional, será usada a sigla **NSC** (No Significant Cloud)

- 1 e 2 oitavos serão informados como **FEW** – Poucas Nuvens
- 3 e 4 oitavos serão informados como **SCT** – Parcialmente Nublado
- FEW e SCT – Predominam os claros. Não constituem TETO
- 5 a 7 oitavos serão informados como **BKN** – Nublado
- 8 oitavos será informado como **OVC** – Encoberto. BKN e OVC constituem TETO

Os tipo de nuvens não identificados, exceto as nuvens convectivas significativas CB e TCU, as quais terão as suas abreviaturas explicitadas caso façam parte na nebulosidade existente sobre o aeródromo.

Qualificador		Fenômeno Meteorológico		
Intensidade	Características	Precipitação	Obscurecimento	Outros
Fraco -	MI-	DZ –	BR –	SS –
	BC -	RA –	FG –	DS –
	PR -	SN –	FU –	
	DR -	GR –	VA –	
	BL -	GS-	PU –	
	SH -		SA –	
Moderado	TS -			
	FZ -			





TEMPERATURA DO AR E PONTO DE ORVALHO:

As temperaturas do ar e do Ponto de Orvalho são sempre dadas em graus Celsius inteiros, com 2 algarismos, separadas por uma “/”

Temperaturas negativas serão precedidas pela letra “M”

PRESSÃO ATMOSFÉRICA:

É o **QNH**, arredondada para o hectopascal inteiro inferior

Virá sempre precedido pela letra Q quando a unidade for hPa ou por A quando a unidade for PolHg

INFORMAÇÕES SUPLEMENTARES:

Constituídas por informações sobre fenômenos de tempo recente (**RE**) de significado operacional e por informações de cortante de vento (Windshear) nos níveis inferiores

Informações de SBMT

Nome: Aeroporto Campo de Marte

Cidade: São Paulo/SP

Localização: 23°30'32"S / 46°38'1"E

Visibilidade: 5000m **Teto:** Não há formação de teto

Céu: claro **Condições do tempo:** Chuva

Temperatura: 21°C **Umidade relativa:** 88% **Vento:** 230° com 2kt ou 4km/h

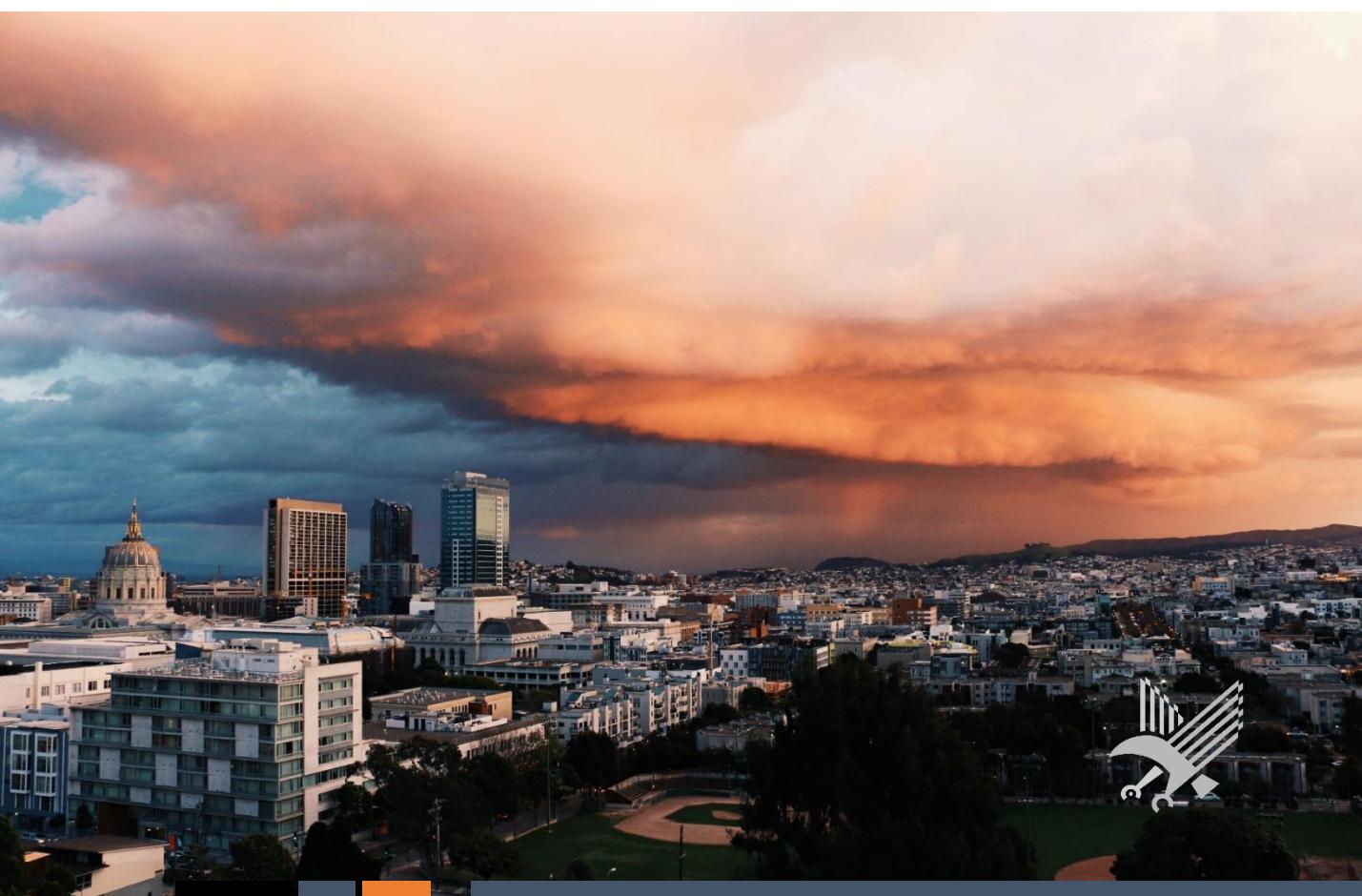


METAR

METAR SBMT 210200Z 23002KT 5000 -RA BR NSC 21/19 Q1018=

TAF

TAF SBMT 212000Z 2100/2112 00000KT 8000 FEW015 TN22/2109Z TX25/2111Z PROB40 2109/2111 BKN014 RMK PGM=





Leitura x Interpretação

METAR SBFL 101600Z 31012KT 9999 SCT033TCU 33/24 Q1001

Tipo de Reporte	Estação/ Data e Horas	Vento	Visibilidade	Tempo Presente	Condições do Céu	Temperatura/ Ponto de Orvalho	Pressão (QNH)	Observações (Remarks)
METAR	LPLA 131900Z	20022G36KT	4000	RA	SCT012 BKN018 OVC080	21/17	Q1007	GRN
METAR	LPMA 131930Z	02004KT 350V060	9999		SCT018	19/13	Q1022	RS3405KT 053604KT 230103KT

