

METEOROLOGIA - RESUMO

Cap. 1: Introdução a meteorologia

Meteorologia pura: E o estudo dirigido para o campo de pesquisa. Ex: Dinâmica, climatológica, sinótica, etc.

Meteorologia Aplicada: E dirigida para a área de aplicação. Ex: Meteorologia aeronáutica, agrícola, marítima, etc.

Fases da meteorologia:

- **Observação:** verificação visual e instrumental dos elementos meteorológicos. Podem ser de superfície e de altitude respectivamente EMS e EMA;
- **Divulgação:** transmissão dos dados observados;
- **Coleta:** e a recepção de dados de uma determinada região para o conhecimento mais amplo das condições reinantes num aeródromo e nos demais;
- **Análise:** e o estudo e a interpretação dos dados coletados;
- **Exposição:** e a entrega dos dados para consulta dos usuários.

No Brasil a meteorologia é controlada pelo DECEA através do SRPV e dos CINDACTA.

Cap. 2: A terra e o sistema solar

Rotação: Executado em seu próprio eixo

Translação: executado em torno do sol em 365 dias e é também responsável pelas estações do ano.

Solstícios: Ponto em que o sol fica mais afastado da terra que é no dia 21 de junho onde o sol incide no trópico de câncer ocorrendo verão no hemisfério norte e no dia 22 de dezembro quando o sol incide no trópico de capricórnio dando verão no hemisfério sul. Este também pode ser chamado de Afélio.

Equinócios: Momento em que a terra se encontra mais próxima do sol, registrando então igual duração de dia e noite. Os momentos são no dia 20 de março e 23 de

setembro, d originando também as estações de primavera e outono. Este também pode ser chamado de Periélio.

Lat. Tropicais: Entre os dois trópicos;

Lat. Equatorial: Sobre o equador;

Lat. Temperada: Entre os trópicos e o círculo polar;

Lat. Polar: nos pólos.

Cap. 3: Atmosfera Terrestre

Composição da atmosfera: Nitrogênio: 78%, oxigênio: 21%, outros gases: 1%.

Vapor de água não faz parte da composição do ar. Ele varia de 0 a 4%.

Classificação do ar:

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

OBS: O ar seco contém mais nitrogênio e oxigênio, elementos estes mais pesados do que o vapor de água, tornando-o mais denso e mais pesado que o ar úmido.

Camadas da atmosfera:

- **Troposfera:** chamada também de baixa atmosfera é nela que ocorrem todos os fenômenos importantes para a meteorologia, varia de 7 a 9 km nos pólos, de 13 a 15 km nas latitudes temperadas e de 17 a 19 km no equador, nela a temperatura decresce 2°C/1000 pés ou 0,65°C/100 metros.
- **Tropopausa:** possui uma extensão de 3 a 5 km de espessura, a temperatura não varia, portanto ela é isotérmica.
- **Estratosfera:** se estender a aproximadamente 70 km de altitude e é nela que se tem início a difusão da luz. Ocorre na estratosfera uma camada de ozônio entre 20 e 50 km na qual funciona como um filtro seletivo dos raios ultravioletas

- **Ionosfera:** se estende ate aproximadamente 400 a 500 km de altitude, é nela que se tem inicio a filtragem seletiva da radiação solar.
- **Exosfera:** estende-se a aproximadamente 1000 km e é confundida com o espaço interplanetário.

Radiação solar: o corpo mais aquecido cede calor para o corpo menos aquecido, assim durante o dia, o sol cede calor para a terra, fenômeno conhecido como radiação solar.

Radiação terrestre: Durante a noite a terra mais aquecida cede calor para o espaço sideral.

Albedo: É a relação entre o total de energia refletida e o total de energia que incide sobre uma superfície. O albedo médio da terra e de 35%. Quanto mais brilhante, brancas, polidas e lisa maior será o albedo.

Insolação: É a quantidade de energia solar que atinge a terra apor sofrer os processos de filtragem seletiva. É feita através dos processos físicos de:

- **Absorção:** retenção dos raios solares;
- **Difusão:** espalhamento dos raios;
- **Reflexão:** volta dos raios solares para o espaço.

Cap. 4: Calor e Temperatura

Ar quente: Mais leve e menos denso, ocupa maior volume.

Ar frio: Mais pesado e mais denso, ocupa menos volume.

Propagação do calor: forma como se propaga para manter equilíbrio térmico entre os corpos.

- **Condução:** o mais quente cede calor pro mais frio;
- **Convecção:** transporte de calor no sentido vertical, bastante comum a tarde no verão sobre o continente;
- **Adveção:** transporte na horizontal, na qual se da pelos ventos e pelas correntes marinhas;
- **Radiação:** transferência por meio do espaço, sendo a radiação terrestre e solar.

OBS: A temperatura varia inversamente proporcional com a altitude, latitude, densidade e pressão.

