

COM FOTOS COLORIDAS DE NUVENS

METEOROLOGIA

PP - PC - IFR - PLA



ASA

João Baptista Sonnemaker

João Baptista Sonnemaker

METEOROLOGIA

30ª Edição
Revisada e Atualizada
– 2009 –



© *Copyright* de João Baptista Sonnemaker

Qualquer tipo ou forma de reprodução, total ou parcial, seja ela mecânica ou eletrônica sem a autorização por escrito do autor ou da editora, constituirá crime contra os direitos autorais, previsto em lei, sujeitando aqueles que a violarem, as penas disso decorrente.

Esta obra intitulada METEOROLOGIA, está registrada na Fundação Biblioteca Nacional, em nome do autor sob o nº 78.307.

ISBN978-85-86262-38-8

Capa: FOTO DE ROBERTO LINSKER – *TERRA VIRGEM*
AUTOCUMULUS NOS LENÇÓIS MARANHENSES (MA, BRASIL)

Arte / Capa: CARLOS MONTEIRO / CASSIO CALABRESI

Fotos internas: ARQUIVO DO AUTOR

Arte: BRIGITTE STROTBK / CASSIO CALABRESI / *ÁGUA VIVA DESIGN*

Composição e Diagramação: ASA – ARTES GRÁFICAS

Distribuição: ASA – EDIÇÕES E ARTES GRÁFICAS LTDA.

Rua Estevão Baião, 217 – Campo Belo

CEP 04624-000 – São Paulo – SP

Tels./fax: (11) 5542-2321 / 5542-3846

editora-asa@asaventura.com.br

www.asaventura.com.br

PREFÁCIO

A Meteorologia é uma ciência com abrangência muito profunda no estudo dos fenômenos atmosféricos. A Meteorologia Aeronáutica é uma subdivisão desta ciência, e conhecê-la é de suma importância para a segurança do voo.

Dissertá-la pormenorizadamente para pilotos, a nosso ver, seria tornar a matéria cansativa e até desestimulante.

Concluimos, na prática das aulas, que conduzir o ensino com mais objetividade, de modo particular aos pretendentes às carreiras de Piloto Privado, Piloto Comercial, IFR e até Piloto de Linha Aérea, é ponto mais fundamental e mais produtivo.

Assim, ao elaborarmos este trabalho, limitamo-nos a sintetizá-lo só o necessário a fim de atingir as metas retro mencionadas, lembramo-nos ainda das aulas em tempos idos, que pela falta de material didático (em sua maioria em inglês) e locais, dávamos aulas em velhos hangares, sustentados apenas pelo idealismo e boa vontade de alunos e professores.

Colocamos uma grande quantidade de fotos e figuras para que, com a análise delas, além dos textos mais coerentes e objetivos, todos os interessados possam ter uma visão mais prática para os exames do ANAC, já tantas vezes comprovadas a sua eficiência.

Desta forma o objetivo desse será alcançado e ainda terá condições de levar conhecimentos para o dia-a-dia do vôo onde os fenômenos atmosféricos são reais e mutáveis.

Tendo sido oficial meteorologista do Centro de Previsão de São Paulo (Aeroporto de Congonhas), professor de meteorologia no Aeroclube de São Paulo e na EWM - Aviation Ground School, e como Chefe da Subdivisão de Planejamento da Divisão de Ensino da Escola de Especialistas da Aeronáutica procuro transmitir aos que agora iniciam-se nesta ciência os conceitos básicos para o seu desempenho profissional e para a atualização dos conhecimentos técnicos.

**JOÃO BAPTISTA SONNEMAKER
OFICIAL METEOROLOGISTA DA
FORÇA AÉREA BRASILEIRA**

ÍNDICE

CAPÍTULO I

METEOROLOGIA	7
DIVISÃO DA METEOROLOGIA	7
METEOROLOGIA AERONÁUTICA	7
A TERRA NO ESPAÇO	8
MOVIMENTOS DA TERRA	8
LATITUDES TERRESTRES	9
PERIÉLIO	10
DIA POLAR	10
ATMOSFERA TERRESTRE	11
PROPRIEDADES DA ATMOSFERA	12
PROPAGAÇÃO DO CALOR	14
CAMADAS DA ATMOSFERA	15
FUNÇÃO DOS PRINCIPAIS GASES DA ATMOSFERA	17
CALOR – TEMPERATURA	18
TERMOMETRIA	19
ATMOSFERA PADRÃO	21
SUPERFÍCIES ISOBÁRICAS OU SUPERFÍCIES DE PRESSÃO CONSTANTE	23