CAVOK – “Ceiling and Visibility OK”

A sigla CAVOK virá no METAR ou SPECI substituindo os grupos de visibilidade horizontal, alcance visual da pista, condições de tempo e de nuvens sempre que as seguintes condições ocorrerem simultaneamente

- ✓ A visibilidade horizontal for ≥ 10 km
- ✓ Nenhuma nuvem de significado operacional (não houver nenhuma nuvem abaixo de 5.000ft ou abaixo da MSA) a que for maior, e sem CB e/ou TCU em qualquer altura
- ✓ Não estiver ocorrendo nenhum fenômeno de tempo significativo

Interpretação do METAR:

SBPA 071700Z 19006KT 9999 BKN018 OVC090
15/11 Q1013

SBPA 0617Z 14005KT 3000 BR OVC007 17/16 Q1010

SBCX 061600Z 10002KT 0000 FOG 1012

SBGR 0617Z 00000KT 5000 -RA BR FEW013 SCT023
OVC070 19/18 1016

AULA 20 – METAR II



SBCX 061700Z 32004KT 9999 FEW012 BN070 20/16
1012

METAR SBCX 261900Z 22006KT 0400 -DZ FG VV001
17/17 Q1016=

METAR SBPA 211900Z 28005KT 0500 +TSRA 10/08
Q1003

METAR SBCT 221400Z 27010KT CAVOK 20/15
Q1016

METAR SBGR 240800Z 12003KT 1000 -VCRA
FEW020 SCT040 0300 BR 05/01 Q1010

METAR SBFL 280900Z 11012KT 0200 VCVA -TSRA
FEW001 BKN 0200 20/10 Q1003

METAR SBSP 190500Z 01010KT 0400 + RETSRA
FEW040 BKN 090 20/12 Q1014 Q1015

The image shows a smartphone screen displaying flight information for four airports:

- KLBF North Platte Regional ... MVFR/TS/RA**
KLBF 030106Z AUTO 09007G26KT 3SM +TSRA
BR OVC039 17/16 A3015 RMK A02 PK WND
11027/0055 LTG DSNT ALQDS P0030 T01670156
18 minutes old
- KCDR Chadron Municipal Airport VFR/TS**
KCDR 030119Z AUTO 05016G29KT 10SM TS
FEW055 FEW075 SCT100 26/09 A2996 RMK A02 PK
WND 03032/0057 LTG DSNT ALQDS TSE0057B13
T02610089
5 minutes old
- KCID The Eastern Iowa Airport VFR**
KCID 030052Z 21004KT 10SM CLR 24/20 A2997
RMK A02 SLP145 T02440200
32 minutes old
- KSUX Sioux Gateway Col. Bud Day Field VFR**
KSUX 030052Z AUTO 21004KT 10SM CLR 28/28
A2996 RMK A02 SLP136 T02830211
32 minutes old



TAF

Terminal Aerodrome Forecast ou
Previsão Terminal de Aeródromo

Previsão das condições meteorológicas significativas que são previstas virem ocorrer num dado aeródromo durante o período de validade da previsão, incluindo-se qualquer mudança considerada significativa para as operações aéreas no aeródromo em questão. Esta previsão, destinada ao planejamento de vôo, refere-se ao um aeródromo específico e é válida para a área operacional ao redor do mesmo (≥ 5 NM) Instabilidade absoluta.

METAR É UMA OBSERVAÇÃO
TAF É UMA PREVISÃO

As TAF's elaboradas para aeródromos domésticos têm validade de 12 horas e os elaborados para aeródromos internacionais têm validade de 24 horas, sendo renovadas a cada 6 horas

Obs: Pelo TAF é possível saber se o aeroporto é internacional ou nacional.

Os TAF's deverão estar à disposição dos usuários 2 horas antes de sua validade

- Grupo de Identificação (TAF + Localidade + Período de validade)
- Vento de Superfície previsto
- Visibilidade Horizontal
- Condições de Tempo Significativo Previsto
- Nebulosidade
- Visibilidade Vertical
- Cavok
- Previsão de Temperatura
- Grupo de Mudanças Significativas (FM, BECMG, TEMPO, PROB)

SBBR 211200 221200 13004KT 9999 SCT032
Tx24/2118Z Tn10/2210Z TEMPO 2118/2122
VRB08G20KT

GRUPO DE IDENTIFICAÇÃO:

– Período de Validade: Pode ser de 12 horas ou de 24 horas

CONDIÇÕES DE TEMPO SIGNIFICATIVO PREVISTO

- Se nenhum tempo significativo for esperado ocorrer, o grupo será omitido. Todavia, se a condição de tempo “deixar” de ser significativa, o grupo indicativo da “condição de tempo previsto” será substituído por NSW (No Significant Weather)
- NO SIG – Quando não é esperado mudanças significativas das condições meteorológicas apresentadas.

Qual a diferença de NSC, NSW e NO SIG?

NSC – quando CAVOK não é apropriado, mas não há nenhuma nuvem significativa (ex: cb)

NSW – quando condição deixa de existir ou deixa de ser significante

NO SIG – ausência de mudanças significativas.

PREVISÃO DE TEMPERATURA:

Dado pelo grupo TXtp/dia-horaZ ou TNtp/dia-horaZ, onde são fornecidas as temperaturas máxima e mínima previstas (ou mínima e máxima, conforme o caso), que deverão ocorrer durante o período de validade da TAF em questão

TX = Temperatura máxima

TN = Temperatura mínima

tp = Temperatura prevista, em °C

dia-horaZ = Dia e hora da temperatura prevista em, UTC

FROM = FM:

– Indicador FM (From) +dia+h+min (data, hora e minutos da ocorrência) é usado quando um conjunto de condições meteorológicas for esperado mudar “significativamente” para “outro” conjunto de condições meteorológicas.

– Assim, o indicador FM será usado para indicar o “início” de uma parte independente da previsão e na qual estão previstas mudanças significativas nas condições meteorológicas.



–Em termos de interpretação, significa que “Todas” as condições meteorológicas previstas antes deste grupo serão substituídas pelas novas condições previstas.