Inversão térmica: é quando a temperatura aumenta com a altitude

Temperatura do ar em vôo:

- **SAT ou TAT:** temperatura do ar estático
- **IAT:** temperatura do ar indicada
- **CT:** coeficiente térmico, diferença entre IAT e SAT

$$\text{SAT} = \text{IAT} - \text{CT} \quad \text{ou} \quad \text{IAT} = \text{SAT} + \text{CT} \quad \text{ou} \quad \text{CT} = \text{IAT} - \text{SAT}$$

Conversão de temperaturas:

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$K = C + 273$$

$$R = F + 459$$

Cap. 5: Atmosfera Padrão

- 1 hPa para cada 30 pés;
- 1 Pol. De HG para cada 1000 pés;
- ISA = 15°;

Cap. 6: Pressão atmosférica

- Pressão é a força exercida por unidade de área, a força da gravidade e maior nos pólos do que no equador. A pressão é exercida em todos os sentidos.
- **Isóbaras:** um pontos de mesma pressão, são traçadas de 2 em 2 hPa pares.
- **A pressão varia:**
 - **Diretamente com:** densidade e latitude;
 - **Inversamente com:** temperatura, altitude e umidade.

A pressão é medida por barômetro e registrada por barógrafos. Os barômetros podem ser hidrostáticos ou de mercúrio e aneróides ou metálicos.

Sistemas de pressão:

➤ Fechados:

- **Centro de alta:** as pressões maiores estão no centro e diminuem pra periferia;
 - Divergente;
 - Anticiclônico;
 - Bom tempo.

- **Centro de baixa:** as pressões maiores estão na periferia e menores no centro;
 - Convergente;
 - Ciclônico;
 - Mau tempo.

➤ Abertos:

- **Crista ou cunha:** sistema alongado de alta pressão;
- **Cavado:** sistema alongado de baixa pressão;
- **Colo:** dois sistemas de alta e dois sistemas de baixa pressão, nele os ventos são fracos de variáveis direções.

Cap. 7: Altimetria

Ajustes Altimetricos:

- **QNH:** É a pressão de um local que quando introduzida no altímetro indicara a altitude oficial do aeródromo quando a aeronave estiver decolando ou pousando, deve ser ajustado ao se cruzar o nível de transição.
- **QNE:** É a pressão padrão de 1013,2 hPa utilizado para vôos de cruzeiros, será ajustado ao cruzar a altitude transição.
- **QFE:** É chamada de ajuste a 0 pois quando pousado em um aeródromo ao se colocar o ajuste QFE o altímetro indicara zero pés, portanto serve para dar a altura da aeronave em relação ao aeródromo.

Erros Altimétricos:

- **Instrumental:** quando corrigido indicara a altitude calibrada.
- **Meteorológicos:** pode ser de pressão ou temperatura:
 - **Pressão:**
 - **QNH maior que QNE:** terá um erro de pressão pra mais e um erro de indicação pra menos, sendo uma condição de vôo segura.
 - EX: QNH 1018, valor indicado no altímetro: 5000 pés
 $1018 - 1013 = 5 \text{ hPa}$ ou 150 pés, portanto: 5150 pés
 - **QNH menor que QNE:** terá um erro de pressão pra menos e um erro de indicação pra mais, sendo uma condição de vôo inseguro.
 - EX: QNH 1008, valor indicado no altímetro: 5000 pés
 $1008 - 1010 = -5 \text{ hPa}$ ou -150 pés, portanto: 4850 pés
 - **Temperatura:** similar ao erro de temperatura, porem o calculo básico é:
 - Para cada 10° de diferença entre temperatura real e a padrão do FL tem-se 4% do valor de erro da altitude.

Cap. 8: Altitude Densidade, Densidade do ar e Velocidades.

Altitude Densidade: é a pressão corrigida para erro de temperatura;

Altitude Indicada: valor obtido no altímetro quando se ajusta QNH, sendo a altitude pressão corrigida para erros de pressão.

Altitude Calibrada: é a altitude corrigida para erros instrumentais

Velocidade aerodinâmica: varia diretamente com a temperatura e altitude;

- Com a temperatura: a VA varia 1 KT para cada 5°;
- Com a altitude: a VA varia 2% da VI a cada 1000 pés;

Cap. 9: Umidade do ar

É a quantidade de vapor de água existente num dado volume de ar, as principais fontes de vapor de água são: rios, lagos, pântanos, solos úmidos, vegetação, etc. A evaporação é o principal responsável pelo suprimento de vapor de água para o ar.

➤ Mudanças de estado da água:

- **Condensação:** gasoso para o líquido;
- **Sublimação:** gasoso para o sólido;
- **Solidificação:** líquido para o sólido;
- **Fusão:** sólido para o líquido;
- **Evaporação:** líquido para o gasoso.

➤ Relação peso x umidade:

- **Ar seco:** mais pesado e mais denso, em uma decolagem a aeronave correrá uma distância menor de pista por ter maior sustentação.
- **Ar úmido ou saturado:** mais leve e menos denso, em uma decolagem a aeronave percorrerá uma distância maior por ter menos sustentação.