CAPÍTULO II

PRESSÃO ATMOSFÉRICA	26
REDUÇÕES DA PRESSÃO: QFE, QFF, QNE, QNH	28
UMIDADE – VAPOR D'ÁGUA	31
ELEMENTOS REPRESENTATIVOS DA UMIDADE DO AR	32
EQUILÍBRIO TÉRMICO DA ATMOSFERA	36
EQUILÍBRIO NA ATMOSFERA	40
ALTIMETRIA	44
DEFINIÇÕES RELATIVAS A CALIBRAGEM DO ALTÍMETRO	46

CAPÍTULO III	
VENTOS	56
CAPÍTULO IV	
NEVOEIROS	67
NUVENS	69
HIDROMETEOROS	75
LITOMETEOROS	76
VISIBILIDADE	77
MASSAS DE AR	77
CAPÍTULO V	
FRENTES	81
CICLONE	88
TURBULÊNCIA	89
FORMAÇÃO DE GELO EM AERONAVES	93
TROVOADAS	97
TEMPO TROPICAL	102
CAPÍTULO VI	
CÓDIGOS E TIPOS DE PREVISÕES METEOROLÓGICAS	105
METAR	106
SPECI	113
TAF	115
AIREP e AIREP ESPECIAL	119
VOLMET	121
TIPOS DE PREVISÃO	122
APÊNDICE	
INFORMAÇÃO METEOROLÓGICA	135
TABELA 4678	137
ABREVIATURAS USADAS NAS CARTAS PROGNOSTICADAS DE SUPERFÍCIE	139
TESTES – QUESTIONÁRIO	143
RESPOSTAS	201

SALA (AIS)

METEOROLOGIA

1

Meteorologia é a ciência que estuda a atmosfera, seus fenômenos e atividades. É um ramo da Geofísica, ciência natural que se ocupa da física do globo terrestre no que diz respeito à sua estrutura sólida (litosfera), líquida (hidrosfera) e gasosa (atmosfera). É desejável que os membros de uma tripulação possuam um conhecimento básico das condições do tempo a fim de conhecerem e utilizarem de modo mais rentável as informações do "briefing" (apronto) meteorológico.

DIVISÃO DA METEOROLOGIA *para aplicada (prax)*

Meteorologia pura - estudo da meteorologia dirigido para o campo da pesquisa.

Exemplos: meteorologia sinótica, dinâmica, tropical, polar, nuclear, actinometria, climatologia, etc...

Meteorologia aplicada - estudo da meteorologia dirigido para os diversos ramos de atividade humana.

Exemplos: meteorologia marítima, agrícola, industrial, espacial, hidrológica, bioclimatologia, aeronáutica, etc

METEOROLOGIA AERONÁUTICA

É o estudo dos fenômenos de tempo que ocorrem na atmosfera, visando a economia e a segurança do voo. É utilizada operacionalmente na proteção

ao vôo através da informação meteorológica, que compreende as seguintes fases:

- 1ª fase - **Observação** - Verificação visual ou instrumental dos elementos que representam as condições meteorológicas de um determinado local, numa determinada hora. Pode ser realizada à superfície (obs. de superfície) ou acima da superfície (obs. de altitude).
- 2ª fase - **Divulgação** - é a transmissão, para fins de difusão no meio aeronáutico das observações realizadas. *BARCO OP MED*
- 3ª fase - **Coleta** - é a colecção, para fins meteorológicos, das observações feitas.
- 4ª fase - **Análise** - é o estudo e interpretação das observações coletadas a serem fornecidas sob forma de previsão de tempo. *SOVIX, TAF*
- 5ª fase - **Exposição** - é a entrega das observações, análise e previsões para consulta direta dos aeronavegantes.

A informação meteorológica apoia a navegação aérea através da seqüência de todas estas fases. Basicamente, o serviço de meteorologia é composto de uma rede de estações de superfície, rede de estações de radiossondagem, estações rastreadoras de satélites meteorológicos e centros de previsão meteorológica.