TAF SBBR 211200 221200 13004KT 9999
SCT032 Tx24/2118Z Tn10/2210Z TEMPO
2118/2122 VRB08G20KT 1000 +TSRA
BKN020CB FM212200 VRB03KT CAVOK

BECMG:

Na forma “BECMG hiht” serve para indicar mudanças das condições meteorológicas que são previstas ocorrer de forma “gradual” no período definido por hiht (hi=hora de início e ht=hora de término do período de variação)

O grupo BECMG - à exceção da informação sobre nebulosidade - será seguido somente pelos grupos que são previstos mudar significativamente.

Assim, quando um elemento meteorológico constante da parte anterior ao grupo BECMG “não for repetido” deverá ser entendido como “*ainda permanecendo em vigor*”

TAF SBPA 100000 102400 00000KT 0500 FG
VV003 BECMG 1012/1014 3000 BR OVC005

TEMPO:

Na forma de “TEMPO hiht” indica a previsão de “flutuações temporárias” nas condições meteorológicas e que podem ocorrer a qualquer momento durante o período compreendido entre **hi** e **ht**

Em termos de interpretação significa que as condições previstas por este grupo são esperadas que **durem menos do que uma hora** em cada situação e que, somados os períodos de ocorrência, perfaçam **menos da metade** do período compreendido entre **hi** e **ht**

Ainda, em termos de interpretação, cumpre salientar que uma vez terminado o período de validade do grupo **TEMPO (hiht)**, as condições meteorológicas previstas por aquele grupo de variação deixarão de existir e voltar-se-á à condição meteorológica anterior a **TEMPO**.

TAF SBMN 201200 211200 00000KT 9999
BKN033 Tx35/2019Z Tn25/2109Z TEMPO
2016/2020 VRB10G22KT 0500 +TSHRA
BKN025CB

PROB:

Quando o previsor não tiver suficiente segurança para a utilização dos grupos **FM**, **BECMG** ou **TEMPO**, mas as condições meteorológicas previstas sejam significativas para as operações aéreas, far-se-á uso do grupo **PROB**, seguido do percentual de probabilidade de ocorrência das condições meteorológicas passíveis de ocorrer.

O grupo PROB tanto poderá ser usado “sozinho” como junto com os indicadores de mudança BECMG ou TEMPO

TAF SBPK 240600 241800 11005KT 5000 BR
OVC012 PROB 40 TEMPO 2412/2416 1000
RADZ OVC009

Emendas do TAF

Se o TAF precisar de uma correção, pode ser emitida uma emenda que seja identificada pela abreviatura AMD.

TAF SBPA 081500Z 0818/0918 32006KT 9999
SCT040 TX21/0818Z TN09/0909Z PROB40
TEMPO 0908/0912 3000 BR BKN010

Desenhe a linha do tempo:



AULA 21 – TAF



PRATIQUE A INTERPRETAÇÃO:

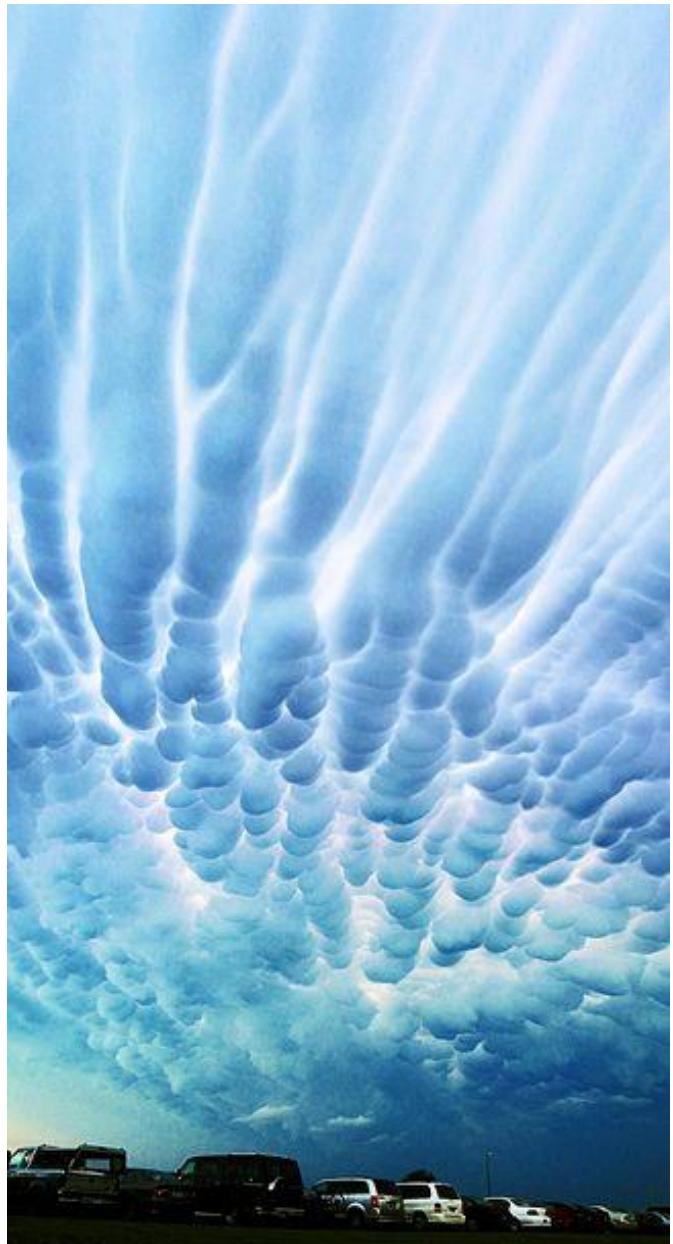
1) TAF SBPA 061500Z 0618/0718 10010KT 9999
SCT008 BKN015 TX19/0618Z TN16/0708Z PROB40
0618/0620 BKN010 PROB40 0622/0709 3000 DZ BR
BKN004 BKN007 PROB40 0709/0714 4000 RA BR
BKN005 BKN012 RMK PDJ=

2) TAF SBSM 061500Z 0618/0706 08007KT 8000
SCT008 BKN020 TX18/0618Z TN15/0705Z PROB40
0618/0620 BKN010 BECMG 0702/0704 BKN004 RMK
PDJ=

3) TAF SBGR 061600Z 0618/0724 35010KT 9999
BKN035 TN20/0709Z TX28/0718Z PROB40
0618/0623 20010KT 6000 RA BKN007 BECMG
0700/0702 03005KT CAVOK PROB30 0708/0711
00000KT 0400 FG OVC001 BECMG 0712/0714
33012KT FEW035 BECMG 0715/0717 CAVOK BECMG
0719/0721 30008KT PROB30 0722/0724 05004KT
RMK PHH=