➤ Elementos representativos da umidade do ar:

- **Umidade específica:** razão entre a massa de vapor de água e a massa de ar, expressa em kg.
- **Umidade absoluta:** razão entre a massa de vapor de água num dado volume de ar, expressa em metros cúbicos.
- **Umidade relativa:** relação entre a quantidade de umidade existente e a quantidade total de umidade suficiente para saturar um volume de ar considerado, medida em porcentagem.
 - **EX:** Um determinado volume de ar atinge a saturação com 80 toneladas de vapor de água, e num dado momento só apresenta 40 toneladas, então a umidade relativa deste volume é:

$$\begin{array}{l} 80 \text{ toneladas} \dots\dots\dots 100\% \\ 40 \text{ toneladas} \dots\dots\dots x\% \\ \mathbf{X = 50\%} \end{array}$$

- **Temperatura do ponto de orvalho (td):** é a temperatura na qual o ar atinge a saturação mantendo o mesmo valor de pressão.
 - Quando a temperatura do ar se igualar a temperatura do ponto de orvalho, significa que o ar atingiu a saturação, ou seja, capacidade de 4% de vapor de água e umidade relativa de 100%.
 - Quanto maior for a diferença entre as temperaturas mais seco estará o ar;
 - A temperatura do ponto de orvalho nunca será maior que a temperatura do ar, portanto ela será menor ou igual à temperatura do ar.

Cap. 10: Hidrometeoros e Litometeoros

Hidrometeoros: são formados por partículas de vapor de água. Podem ser depositantes, precipitados e suspensos.

- **Depositantes:** nevoeiro, nevoa úmida, orvalho;
- **Precipitantes:** Granizo, chuva, chuvisco
- **Suspensão:** nuvens.

Nevoeiros: formado junto a superfície (abaixo de 30 metros) quando o ar se encontra saturado. Ocorre quando o ar se condensa, seja pelo acréscimo de vapor de água no ar ou diminuição da temperatura do ar. Pode ocorrer principalmente quando a temperatura do ar e a mesma do ponto de orvalho.

- **Condições favoráveis para formação:**
 - Ventos fracos;
 - Umidade relativa elevada;
 - Elemento que propicie a formação.

Tipos de nevoeiros:

- **Nevoeiros de massas de ar:**
 - **Nevoeiros de radiação:** e formado quando a superfície terrestre se resfria rapidamente pela radiação terrestre em noites sem nuvens. Assim o ar em contato com o solo frio e resfriado até atingir a temperatura do ponto de orvalho. Forma-se mais facilmente com céu claro, ventos fracos, radiação terrestre e umidade relativa elevada.

➤ **Nevoeiros de advecção:**

- **Nevoeiro de vapor:** formado quando o ar mais frio se desloca sobre uma superfície líquida mais aquecida como rios, lagos, pântanos, etc. O vapor da mais aquecido ao entrar em contato com o ar mais frio se condensa originando o nevoeiro de vapor. Um exemplo são as águas quentes de caldas novas.
- **Nevoeiro marítimo:** é formado pelo ar quente que se move do continente para o mar mais frio, em consequência ocorre a saturação formando um nevoeiro de grande espessura devido a grande umidade do ar marinho.
- **Nevoeiro orográfico ou de encosta:** formado quando o vento desloca o ar com suficiente quantidade de umidade encosta acima da montanha originando o nevoeiro no declive abaixo.
- **Nevoeiro de brisa marítima:** formado pelo ar mais aquecido do mar sobre o litoral mais frio.
- **Nevoeiro glacial:** formado pela sublimação do vapor de água, ocorre nos pólos em temperaturas abaixo de -30° .

➤ **Nevoeiros frontais:**

- **Nevoeiro pré-frontal:** ocorre antes da passagem de uma frente quente.
- **Nevoeiro pos-frontal:** ocorre após a passagem de uma frente fria.

Dissipação do nevoeiro:

- Quando a velocidade do vento aumenta;
 - Quando houver aquecimento de baixo para cima causada pela infiltração da luz solar;
 - Quando a terra se aquece pelo sol.
- **Nevoa úmida:** se diferencia do nevoeiro apenas por conter menor umidade relativa, entre 80 e 90% e a visibilidade se igual ou superior a 1000 metros.
- **Orvalho:** forma-se pela condensação do vapor de água ao se depositar numa superfície fria.
- **Geadas:** forma-se pela sublimação do vapor de água ao se depositar numa superfície com temperatura inferior a 0° .
- **Chuvisco:** gotas muito pequenas que caem de nuvens stratus, parecendo flutuar no ar.

Litometeoros: formado por impurezas em suspensão na atmosfera terrestre, de origem mineral. São formados principalmente por fumaça de cidades industriais, queimadas, poeira de terra, partículas de sal marinho, etc.