A meteorologia é coordenada internacionalmente para emprego generalizado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), com sede em Genebra, que é um organismo da ONU. Para emprego específico à Navegação Aérea é coordenada através da ICAO.

A TERRA NO ESPAÇO

Os astros que giram no espaço celeste podem ser luminosos (tem luz própria), como as estrelas, e iluminados (que recebem luz de uma estrela), como os planetas e satélites. A Terra pertence ao sistema solar, cujo centro é o Sol, em torno do qual giram pelo espaço os planetas de seu sistema, todos iluminados. O sistema solar faz parte da Galáxia conhecida como "Via Lactea".

MOVIMENTOS DA TERRA

1 - **Rotação** - é o movimento executado em tórno do seu próprio eixo polar, de oeste para este, em 24 horas, em média; a velocidade máxima do equador é de 1.666 km/h. É responsável pelo "dia e noite", com o conseqüente aquecimento diurno e resfriamento noturno.

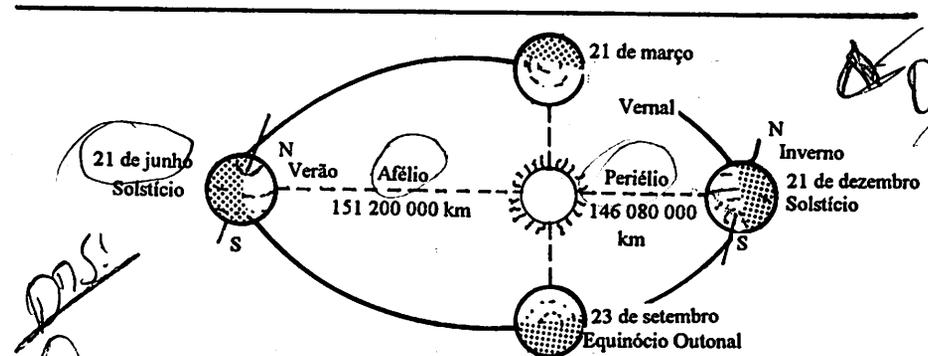
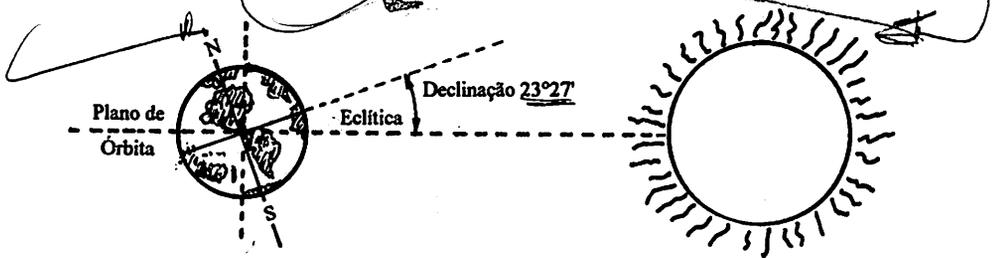
(DCEA) CNSAIA

João Baptista Sonemaker

9

(Estratos do Ano)
2 - Revolução ou translação - É executado ao redor do Sol, de oeste para este, numa órbita elítica, quase circular, com a velocidade média de 106.500 km/h. É responsável, junto com a inclinação do eixo N/S da Terra, pelas "estações do ano".

Eclítica - É o plano formado pelo movimento de Revolução, também chamado de plano de órbita. O eixo N/S da Terra apresenta uma inclinação em relação à Eclítica, fazendo com que o plano do Equador forme uma declinação constante de 23°27', com este plano de órbita (Eclítica).



Equinócios - igual duração entre o dia e noite.

Solstícios - maior diferença de duração entre o dia e a noite.

LATITUDES TERRESTRES

Latitudes tropicais - entre o trópico de Câncer no Hemisfério Norte e trópico de Capricórnio no Hemisfério Sul.