PRATIQUE A INTERPRETAÇÃO:

4) TAF SBCT 061500Z 0618/0718 32008KT 9999
SCT035 TX23/0618Z TN14/0708Z TEMPO 0622/0702
11012KT 4000 TSRA BKN008 BKN020 FEW030CB
TEMPO 0702/0712 3000 RA BR BKN005 BKN012
TEMPO 0712/0716 4000 SHRA BKN008 BKN020
FEW030TCU RMK PDJ=

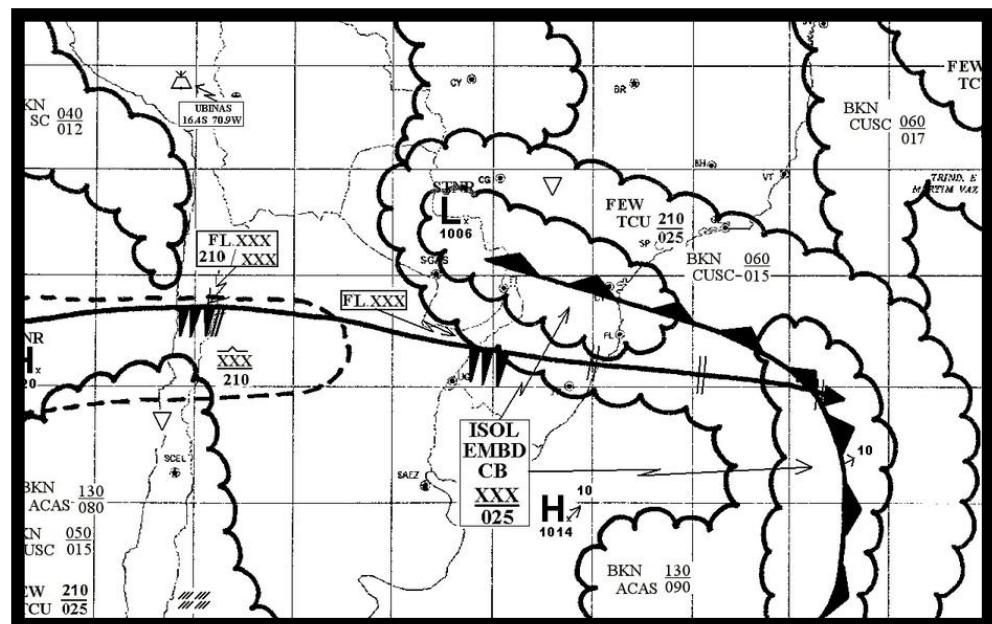




SIGWX

É uma carta onde são incluídos todos os fenômenos e condições meteorológicas consideradas “significativas” previstas desde o NMM e até um determinado nível, de acordo com as necessidades e possibilidades técnicas de cada país e a carta escolhida.

Destina-se a voos em rotas em que o METAR e o TAF seriam insuficientes.



No BRASIL → Duas cartas – NNM/250 (CNMA Brasília) e 250/ 630 (WAFC – washington)

Essas cartas são elaboradas com validade (VT) para as **0000, 0600, 1200 e 1800 UTC**

Os fenômenos meteorológicos considerados **significativos** são encerrados por uma “*linha de vieira*” ou por uma delimitação apropriada na área onde são previstos vir a ocorrer e representados por símbolos ou abreviaturas internacionais

Onde não há linha de vieira, não há fenômenos significativos, mas não significa que não haja nada ou esteja céu azul.

Como utilizar?

Analizar a carta com validade mais próxima ao horário do voo. No caso do voo ultrapassar a validade da carta, a sigwx subsequente deve ser considerada.

NEBULOSIDADE:

FEW, SCT, BKN e OVC

TCU's e CB's:

ISOL – Isolados

OCNL – Ocasionais, Bem separados

FREQ – Frequentes, Pouca separação

EMBD – Embutidos, Dentro de uma outra massa de nebulosidade

CAT

Turbulência em ar claro

JTST(JT) (J)

Corrente de jato

STNRY

Estacionário

QSTNRY

Quase-estacionário

WX

Tempo (meteorológico)

	CICLONE TROPICAL		CHUVISCO
	LINHA DE INSTABILIDADE		CHUVA
	TURBULENCIA MODERADA		NEVE
	TURBULENCIA SEVERA		PANCADA
	ONDAS DROGRÁFICAS		GRANIZO
	GELO MODERADO EM AERONAVES		
	NEVOEIRO EM ÁREA EXTENSA		TEMPESTADE DE AREIA OU POEIRA EM ÁREA EXTENSA
	MATERIAIS RADIACTIVOS NA ATMOSFERA		NÉVOA SECA EM ÁREA EXTENSA
	ERUPÇÃO VULCÂNICA		NÉVOA ÚMIDA EM ÁREA EXTENSA
	NÉVOA FORTE DE AREIA OU POEIRA		FUMAÇA EM ÁREA EXTENSA



H - Centro de Alta Pressão

L - Centro de Baixa Pressão

 Frente Fria

 Frontogênese

 Frontólise

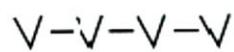
 Frente Oclusiva

 Frente Quente

 Frontogênese

 Frontólise

 Frente Estacionária

 Linha de Instabilidade

 ITCZ

WIND ALOFT PROG

ELABORAÇÃO: Centro de Previsão de Área (CPA),
HORÁRIOS: 0000 e 1200 UTC

INFORMAÇÕES: dados de radiosonda, radar-vento e fotografias de satélites meteorológicos

CONTEÚDO: temperatura, direção e velocidade dos ventos em pontos pré-determinados.

As informações dos níveis superiores são divulgadas por níveis de pressão selecionados e serão utilizadas pelos aeronavegantes segundo o seu plano de vôo.

Níveis de Pressão Níveis de Vôo

850	FL050
700	FL100
500	FL180
400	FL240
300	FL300
250	FL340
200	FL390
150	(quando solicitada) FL450
100	(quando solicitada) FL530

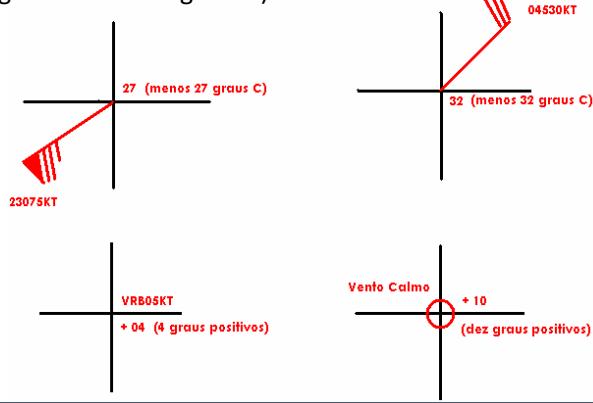
DIREÇÃO DO VENTO: graus verdadeiros, "de onde o vento vem", isto é, a direção do vento, estimada em múltiplos de 10 graus.