Principais Litometeoros:

- **Nevoa seca:** difere-se da nevoa úmida apenas quando a umidade cair de 80%, a visibilidade e de 1000 metros ou mais. Possui uma cor avermelhada ou alaranjado. Pode fazer com que o aeródromo fique fechado.
- **Poeira:** presente no ar por partículas sólidas muito finas, de uma cor bronzeada ou amarelada ao céu. Só será publicado nos boletins meteorológicos quando a visibilidade for menos que 1000 metros.
- **Fumaça:** presente no ar de forma concentrada devida a combustão incompleta da matéria. De ao céu uma cor extremamente avermelhada e a visibilidade e menor que 1000 metros.

Cap. 11: restrições a visibilidade atmosférica

- **Visibilidade horizontal:** medida por um observador a superfície em torno de 360° tendo como centro o aeródromo. É medida visualmente ou por instrumentos como o visibilômetros.
- **Alcance visual da pista (RVR):** é feita a partir da pista em uso utilizando-se de aparelhos para medição.
- **Visibilidade vertical:** medida visualmente ou por instrumentos como projetor luminoso e tetômetro.
- **Visibilidade oblíqua:** entende-se por visibilidade oblíqua aquela observada na vertical de uma aeronave e um ponto na superfície onde os objetos e obstáculos podem ser distinguidos.
- **Visibilidade de aproximação:** é a capacidade que um piloto tem de ver ao ingressar na reta final para pouso no aeródromo em questão.

OBS: as visibilidades podem ser medidas em milhas, quilômetros ou pés.

Cap. 12: Nuvens

Nuvens: é formada por um aglomerado de gotículas de vapor de água ou de cristais de gelo e ficam suspensas na atmosfera pelas correntes de ventos ascendentes.

Classificação das nuvens:

➤ Quanto ao aspecto:

- **Estratiforme:** apresentam-se em camadas contínuas de grande extensão horizontal, são lisas, a base e o topo têm forma bem definida, ar calmo sem turbulência.
- **Cumuliforme:** camadas descontínuas de grande extensão vertical, possuem contornos bem definidos, ar turbulento.
- **Cirriforme:** apresentam-se de forma alongada e filamentosa, sem sombra própria, são brancas e brilhantes e formadas por cristais de gelo.

➤ Quanto à estrutura:

- **Líquidas:** formadas por gotículas de água;
- **Sólidas:** formadas por cristais de gelo;
- **Mistas:** formadas por gotículas de água e cristais de gelo.

➤ Quanto a altura:

- **Altas:** acima de 8 km de altura;
- **Medias:** de 2 a 8 km
- **Baixas:** de 30 metros a 2 km de altura.

➤ Quanto ao gênero:

- **Altas (sólidas):**
 - Cirrus (CI)
 - Cirrustratus (CS)
 - Cirrocumulos (CC)
- **Medias (líquidas e mistas)**
 - Altostratus (AS)
 - Altocumulos (AC)
 - Nimbostratus (NS)
- **Baixas (líquidas):**
 - Stratus (ST)
 - Stratocumulos (SC)

Nuvens do estagio alto: não causa problemas para a aviação por não constituírem camadas espessas nem darem origem a precipitação que atinge o solo.

- **Cirrus:** são nuvens isoladas, sem sombra própria com textura sedosa de cor branca e brilho sedoso. Constituída por cristais de gelo ralo. São transparentes e delicadas e geralmente antecedem uma frente fria.



- **Cirrocumulos:** lembram pequenos flocos de algodão, tem cor branca, tem aspecto de areia de praia. São constituídas por cristais de gelo e são sempre suficientemente transparentes para deixarem aparecer a posição do sol ou lua. Anuncia o frio e chuva.



- **Cirrustratus:** véu de nuvem transparente e esbranquiçado deixa o céu esbranquiçado e pode formar um halo em torno do sol ou lua, esta nuvem nunca é suficiente para ocultar o sol.



Nuvens do estagio médio: essas nuvens interferem nas operações de vôo.

- **Alto cumulos:** nuvens branco-acinzentadas possuem sombra própria, dispostas em mantos ou camadas em grande quantidade, deixa o céu com uma forma encarneirada. Denunciam a presença de turbulência nos níveis médios de intensidade fraca a moderada.



- **Altostratus:** camada de nuvens cinzento-azulada, de aspecto uniforme, cobrindo quase que inteiramente o céu, possui espessura suficiente para ocultar o sol ou a lua. Possui precipitação que pode alcançar o solo como forma de chuva ou neve de caráter contínuo.



- **Nimbostratus:** camada de nuvem de cor cinza escuro com pouca luz em seu interior, muitas vezes de aspecto sombrio em consequência de chuva e neve em seu interior. Possui em toda sua extensão espessura suficiente para ocultar completamente o sol.



Nuvens do estagio baixo: são as que apresentam maiores problemas para a aviação, principalmente nas operações de pousos e decolagens.

- **Stratus:** apresenta-se em forma de uma camada continua de cor cinzenta, tem um aspecto turvo e muito uniforme, geralmente costumam ocultar construções muito altas e pequenos montes, apresenta uma forma fragmentada mais clara proveniente da elevação do nevoeiro. A sua principal característica é o chuvisco.