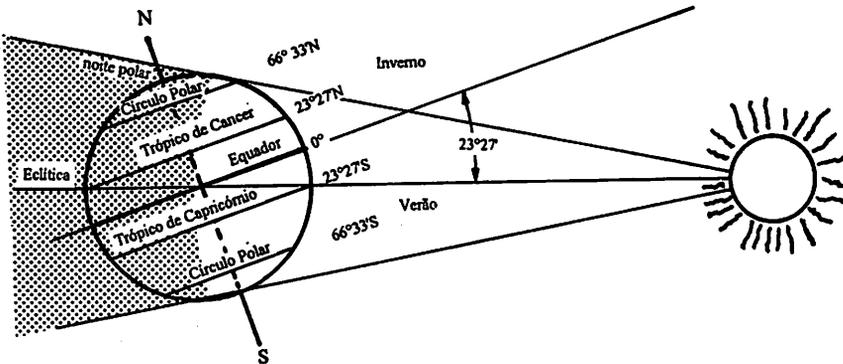
Latitudes equatoriais - imediatamente em torno do equador terrestre, faixa da ITCZ (zona de convergência inter-tropical), faixa de separação entre as circulações dos dois Hemisférios, também chamada de CIT (convergência inter-tropical).

Latitudes subtropicais - entre os trópicos e os paralelos de 30°, de cada Hemisfério.

Latitudes temperadas - entre os círculos polares e 30°; aí as quatro estações do ano são bem definidas.

Latitudes polares - entre os círculos polares e os respectivos pólos. Dia e noite polar (com duração de seis meses).

PERIÉLIO



DIA POLAR

Com a Terra no periélio, o sol incide sobre o paralelo 23°27'S (trópico de Capricórnio no Hemisfério Sul); ao mesmo tempo estará tangenciando o paralelo 66°33'N (círculo polar Ártico no Hemisfério Norte). Cada ponto situado entre este círculo e o pólo Ártico terá um dia de escuridão total, até chegar ao pólo onde haverá 6 meses de escuridão completa (noite polar). É o verão do Hemisfério Sul e inverno do Hemisfério Norte. O pólo Antártico terá 6 meses de luz solar contínua com o sol acima do horizonte (dia polar).

Com a Terra no afélio, o sol incide sobre o paralelo 23°27'N (trópico de Câncer no Hemisfério Norte); ao mesmo tempo estará tangenciando o paralelo 66°33'S (círculo polar Antártico no Hemisfério Sul). É o inverno do Hemisfério Sul e verão do Hemisfério Norte. O pólo Antártico terá 6 meses de escuridão total (noite polar), com o sol abaixo do horizonte e, o pólo Ártico, 6 meses de luz solar (dia polar).

ATMOSFERA TERRESTRE

DEFINIÇÃO: Inodora, incolor e insípida massa de ar presa à Terra pela ação da gravidade terrestre, acompanhando-a em seus movimentos. Mistura mecânica de diversos gases, cada qual com sua função definida; na superfície sua presença se faz sentir através da pressão que a atmosfera exerce em todas as direções. O ar atmosférico é compressível e elástico, mau condutor de calor e de eletricidade a não ser que esteja saturado de umidade e fortemente ionizado.

COMPOSIÇÃO:

Ao nível do mar (NMM) o ar seco compõe-se de:

nitrogênio	= 78%
oxigênio	= 21%
argônio	= 0,93%
	<u>99,93%</u>

O restante é composto de traços de hidrogênio, dióxido de carbono, óxido de carbono, ozona, amônia, deutério, hélio, neônio, criptônio, xenônio, radônio, etc.

Este quadro é verdadeiro até níveis bem elevados no tocante às porcentagens, porquanto as quantidades dos elementos vão diminuindo na vertical, mantendo entre si as mesmas proporções.

O vapor d'água existe na atmosfera em proporções variáveis; não faz parte da composição da atmosfera, usando-a apenas como meio de transporte.

É proveniente da evaporação da água da superfície. Num dado volume de ar a porcentagem de vapor d'água varia de um mínimo de 0% até um máximo de 4%, em detrimento dos elementos componentes da atmosfera. A propriedade que tem o ar de reter o vapor d'água em seu meio, chama-se "capacidade".

O ar classifica-se em:

Seco - apresenta quantidade desprezível de vapor d'água: 0%.

Umido - apresenta uma quantidade intermediária de vapor d'água; é uma mistura de ar seco com vapor d'água: entre 0% e 4%.

Saturado - apresenta quantidade máxima de vapor d'água: 4% do volume total.