VELOCIDADE DO VENTO: uma haste pequena que indica 5 nós; uma grande, 10 nós; e uma bandeira cheia, 50 nós, repetidas conforme a combinação.

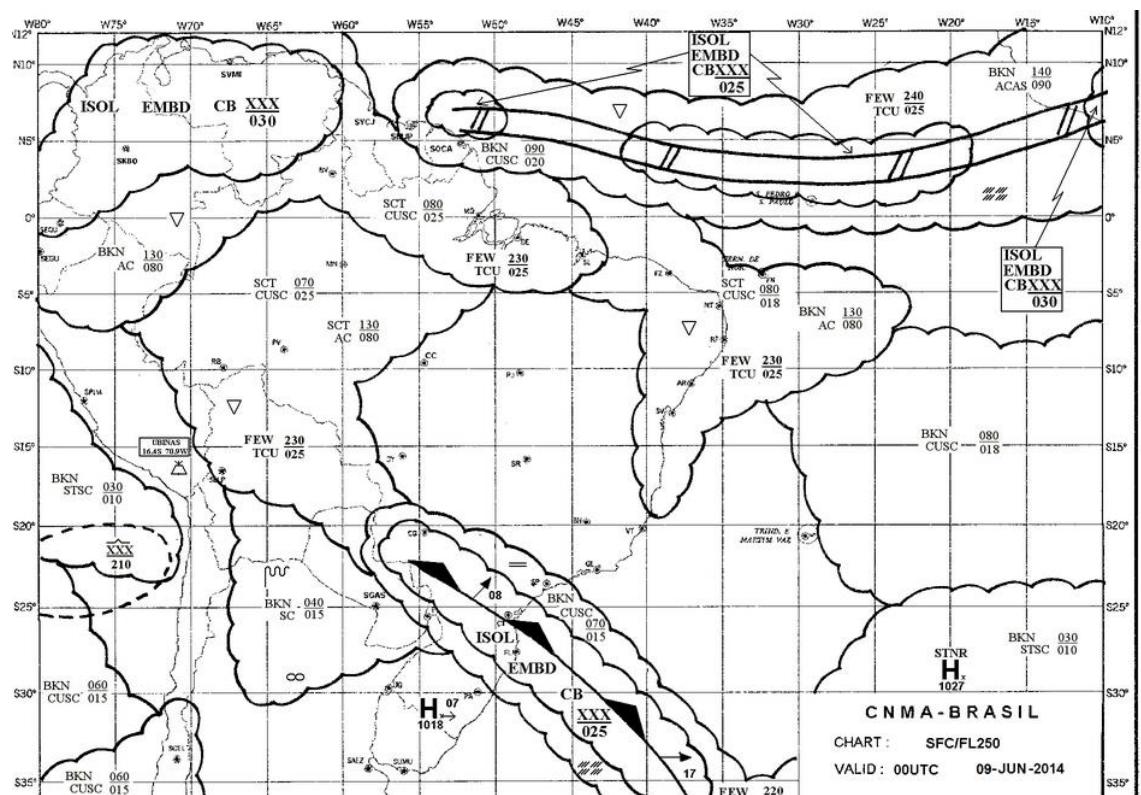
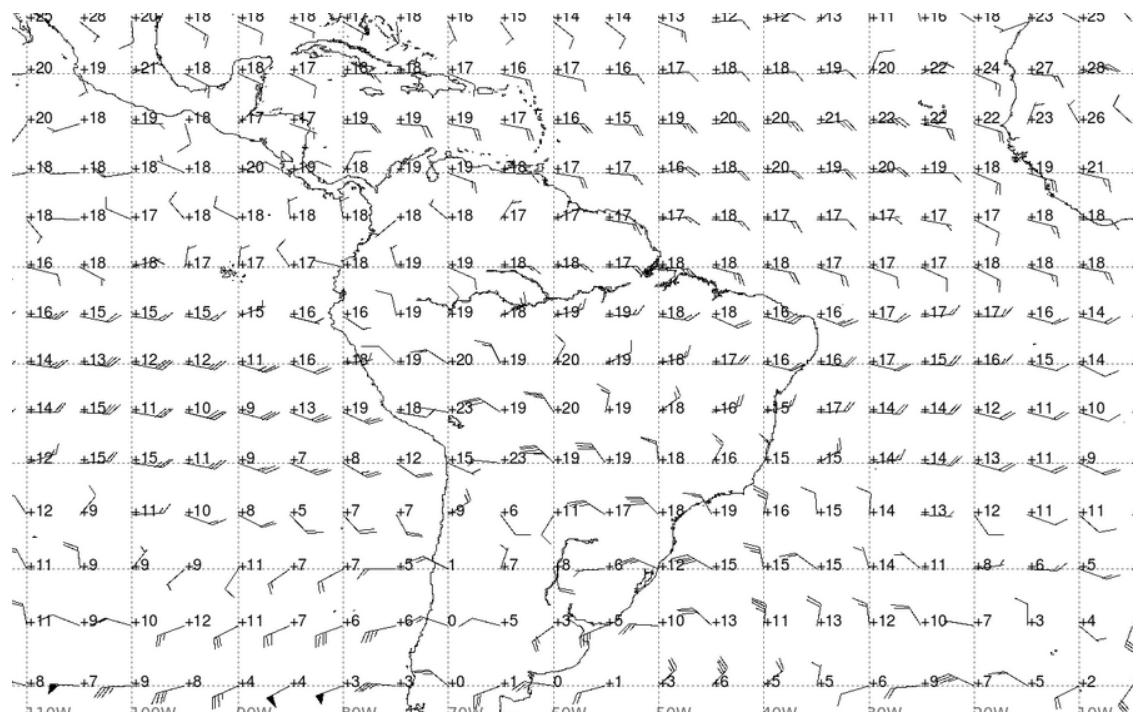
TEMPERATURA DO VENTO: Graus Celsius inteiros. Se positiva, é acompanhada do sinal "+"; se negativa, nenhum sinal a acompanha.

DEFINIÇÃO DOS CENTROS DE ALTA OU BAIXA: Pelo sentido dos ventos é possível definir os centros e a partir deles chegar a outras conclusões.