- **Stratocumulos:** nuvem cinzenta ou esbranquiçada, tendo sempre partes escuras em forma de seixos ou bolas, tem a forma de um lençol baixo. Esta associada a chuva



- **Cúmulos:** de desenvolvimento vertical, cor branca com contorno bem definido, isoladas com base horizontal bem definida.



- **Torre de cúmulos:** possuem um desenvolvimento vertical exagerado tomando forma de torre.



- **Cumulonimbus:** nuvem densa, de considerável desenvolvimento vertical, em forma de montanha ou de enormes torres. Sua região superior pode ter a forma de bigorna ou de um vasto penhasco. são consideradas super perigosas para a aviação, pois estão associadas a tempestades.



- **Lenticulares:** possuem a forma de lentes e são quase sempre alongadas com os contornos bem delineados, são referencias visuais para detectar ondas das montanhas.



- **Mamatus:** na parte inferior possuem formações semelhantes a bolsas ou seios de forma arredondada e escura, resultado de forte vórtice de vento que produz severa turbulência.



Processo para formação de nuvens:

- **Advecção:** é provocado pelo movimento dos ventos frios sobre superfície quentes ou quando o vento se desloca para uma superfície fria. Quando o fluxo de ar superior for mais aquecido que o inferior o tipo de nuvem será estratiforme e quando o inferior for mais aquecido que o superior o tipo será Cumuliforme.
- **Radiação:** formam-se nuvens stratus.
- **Convecção:** o resfriamento ocorre devido a perda de calor pelo levantamento do ar. Formam-se nuvens de desenvolvimento vertical.
- **Por efeito orográfico:** o ar resfria-se ao subir a encosta da montanha formando nuvens próximas ao topo
- **Por efeito dinâmico:** o ar quente é levantado pelo ar frio sofrendo um resfriamento adiabático por levantamento, este processo ocorre nos sistemas frontais.

Calculo para determinação da altura da base da nuvem convectiva (NCC):

$$H = 125 \times (T - TD)$$

- **H** = altura da base em metros
- **125** = constante da formula
- **T** = temperatura do ar na superfície
- **TD** = temperatura do ponto de orvalho na superfície
- **OBS:** a temperatura decresce 1°C/100 metros e a temperatura do ponto de orvalho decresce 0,2°C/100 metros.

- **Quantidade de nuvens:**
 - **SKC:** céu claro, menos de 1/8;
 - **FEW:** poucas nuvens, 1/8 a 2/8;
 - **SCT:** esparso, 3/8 a 4/8;
 - **BKN:** nublado, 5/8 a 7/8;
 - **OVC:** encoberto, 8/8.

Cap. 13: Precipitação

Definição: é o retorno da água para superfície sendo classificadas quanto ao tipo, caráter e intensidade.

➤ Quanto ao tipo:

○ **Líquidas:**

- **Chuva:** água em seu estado líquido provem de nuvens NS, AS, CU, SC e CB;
- **Chuvisco:** o mesmo que chuva porém com espessura menor, sendo o elemento precipitante que mais reduz a visibilidade, normalmente é acompanhado de nevoeiro e provem de nuvens Altostratus e stratus.

○ **Sólidas:**

- **Neve:** cristais hexagonais de gelo de cor branca provem de nuvens AS, NS e CB;
- **Granizo:** grãos de gelo cuja espessura varia de 2 a 5 mm e provem de nuvens CB;
- **Saraiva:** pedras de gelo cuja espessura varia de 5 a 50 mm e provem de nuvens CB.

➤ Quanto ao caráter:

- **Contínua:** sem intervalos;
- **Intermitente:** período de precipitação é maior que os intervalos;
- **Pancada:** por um curto espaço de tempo.

➤ Quanto a intensidade:

- **Leve:** quando a película da água entra em contato com o solo e escorre;
- **Moderada:** quando a película da água forma um V ao bater no solo;
- **Forte:** quando a película da água forma um grande V em contato com o solo.

➤ Instrumentos:

- **Pluviômetro:** mede a precipitação líquida em milímetros;
- **Nivômetro:** mede a precipitação sólida como a neve.

- **Estabilidade ou instabilidade condicional:** acontecerá sempre que o G.T. estiver entre a razão adiabática úmida e a razão adiabática seca. Caracteriza-se pela formação de nuvens Stratocumulos.

$$0,6^{\circ}\text{C (RAU)} < 0,85^{\circ}\text{C} < 1^{\circ}\text{C (RAS)} / 100 \text{ metros}$$

- O equilíbrio será **estável condicional** se o ar for seco;
- É será **instável condicional** se o ar for úmido.

- **Condições de tempo associadas:**

- **Com a estabilidade do ar:**

- Tempo bom;
- Céu claro ou nuvens estratiformes;
- Favorecimento de formação de nevoas, nevoeiros e fumaça;
- Ar calmo, sem agitação;
- Se houver precipitação, será leve e continua;
- Péssima visibilidade.

- **Com a instabilidade do ar:**

- Tempo geralmente ruim;
- Nuvens Cumuliforme;
- Favorecimento de formação de trovoadas;
- Ar agitado e turbulento;
- Precipitação forte do tipo pancada;
- Visibilidade excelente, exceto durante as pancadas.