O conteúdo de vapor d'água é maior no equador do que nos pólos e diminui com a altitude, tornando-se quase desprezível acima de 30.000 pés.

O ar seco é mais pesado que o ar úmido em virtude do peso molecular de seus componentes:

oxigênio	—pm=32
nitrogênio	—pm=28
vapor d'água	—pm=18

O peso de uma molécula de vapor d'água é = $\frac{5}{8}$ do peso de uma molécula de ar seco.

A porcentagem dos componentes da atmosfera diminui com o acréscimo de vapor d'água.

O ar saturado (4% de vapor d'água) possui cerca de:

nitrogênio	— 75,00%
oxigênio	— 20,00%
argônio	— 0,90%

IMPUREZAS - partículas sólidas tais como: areia, poeira, sal (cloreto de sódio), fuligem de centros industriais, de vulcões, de incêndios, partículas orgânicas tais como: esporos, pólen, bactérias, normalmente de origem vegetal. São chamados núcleos de condensação higroscópicos. Constituem restrições à visibilidade, funcionando como filtro das radiações solares.

PROPRIEDADES DA ATMOSFERA

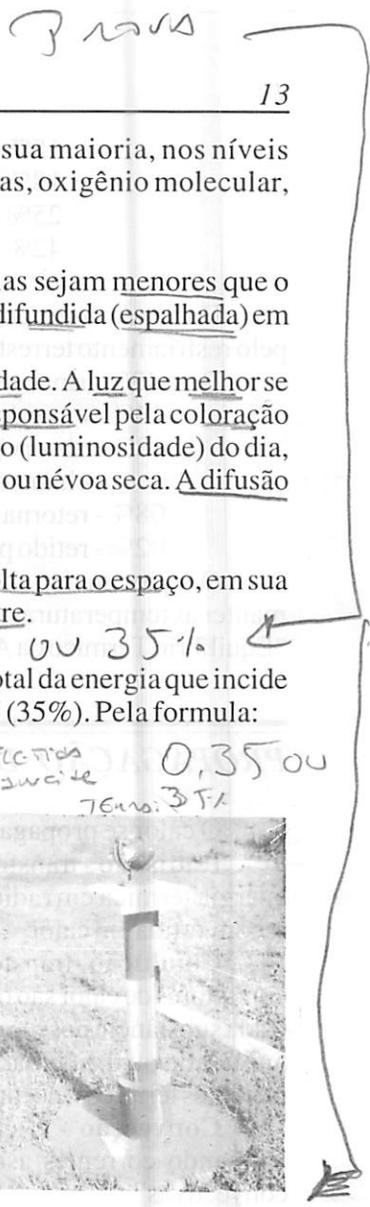
Mobilidade, compressibilidade, capacidade de conter quantidades variáveis de vapor d'água. Maior densidade abaixo de 5,5 km; 3/4 abaixo de 9,5 km.

A principal função da atmosfera terrestre é funcionar como um filtro seletivo, absorvendo, difundindo e refletindo os comprimentos de ondas perigosos à vida, emitidos pelo Sol em todos os sentidos. A energia solar ao atingir o topo da atmosfera terrestre penetra por ela em direção à superfície do globo. A medida que cruza as diversas camadas da atmosfera vai sofrendo o efeito da filtragem seletiva e, a quantidade de energia solar que consegue atingir a superfície terrestre chama-se "insolação".

ABSORÇÃO:

A absorção mais significativa é a que se passa nas camadas superiores da atmosfera onde são absorvidas as energias mais penetrantes, tais como: Raios X, Raios Gama, Raios Ultravioletas.

Raios ultravioletas suaves (grandes comprimentos de ondas) são, em parte, absorvidos entre 25 km e 50 km de altura, dando origem ao Ozônio. Os raios de comprimento de ondas maiores atingem a superfície como parte da insolação.



A radiação infravermelha já é absorvida, em sua maioria, nos níveis inferiores principalmente pelo vapor d'água, poeiras, oxigênio molecular, etc.

DIFUSÃO:

Quando a luz passa por um meio cujas partículas sejam menores que o comprimento de onda da própria luz, uma parte dela é difundida (espalhada) em todas as direções.