EXEMPLO: +10 (dez graus Celsius positivos); 10 (dez graus Celsius negativos).



AULA 22 – Cartas Meteorológicas 1





ALTIMETRIA

Conceitos Iniciais (complete de acordo com o que você compreendeu na aula)

Altímetro pressão → _____

Rádio Altímetro → _____

Ajuste QFE → _____

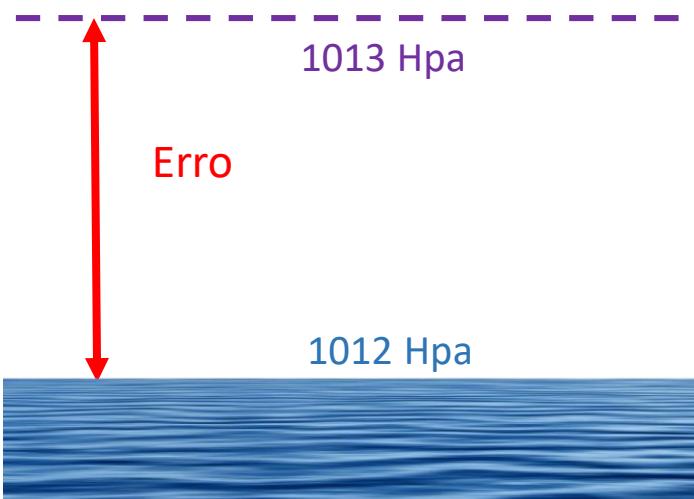
Ajuste QNH → _____

Ajuste QNE → _____

Qual a diferença de ALTURA e ALTITUDE?

ERROS DE PRESSÃO

Ocorrerão sempre que o QNH for diferente do QNE; entretanto, aeronaves que voam na mesma região com o mesmo ajuste, terão sempre o mesmo erro; consequentemente as distâncias verticais de separação entre as aeronaves irão ficar corretas, apesar do erro de indicação que ambas estarão expostas.



Altitude de Transição → Subindo, ajusta-se o altímetro QNH para QNE para ter a correta separação vertical entre as aeronaves.

Nível de Transição → Em descida, ajusta-se o altímetro de QNE para QNH para ter a correta separação com os obstáculos próximos ao solo, os quais constam nas cartas.

IMPORTANTE:

Voando-se ajustado QNH → Voa-se ALTITUDE → Próximo ao solo

Voando-se ajustado QNE → Voa-se NÍVEL DE VOO (FL) → Em altitude



IMPORTANTE:

Para calcular altura de nuvem tendo a temperatura do ar e a temperatura do ponto de orvalho, use a seguinte formula:

$$H = 125 (T - PO)$$

H = altura

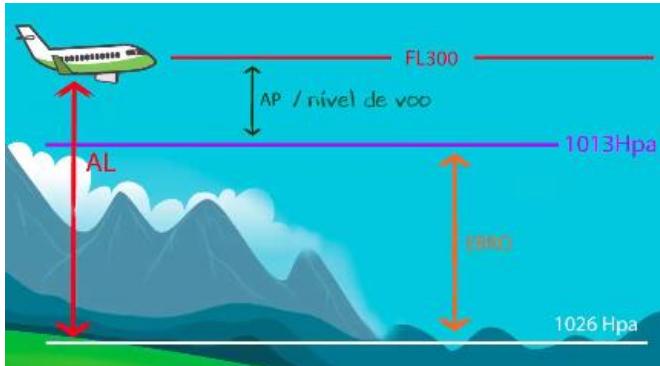
T = temperatura do ar

PO = temperatura do ponto de orvalho

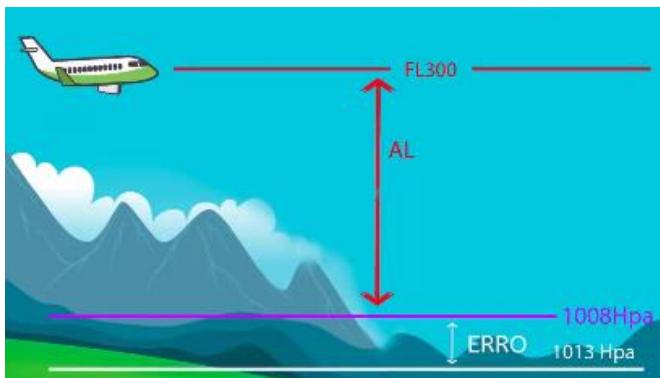


ERROS DE PRESSÃO

a) Pressão maior do que a padrão



a) Pressão menor do que a padrão



$QNH > QNE \rightarrow$ Soma-se o erro +
 $QNH < QNE \rightarrow$ Subtrai-se o erro -

1 HP – 28,6 pés – 9m
 Para fins de cálculo 30 pés equivalem a 1 Hpa
 Se subir → Reduz a pressão
 Se descer → Aumenta a pressão

Qual o erro de uma aeronave que voa no FL100 com o QNH do dia 1023?

$$\begin{aligned} 1023 - 1013 &= 10 \\ 1 \text{ Hpa} - 30 \text{ pés} \\ 10 \text{ Hpa} - X \\ X &= 300 \text{ Pés} \\ 10.000 (\text{FL } 100) + 300 &= 10.300 \end{aligned}$$

IMPORTANTE!!

QNH > QNE

ERRO para MAIS
 INDICAÇÃO para MENOS

QNH < QNE

ERRO para menos
 INDICAÇÃO para mais

OBS: A INDICAÇÃO É SEMPRE O CONTRÁRIO DO ERRO!

Exercícios de Altimetria II:

1) Uma aeronave no FL100 sobrevoa uma região cuja pressão no nível médio do mar é 1020. O altímetro estará com erro de indicação:

- a) Para menos
- b) Para ISA
- c) Para mais

2) Uma aeronave sobrevoa um aeródromo em uma altitude pressão de 8000 pés. O QNH no momento do sobrevoo é 1007Hpa. A elevação do aeródromo é de 2700 pés. Com base nessas informações, pode-se afirmar que a altura do voo é aproximadamente, em pés:

- a) 4740
- b) 5120
- c) 7820
- d) 8000

3) O nível padrão encontra-se a 270 pés acima do nível médio do mar num dado momento. A pressão ao nível médio do mar no referido momento é de:

- a) 1022Hpa
- b) 1012Hpa
- c) 1004Hpa
- d) NDA

MAIS ALGUNS CONCEITOS (complete de acordo com a sua compreensão da aula)

Altitude Absoluta (AA) →

Altitude Pressão (AP) →

Altitude Indicada (AI) →

Altitude Calibrada (AC) →

Altitude Verdadeira (AV) →

Erro de Fricção →

Erro de Escala →

Erro de Histerese →

Erro de temperatura →

Erro de vedação →

Efeito Canyon →



ERRO DE TEMPERATURA

Se $TV=ISA$, não há erro altimétrico por temperatura.
Se TV é diferente da ISA , há erro altimétrico

ERRO DE: 4% da AP para cada $10^{\circ}C$ de variação entre a temperatura padrão e a temperatura no nível.