Cap. 15: Turbulência

Definição: é a agitação vertical das moléculas do ar que provoca um vôo desconfortável.

- Classificação das turbulências:

- Leve: de 5 a 15 kt;
- Moderada: de 15 a 25 kt;
- Forte: de 25 a 35 kt;
- Severa: maior que 35 kt, onde os danos são inevitáveis e a pilotagem impossível.

➤ **Tipos de turbulência:**

- **Convectiva ou termal:** é causada pelas variações térmicas verticais da atmosfera, quando superiores a 1°C/100 metros, produzem dentro e fora das nuvens, correntes verticais consideráveis, são capazes de interferir nos movimentos horizontais da aeronave. Pode ser identificado pela presença de nuvens cúmulos.
- **Mecânicas de solo:** provocada pelo atrito do ar ao soprar de encontro as edificações ou outros obstáculos artificiais, afetando aeronaves efetuando vôos em baixas altitudes.
- **De montanha ou orográficas:** provocado pelo atrito do ar com as encostas das montanhas, este que forma nuvens lenticulares no topo da montanha e também nuvens rotoras a sotavento.
- **Esteira de turbulência:** provocado por aeronaves de grande porte em sua trajetória para pouso, formando vórtices de vento por causa dos motores ou ponta das asas.
- **Turbulência dinâmicas de cortantes de vento (Wind shear):** ocorre quando existe variação na velocidade ou direção do vento dentro de uma curta distancia.
- **Turbulência em ar claro (CAT):** sendo uma turbulência sem nenhuma advertência visual, estão associadas às esteiras de turbulência.
- **Turbulência dinâmica frontal:** provocada pela ascensão do ar quente na rampa frontal. Quanto mais quente, úmido e instável estiver o ar, maior a intensidade da turbulência. As turbulências frontais mais severas estão associadas as frentes frias rápidas, mas podem ocorrer associadas a qualquer sistema frontal.

Cap. 16: Ventos

Definição: é o movimento do ar que acontece das altas pressões para as baixas pressões.

- **Força G:** é a força propulsora do vento que faz com q o vento flua das altas para as baixas pressões.

- **Força de Coriolis – F:** é o desvio do vento na atmosfera devido ao movimento de rotação da terra, sendo que no hemisfério sul há o desvio para esquerda e no hemisfério norte há o desvio para a direita.
- **Camada de fricção:**
 - **Superfície:** vento de superfície, de 0 a 100 metros, força de atrito e G;
 - **Transição:** vento Barostrófico, de 100 a 600 metros, força G;
 - **Atmosfera livre:** vento Geostrófico, a partir de 600 metros, força G e F.
- **Atmosfera livre:**
 - Ventos geostrofico;
 - Forças G e F;
 - Paralelismo entre as isóbaras;
 - Direção do vento geostrofico se no hemisfério sul subtrai: mar = 10 °, planície = 45 ° e montanhas = 70 °;
 - Velocidade do vento: 50% do vento de superfície.
- **Comportamento dos ventos:**
 - **Alta pressão no H.S.:** anti-horária, NOSE, divergente, anticiclônico;
 - **Baixa pressão no H.S.:** horária, NESO, convergente, ciclônica;
 - **Alta pressão no H.N.:** horária, NESO, divergente, anticiclônico;
 - **Baixa pressão no H.N.:** anti-horária, NOSE, convergente, ciclônica.
- **Lei de Buys Ballot:** Se dermos as costas para o vento no hemisfério sul as pressões menores e conseqüentemente o mau tempo estará a nossa direita.

Cap. 17: Circulação geral dos ventos na atmosfera

Definição: os ventos na atmosfera fluem de forma a manterem um certo equilíbrio de pressões no globo terrestre e o fazem através do sistema organizado chamado circulação geral dos ventos na atmosfera.

- **Circulação nos níveis inferiores:** ate 20.000 pés;
- **Circulação superior predominante:** é de oeste acima de 20.000 pés.

- **Zona de confluência intertropical:** é uma faixa latitudinal que divide a circulação em dois hemisférios. Esta confluência provoca na região uma área de mau tempo.
- **Circulação dos ventos em níveis inferiores:**
 - **Ventos polares:** predominam de SE no H.S. e NE no H.N.;
 - **Ventos de oeste:** predominam de oeste em ambos os hemisférios;
 - **Ventos alísios:** predominam de SE no H.S. e NE no H.N.