É o processo responsável pela restrição à visibilidade. A luz que melhor se difunde na atmosfera é a de cor "azul". A difusão é responsável pela coloração característica do céu ao nascer e por do Sol, pelo brilho (luminosidade) do dia, pela coloração avermelhada do Sol em dias de fumaça ou névoa seca. A difusão ou dispersão da luz começa na Estratosfera.

REFLEXÃO:

A energia de natureza luminosa é refletida de volta para o espaço, em sua maioria pelo topo das nuvens e pela superfície terrestre.

ALBEDO: → TERRA 0,35 ou 35% ←

É a relação entre o total da energia refletida e o total da energia que incide sobre uma superfície. O albedo médio da Terra é 0,35 (35%). Pela formula:

$$\text{albedo} = \frac{R}{I}$$

- Energia REFLETIDA
- Energia que incide
0,35 ou
Terra: 35%

INSOLAÇÃO:

Radiação solar total que atinge a superfície da Terra.

Sua intensidade, tempo de duração são medidos por um instrumento chamado Heliógrafo.

A radiação solar (insolação) compõe-se de uma parte de raios luminosos visíveis e outra parte de calor (raios infra-vermelhos) e ultravioleta suave. Nossa principal fonte de calor (energia) é o Sol. A quantidade de energia solar que alcança o limite superior da atmosfera terrestre é chamada constante solar e, é igual a 1,94 cal/cm²/min, aproximadamente.



1,94 cal/cm²/min

A radiação solar, energia que se propaga por ondas eletromagnéticas, transferindo-se de um corpo a outro, através de um meio quase desprovido de matéria, alcança, durante o dia, em ondas curtas, o topo da atmosfera.

Deste total (100%), acontece o seguinte:

- 15% - difusão pelas partículas atmosféricas;
- 18% - absorção pelos componentes da atmosfera;
- 25% - reflexão pelos topos das nuvens;
- 42% - alcança a superfície terrestre, sendo responsável pelo seu aquecimento diurno.

Durante a noite, ocorre a radiação terrestre, em ondas longas, responsável pelo resfriamento terrestre noturno.

Dos 42% armazenados durante o dia:

- 14% - emitido de volta para a atmosfera;
- 18% - absorvido pelo vapor d'água em nuvens acarretando o chamado "efeito estufa";
- 08% - retorna diretamente para o espaço interplanetário;
- 02% - retido pela superfície terrestre.

O aquecimento diurno e o resfriamento noturno são responsáveis em manter as temperaturas no globo dentro de limites suportáveis, constituindo o "Equilíbrio Térmico da Atmosfera".

PROPAGAÇÃO DO CALOR

O calor se propaga por:

Radiação - transferência do calor através do espaço; transformação de energia térmica em radiação eletromagnética semelhante à luz e esta radiação reconverte em calor.

Condução - transferência do calor de molécula a molécula. Os melhores condutores de calor são os metais; em ar rarefeito não ocorre condução de calor. Cada substância possui o seu "coeficiente de condutibilidade" que varia com a facilidade ou dificuldade de conduzir calor. Os piores condutores são os isolantes térmicos: cortiça, amianto, feltro, lã, etc.

Convecção - o calor é transferido por movimentos verticais do ar, formando correntes ascendentes e descendentes denominadas "correntes convectivas".

O ar mais quente é leve e sobe para níveis mais elevados; volume correspondente de ar mais frio, que é pesado, desce de níveis superiores para a superfície.

Advecção - o calor é transportado por movimentos horizontais do ar; sempre que há convecção há advecção do ar frio que vem ocupar o lugar do ar quente que sobe.

É o transporte do calor pelo vento, na horizontal.

CAMADAS DA ATMOSFERA

Quanto à sua estrutura, a atmosfera terrestre é composta por várias camadas superpostas. A União Geodésica Internacional, em 1951, estabeleceu uma divisão da atmosfera, em diferentes camadas baseada na distribuição vertical de temperatura. Estas camadas são:

TROPOSFERA:

É a primeira camada, em contato com a superfície da Terra. A altura atinge:

- 7 a 09 km nos pólos;
- 13 a 15 km nas latitudes temperadas;
- 17 a 19 km no equador.

Ocorre na troposfera a totalidade dos fenômenos meteorológicos, devido a:

- 1 - alta porcentagem de vapor d'água;
- 2 - presença dos núcleos de condensação, também conhecidos como núcleos higroscópicos;
- 3 - aquecimento e resfriamento por radiação.