Temperatura real > ISA = erro para mais – indicação para menos - segurança

Temperatura real < ISA = erro para menos – indicação para mais - insegurança

ERROS COMBINADOS (Pressão e Temperatura)

Pressão

Se o $QNH>QNE = AL>AP$ (Pressão Alta) = Segurança
Se o $QNH<QNE = AL<AP$ (Pressão Baixa) = Insegurança

Se no FL, $TV>ISA$ = Temperatura Alta = Segurança
Se no FL, $TV<ISA$ = Temperatura Baixa = Insegurança

Exercícios resolvidos em aula:

1) No FL070 a temperatura é de $10^{\circ}C$. Nesse caso teremos altitude:

- a) 6748
- b) 7252
- c) 7000
- d) 8252

2) Considerando-se a elevação do aeródromo de 3.000 pés e a temperatura do ar de $20^{\circ}C$ positivos, temos altitude corrigida, em pés, de:

- a) 4.130 pés
- b) 4.122 pés
- c) 4.000 pés
- d) 3.130 pés

3) Uma aeronave no FL100 sobrevoa uma região cuja temperatura externa é de zero graus Celsius. Nestas condições a referida aeronave estará voando:

- a) Ajustado QNH
- b) Dentro das condições ISA
- c) Com altitude-verdadeira maior que a AP
- d) Com altitude-verdadeira menor que a AP

REVISANDO

Pressão:

Se o $QNH>QNE = AL>AP$ (Pressão Alta) = Segurança
Se o $QNH<QNE = AL<AP$ (Pressão Baixa) = Insegurança

Temperatura:

Se no FL, $TV>ISA$ = Temperatura Alta = Segurança
Se no FL, $TV<ISA$ = Temperatura Baixa = Insegurança

PTA x PTB

PTA → Pressão e temperatura alta → segurança

PTB → Pressão e temperatura baixa → Insegurança



Exercício Combinado resolvidos em aula:

1) Sabendo-se que a pressão em um sobrevoo de 5000 pés é de 1005 HPa, e que a temperatura no mesmo nível é $12^{\circ}C$, qual a altitude verdadeira?



ALTITUDE VERDADEIRA

Altitude que a acft realmente voa com a correção dos erros altimétricos mais influências; pressão e temperatura.

- Altitude verdadeira = AP + Erro pressão + Erro de temperatura

ALTITUDE DENSIDADE

Em outras palavras, é a altitude pressão AP corrigida para os erros de densidade do ar.

Em termos práticos e para uma aeronave, a Altitude Densidade revela para ela, acft, onde ela "acha que está".

Cumpre aqui salientar que a Altitude Densidade não é propriamente uma referência à "altitude" que voa a aeronave e sim uma referência à "performance" da aeronave.

Parâmetros que afetam a Densidade do Ar:

- Altitude
- Temperatura
- Umidade

Cálculo da Altitude Densidade

$$AD = AP + 100 (TV - ISA)$$

OBS: Alguns exercícios podem escrever a temperatura da seguinte forma:

$$\begin{aligned} FL 100 \text{ ISA} &+ 4 \\ FL 050 \text{ ISA} &- 3 \end{aligned}$$

Entenda que não basta somar 4 ou diminuir 3 de 15°C, que seria a temperatura no nível médio do mar; é preciso calcular a temperatura no FL 100 e então somar 4, ou calcular a temperatura no FL050 e então reduzir 3°C; veja:

$$\underline{FL 100 \text{ ISA} + 4}$$

$2^\circ C - 1000 \text{ pés}$
 $X - 10.000 \text{ pés}$
 $X = 20^\circ C \text{ (variação)}$
 Considerando 15°C no solo, então $+15^\circ C - 20^\circ C = -5^\circ C$
 Apenas AGORA, soma-se os 4, então a temperatura que o exercício quer mostrar é que no FL 100 está $-5^\circ C + 4 = -1^\circ C$

FL 050 ISA – 3

$$2^\circ C - 1000 \text{ pés}$$

$$X - 5000 \text{ pés}$$

$$X = 10^\circ C$$

Considerando 15°C no solo, então $+15^\circ C - 10^\circ C = 5^\circ C$

Apenas AGORA, diminui-se 3°C, então a temperatura que o exercício quer mostrar é que no FL 050 está $5^\circ C - 3 = 2^\circ C$

Parabéns por ter chegado até aqui!

Grande abraço

Karen





BLOCO 1.

01. Distância vertical que separa um ponto no espaço da superfície do solo, conhecido como Altitude Absoluta ou altura:

- A) QFF
- B) QFE
- C) QNH
- D) QNE

02. Distância vertical que separa um ponto no espaço do nível do mar, conhecido como Altitude Indicada:

- A) QFF
- B) QFE
- C) QNH
- D) QNE

03. Distância que separa um ponto no espaço do nível padrão, conhecido como Nível Padrão, FL, Altitude Pressão:

- A) QFF
- B) QFE
- C) QNH
- D) QNE

04. A elevação de um aeródromo pode ser determinada por:

- A) QNE-QNH
- B) QNH-QNE
- C) QNE-QFE
- D) QNH-QFE

05. Uma aeronave pousada em um aeródromo e ajustada QNH no altímetro estará indicando:

- A) Altitude Indicada
- B) Altitude Pressão
- C) Altura do AD
- D) Altitude Absoluta

06. De acordo com os parâmetros estabelecidos pela atmosfera padrão (ISA), para cada 30 pés de altitude a pressão decresce em média:

- A) 1 hPa
- B) 2 hPa
- C) 3 hPa
- D) 4hPa

07. Pressão atmosférica determinada ao nível da pista de um AD, também conhecida como ajuste a zero:

- A) QNE
- B) QNH
- C) QFF
- D) QFE

BLOCO 2.