- **Circulação superior predominante de oeste:**
 - **Corrente de jato:** é um fluxo de vento forte, predominando de oeste em ambos os hemisférios sobre as latitudes temperadas. Ocorrem nas zonas de convergência em alta altitude, entre os ventos Ciclônico polares e o retorno dos anticiclones subtropicais.
- **Circulação secundária:** são ventos barostroficos ou de superfície que representam uma irregularidade dentro do sistema de circulação geral dos ventos na atmosfera.
 - **Brisa marítima:** é o fluxo diurno de ventos que sopram no litoral do mar para a terra devido ao ar no mar estar mais frio do que na terra.
 - **Brisa terrestre:** é o fluxo noturno de vento que sopra da terra mais fria para o mar mais aquecido.
 - **Monções:** formam-se pelo mesmo efeito das brisas porem em áreas continentais sendo elas de dois tipos:
 - **De verão:** sopram do oceano para o continente trazendo muita umidade e chuvas constantes;
 - **De inverno:** sopram do continente para o oceano, causando grandes estiagens.
 - **Efeito fohen:** é a descida do ar seco e quente ao lado sotavento da montanha, o ar quente e úmido passa a ser quente e seco após sofrer o efeito fohen.
 - **Ventos de vale:** ocorre durante o dia quando o sol aquece o fundo dos vales fazendo com que o ar quente suba a encosta da montanha.
 - **Ventos de montanhas:** ocorre durante a noite quando o resfriamento do topo das montanhas faz com que o ar frio desça em direção aos vales.

- **Vento anabático:** ocorre durante o dia onde o ar sobe encosta acima devido ao aquecimento do topo da montanha.
- **Vento catabático:** ocorre durante a noite onde o ar desce encosta abaixo devido ao resfriamento do topo da montanha.

Cap. 18: Massas de ar

Definição: é um grande volume de ar que apresenta características iguais no seu sentido horizontal. Tem origem onde se formam as massas de ar, ou seja, oceanos, regiões polares, aéreas de deserto e florestas.

➤ **Classificação das massas de ar:**

- **Quanto à superfície:**
 - Marítimas (m): úmidas;
 - Continentais (c): secas;
- **Quanto à temperatura:**
 - Quentes (w): estáveis;
 - Frias (k): instáveis;
- **Quanto a Latitude:**
 - Tropical (t);
 - Polar (p);
 - Equatorial (e);
 - Ártica ou antártica (a);

➤ **Massa de ar quente:**

- Estabilidade do ar;
- Massa de ar úmida: nevoa úmida, nevoeiros, nuvens estratiformes;
- Massa de ar seca: fumaça e nevoa seca;
- Visibilidade reduzida.

➤ **Massa de ar fria:**

- Instabilidade do ar;
- Massa úmida: nuvens cumuliformes;
- Massa de ar seca: ventos moderados a forte;
- Visibilidade boa, exceto na hora das pancadas de chuva.

Cap. 19: Frentes

Definição: frente é uma massa de ar que avança na superfície. Sendo que a massa de ar frio é mais densa que a massa de ar quente ela sempre permanece por baixo, e a rampa formada sempre será inclinada para o lado da frente fria. Cada massa de ar possui em seu centro a pressão mais alta, portanto na periferia onde se forma a frente localiza o centro de baixa pressão.

- **Frente fria:** é denominada fria quando a massa de ar frio desloca uma massa de ar quente tomando o seu lugar. São sempre mais rápidas instáveis e mais violentas que as frentes quentes
 - **Deslocamento:** de SW no HS e NW no HN;
 - **Pressão:** diminui com a aproximação e aumenta após a passagem da frente;
 - **Temperatura:** aumenta com a aproximação e diminui com a passagem;
 - **Ventos:**
 - HS: pré-frontal – NW, pos-frontal – SW;
 - HN: pré-frontal – SW, pos-frontal – NW;
 - **Nevoeiro:** pos-frontal;
 - **Nuvens:** CU, CB, CI, CC, AC.
- **Frente quente:** é denominada quente quando a massa de ar quente desloca a massa de ar frio, ocupando seu lugar. O deslocamento é lento devido a pouca densidade do ar, tornando-a mais lenta e menos violenta que a frente fria.
 - **Deslocamento:** de NW no HS e SW no HN;
 - **Pressão:** igual a frente fria;
 - **Temperatura:** igual a frente fria;
 - **Ventos:**
 - HS: pré-frontal – SW, pos-frontal – NW;
 - HN: pré-frontal – NW, pos-frontal – SW;
 - **Nevoeiro:** pré-frontal;
 - **Nuvens:** CI, CS, ST, NS, ST.
- **Frente estacionária:** é denominada frente estacionária quando a frente perde velocidade e seu deslocamento torna-se desprezível. As condições de tempo são menos intensas.

- **Frente oclusa:** é o encontro de duas frentes de características diferentes associado a uma baixa pressão. Existem dois tipos de oclusão:
 - **Oclusão fria:** quando o ar mais frio permanece na superfície e o ar menos frio se eleva.
 - **Oclusão quente:** quando o ar menos frio permanece na superfície.
- **Frontogenese:** fase de formação da frente;
- **Frontolise:** fase de dissipação da frente.
- **Reconhecimento de frentes frio:**
 - **Antes:**
 - Percebe-se uma deriva para esquerda no HS, devido ao vôo estar sendo conduzido de uma área de alta para uma área de baixa pressão;
 - Aumento da instabilidade do ar;
 - Surgimento de Cirrus no horizonte e aumento da temperatura;
 - **Depois:**
 - Aumento da altitude verdadeira;
 - Mudança da deriva do vento da esquerda para a direita;
 - Mudança perceptível na temperatura.
- **Reconhecimento de frentes quentes:**
 - Visibilidade restrita;
 - Diminuição de teto;
 - Estabilidade excessiva do ar;
 - Nuvens estratiformes.