É mais alta no verão do que no inverno e também sobre centros de alta pressão do que sobre centros de baixa pressão. A característica principal é a variação vertical da temperatura, também chamada "gradiente térmico". A temperatura na troposfera decrece com a altitude, na vertical, cerca de: 0,65°C/100 m ou 2°C/1.000 ft ou 3,6°F/1.000 ft, chamado gradiente térmico normal ou positivo. Nos limites superiores da troposfera está localizada a "corrente de jato" (Jet Stream) fluxo de ventos fortíssimos, às vezes superiores a 200 nós, predominando de oeste para leste, nas latitudes temperadas.

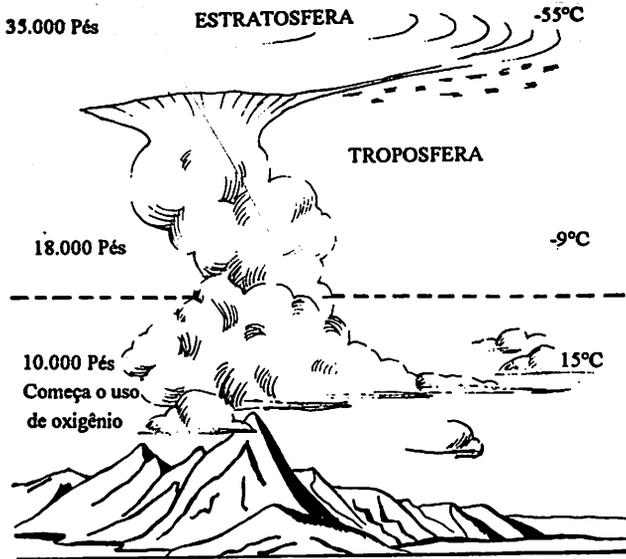
TROPOPAUSA

A camada de transição que separa o topo da troposfera da camada seguinte, que é a estratosfera. Possui 3 a 5 km de espessura. É mais alta no equador e mais baixa nos pólos.

As temperaturas da tropopausa:

- No equador: -80°C a -90°C
- Na latitude de 45°: -55°C
- Nos pólos: -40°C

TROPOSFERA e
ESTRATOSFERA
são as áreas de vôo.



Sua estrutura é foliar, isto é, formada por 3 folhas (sub-camadas): tropical, subtropical e polar. Essas folhas são produtos da “corrente de jato” que produz quebra na tropopausa, em alguns casos com variações de altura superior a 20.000 ft. A corrente de jato ocorre abaixo do ramo tropical, com seu núcleo cerca de 3 km abaixo da tropopausa.

Nela, cessam todos os fenômenos de tempo comuns à troposfera, embora possa ser atravessada pelas grandes trovoadas. Sua principal característica é a isotermia, isto é, seu gradiente térmico vertical é isotérmico.

A temperatura não varia ou pouco varia na vertical.

ESTRATOSFERA:

Camada seguinte, sobre a tropopausa, até cerca de 70 km acima da superfície terrestre. Apresenta três gradientes térmicos: isotérmico, negativo (a temperatura aumenta com a altura ao invés de diminuir), e normal (positivo).

Do topo da tropopausa até cerca de 20 km, o gradiente é isotérmico; a 20 km até cerca de 50 km a temperatura aumenta, chegando a atingir valores positivos; a partir deste nível volta a cair até cerca de -80°C. Dentro da estratosfera existe uma camada de ozona, chamada Ozonosfera, que apresenta 25 a 50 km de largura (espessura), funcionando como filtro, protegendo contra a radiação ultravioleta penetrante. Na estratosfera aparecem nuvens nacaradas, que se assemelham a madrepérola devido à coloração brilhante, à altura de 20 a 30 km sobre as latitudes temperadas,

quando é noite à superfície. São formadas pela pequeníssima porcentagem de vapor d'água existente nestes níveis.

IONOSFERA OU TERMOSFERA:

Camada eletrizada, ótima condutora de eletricidade devido à presença de íons eletrificados. A ionização da camada é consequência da absorção dos raios gama, raios X e ultravioleta penetrante do Sol. Atinge de 400 a 500 km; também chamada termosfera.