01. Uma aeronave sobrevoa a 3.000 pés de altura um aeródromo cuja elevação é de 1.140 pés, com o QFE no momento do sobrevôo de 968,2 hPa, sabe-se que a referida aeronave estará na altitude pressão de:

- A) 4.350 pés
- B) 3.000 pés
- C) 3.930 pés
- D) 4.140 pés

02. Uma aeronave encontra-se estacionada numa pista, cuja elevação é de 2.500 pés. A pressão reduzida ao nível do mar é de 1003,2 hPa. Com tais informações, pode-se afirmar que altitude indicada da aeronave é de:

- A) 2.200 pés
- B) 2.500 pés
- C) 2.800 pés
- D) 3.100 pés

03. Uma aeronave encontra-se pousada numa pista, cuja elevação é de 3.200 pés. A pressão reduzida ao nível do mar é de 1003,2 hPa. Com tais informações, pode-se afirmar que altitude de pressão aeronave é de:

- A) 3.000 pés
- B) 2.500 pés
- C) 2.800 pés
- D) 3.500 pés

04. Uma aeronave encontra-se pousada num determinado aeródromo, cuja elevação da pista é de 3.850 pés o QNH do local no momento, é de 1009,2 hPa. Qual a AP da aeronave em pés.

- A) 3.730
- B) 3.850
- C) 3.970
- D) 4.090

05. Uma aeronave sobrevoa uma região no FL070, onde o QNH no momento é de 1020,2 hPa. Com estas informações pode-se afirmar que a aeronave encontra-se na altitude:

- A) real de 6.679 pés
- B) real de 7.210 pés
- C) pressão de 6.790 pés
- D) pressão de 7.210 pés

EXERCÍCIOS EXTRAS



06. Uma aeronave sobrevoa Brasília no FL060. A elevação da pista é de 3.450 pés, o QNH no momento do sobrevôo é de 1008,2 hPa. Com todas estas informações, tem-se que altitude pressão da aeronave é de:

- A) 6.000 pés
- B) 6.150 pés
- C) 6.090 pés
- D) 5.850 pés

07. Uma aeronave encontra-se pousada num aeródromo cuja elevação é de 2.400 pés e o QNH no momento de 1017,2 hPa com as informações conclui-se que a altitude pressão aeronave é de:

- A) 2.520 pés
- B) 2.280 pés
- C) 2.100 pés
- D) 1.800 pés

08. Uma aeronave sobrevoa Brasília no FL075. A elevação da pista é de 2.450 pés, o QNH no momento do sobrevôo é de 1008,2 hPa. Com estas informações, tem-se que a altitude da aeronave é de:

- A) 7.350 pés
- B) 7.500 pés
- C) 7.650 pés
- D) 8.000 pés

09. Uma aeronave voando no FL140 sobre o aeroporto de Congonhas, o piloto constatou que a temperatura de 20°C positivos, e com a ATIS verificou que o QNH no momento é de 1023,3 hPa. A altitude verdadeira da aeronave é:

- A) 14.300 pés
- B) 16.198 pés
- C) 16.148 pés
- D) 12.452 pés

10. Considerando: altitude-pressão de 6000 ft, temperatura do ar de 08°C e QNH 1006,2 hPa. A altitude verdadeira da ACFT será de:

- A) 6.090 pés
- B) 5.910 pés
- C) 5.670 pés
- D) 6.330 pés

11. Considerando que a elevação de um aeródromo é de 1.000 pés e a temperatura do ar é de 25° Celsius, a altitude densidade será de:

- A) 1.900 pés
- B) 2.200 pés
- C) 2.500 pés
- D) 2.800 pés

12. Uma aeronave sobevoa Brasília no FL090. A elevação da pista é de 3.450 pés o QNH no momento do sobrevôo é de 1008,2 hPa. Com todas estas informações, tem-se que a altitude pressão da aeronave é de:

- A) 9.000 pés
- B) 9.150 pés
- C) 9.090 pés
- D) 8.850 pés

13. Uma aeronave voando no FL060, com temperatura verdadeira de 07°C negativos, estará:

- A) Sem erro de pressão
- B) Voando acima da altitude pressão
- C) Voando abaixo da altitude pressão
- D) Voando na própria altitude pressão

14. Uma aeronave sobrevoa uma região no FL100, com QNH no momento de 1018,2 hPa, estará:

- A) Na altitude pressão de 9.850 pés
- B) Na altitude indicada de 10.150 pés
- C) Na altitude pressão de 10.150 pés
- D) Na altitude indicada de 9.850 pés

15. Uma aeronave sobrevoa um aeródromo, na altitude pressão de 8.000 pés, o QNH no momento é de 1007,2 hPa e a elevação do aeródromo é de 2.700 pés. Com base nestas informações, pode-se afirmar que a altura do voo é aproximadamente, em pés, de:

- A) 4.740
- B) 5.120
- C) 7.820
- D) 8.000

16. Uma aeronave no FL120, com temperatura verdadeira de -10°C, sobrevoa um ponto onde o QNH é de 1010,2 hPa. De acordo com as informações sabe-se que a referida aeronave encontra-se na altitude verdadeira de:

- A) 11.700 pés
- B) 11.862 pés
- C) 11.910 pés
- D) 11.958 pés

17. O piloto de uma aeronave no FL095 constata que a altitude verdadeira é de 9.200 pés. Pode-se concluir que a pressão ao nível do mar é de:

- A) 1003,2 hPa
- B) 1010,2 hPa
- C) 1013,2 hPa
- D) 1023,2 hPa



18. Uma aeronave sobrevoa uma região no FL050, considerando que a umidade do ar é bastante elevada e a pressão ao nível do mar é de 1018,2 hPa, concluiu-se que o altímetro apresenta:

- A) Erro de indicação para mais
- B) Indicação de 4.850 pés
- C) Erro de indicação para menos
- D) Indicação de 5.150 pés

19. Uma aeronave no FL100 sobrevoa uma região cuja pressão ao nível do mar é de 1020,2 hPa.

Nestas condições o altímetro a aeronave apresenta:

- A) erro de indicação para menos
- B) erro de pressão para menos
- C) erro de indicação para mais
- D) nenhum erro altimétrico

20. Considerando a elevação de um aeródromo de 3.000 pés e a temperatura do ar de 20°C positivos, temos altitude densidade, em pés, de:

- A) 4.200
- B) 4.100
- C) 4.000
- D) 3.900

— IF THE —
Plan
 DOESN'T
WORK
 • CHANGE THE PLAN •
 BUT NEVER THE
 ■■■■■ GOAL ■■■■■

Bloco 1:	Bloco 2:	
		10 B
		11 B
01 A	1 A	12 A
02 C	2 B	13 C
03 D	3 D	14 B
04 D	4 C	15 B
05 A	5 B	16 B
06 A	6 A	17 A
07 D	7 B	18 C
	8 A	19 A
	9 C	20 B