Cap. 20: Trovoadas

Definição: conjunto de fenômenos que se manifestam na nuvem CB.

- **Condições para formação de trovoada:**
 - Presença de umidade;
 - Ar instável;
 - Presença de elemento inicial de formação

➤ **Ciclo de uma trovoadas:**

- **Cúmulos:** correntes e turbulência ascendentes, sem precipitação, relâmpagos.
- **Maturidade:** correntes ascendentes e descendentes, turbulência forte a severa, precipitação do tipo pancada, relâmpagos e trovoes em atividades, neve e granizo no interior da nuvem, topo Cirriforme com ventos fortes e seu desenvolvimento esta no ápice.
- **Dissipação:** correntes e turbulência descendentes, precipitação uniforme e leve, relâmpagos na horizontal, topo em forma de bigorna.

➤ **Classificação das trovoadas:**

- **De massas de ar:**
 - **Orográfica:** forma-se a barlavento das montanhas;
 - **Convectivas ou térmicas:** ocorre em dias de forte insolação e formam por convecção;
 - **Advectivas ou noturnas:** forma-se pelo ar frio sobre as águas quentes durante a noite.
- **Dinâmicas:**
 - **Frontais:**
 - **De frente fria:** formam-se sempre do lado quente;
 - **De frente quente:** é típica de ar estável e possuem CB embutido;
 - **De frente oclusa:** perigosas por estarem obscurecidas pela grande massa de nebulosidade produzida neste tipo de frente;
 - **De frente estacionaria:** menos intensidade que a frente fria.
 - **Não frontais:**
 - **Linhas de instabilidade pré-frontal de frente fria:** de todas é a mais severa, precede uma frente fria e são mais velozes do que ela. São provedoras de microburst;
 - **De cavados permanentes:** A CIT é a maior produtora de trovoadas de todo o planeta, ocorrem durante todo o ano e quase todas as horas do dia.

Cap. 21: formação de gelo em aeronaves

Definição: A formação de gelo afeta a aeronave tanto na parte interna como, por exemplo, no tubo de pitot, carburador e nas tomadas de ar, quanto nas partes externas, que são as superfícies expostas do avião como asas, hélices, rotor e afetam o controle da aeronave.

➤ **Condição para formação de gelo:**

- Aeronave voando através de água visível na forma de chuva ou de gotículas de nuvens
- A temperatura do ar e da aeronave deve ser igual ou inferior a 0° graus.

➤ **Tipos de gelo:**

- **Gelo claro:** também chamado de gelo cristal ou liso, e o que oferece maior perigo a aeronave. É denso, transparente, desprende-se com dificuldade e altera o perfil aerodinâmico do avião, além disso as gotas não congelam de forma instantânea. Forma-se a temperaturas entre 0° a -10°C
- **Escarcha:** também chamado de gelo granulado, opaco ou amorfo, e um gelo leitoso que se forma em presença de gotículas menores normalmente entre 0° e -10°C em nuvens estratiformes (ar estável) e entre -10° e -20°C em nuvens cumuliformes (ar instável). Este tipo de gelo congela quase que instantâneo, fazendo com que a sustentação diminua.
- **Geada:** este tipo de gelo se deposita em finas camadas se aderindo aos bordos de ataques, pára-brisas e janelas da aeronave em vôo. Não pesa nem altera o perfil, mas afeta a visibilidade do piloto. Sua formação ocorre mais freqüentemente quando a aeronave passa muito tempo em uma área muito fria, em grandes altitudes ou cruza regiões com alto teor de umidade ocorrendo a sublimação do vapor.

➤ **Efeito do gelo sobre a aeronave:**

- **Sistema de carburação:** reduz o rendimento do motor e sua potência.
- **Asas e empenagem:** ocorre principalmente nos bordos de ataques e na empenagem alterando o perfil aerodinâmico assim aumentando a resistência ao avanço e diminuindo a sustentação.

- **Hélices:** causa a perda de rendimento da hélice devido a formação de gelo no bordo de ataque da hélice.
- **Tubo de pitot:** bloqueia a entrada do ar fazendo com que os instrumentos marquem errados ou deixem de marcar.

➤ **Sistemas anti gelo**

- **Preventivos ou anticongelantes:** repelentes líquidos (componentes químicos como álcool isopropílico – pára-brisas e hélice), resistências elétricas (bordo de ataque, tubo de pitot, hélice e pára-brisa) e circulação de ar quente (carburador).
- **Degeladores ou descongelantes:** tem operação mecânica e normalmente são capas de borracha pretas, onde o ar é injetado sob pressão, fazendo a capa ondular e quebrando o gelo formado, principalmente nos bordo de ataque das asas.