Sua ionização é maior durante o dia devido ao efeito da radiação solar.

Apresenta carga positiva em contraste com a carga negativa da superfície terrestre; compõe-se de três subcamadas:

D - até 90 km-menor ionização, surge só durante o dia; nos limites superiores desta camada surgem nuvens especiais: "Noctilucentes", sobre latitudes temperadas quando é noite na superfície;

E - entre 90 a 150 km - nuvens "Noctilucentes" surgem nos níveis inferiores; estrelas cadentes (trilhas de meteoros); ionização bem maior durante o dia. É conhecida como camada de Kennely e Heaviside;

F - até cerca de 500 km é a mais ionizada de todas. Camada de Appleton.

EXOSFERA:

Mudança gradativa da atmosfera terrestre em espaço interplanetário, sem limite definido. É tão ionizada quanto à ionosfera: supõe-se que sua altura atinja 1.000 km.

Não exerce a filtragem da radiação solar devido à pouca densidade de suas partículas. Ar muito rarefeito.

MAGNETOSFERA:

Espaço interplanetário; limite externo oscila em torno de 60.000 a 100.000 km da Terra.

FUNÇÃO DOS PRINCIPAIS GASES DA ATMOSFERA

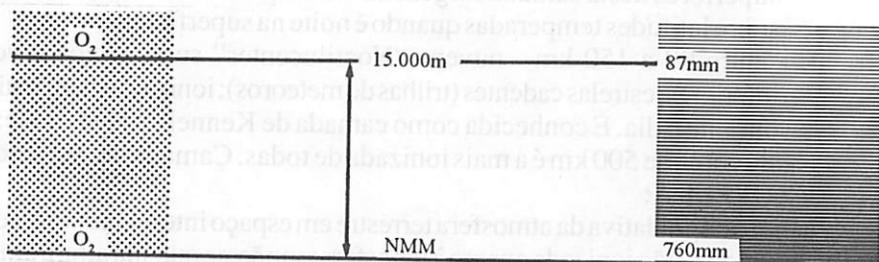
NITROGÊNIO:

Gás inerte cuja principal finalidade é a de atenuar o efeito oxidante do oxigênio sobre os tecidos vivos, entrando na composição das proteínas.

OXIGÊNIO:

Limita a capacidade do homem em se elevar na atmosfera, criando uma "zona fisiológica deficiente", situada mais ou menos entre 13.000 ft (4.000 m) e 55.000 ft (16.500 m). A pressão parcial exercida pelo oxigênio é da ordem de 200 hPa (150 mm) ao NMM. À medida que se eleva na atmosfera a pressão diminui; o oxigênio exercerá sempre pressão correspondente a 1/5 da pressão total, em qualquer nível.

Cria-se então uma sub-oxigenação chamada hipóxia, pela diminuição da pressão atmosférica. Até 5.600 metros de altitude ainda se consegue equilibrar e dá para sobreviver, principalmente os pilotos mais acostumados a vôo em grandes altitudes, sem auxílio respiratório. A 8.400 metros, chamada altitude letal, a morte ocorre em 3 minutos. A 15.000 metros não se consegue respirar e a morte é quase imediata (anóxia). Neste nível, a pressão atmosférica é de cerca de 87 mm, que se equilibra com a pressão interna dos pulmões que também é de 87 mm, impossibilitando o processo respiratório. A 19.000 metros a pressão atmosférica é da ordem de 47 mm o que faz com que a água ferva a 37°C. O corpo humano é formado, em sua maioria, por 60% de água; então, neste nível, o corpo incha completamente, o sangue ferve de forma explosiva, provocando a morte imediata.



CALOR - TEMPERATURA

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

Equilíbrio térmico – o corpo mais aquecido cede calor (agitação molecular) ao menos aquecido, resultando num equilíbrio de temperatura.

Variação vertical da temperatura – gradiente térmico médio (normal) adotado na atmosfera: a temperatura decresce na vertical cerca de 0,65°C/100m, 2°C/1.000 ft ou 3,6°F/1.000 ft. É o valor adotado nos computadores usados em aviação.

Inversões de temperatura, gradiente vertical negativo: a temperatura aumenta, ao invés de cair, com a altitude. A camada onde isto ocorre é chamada “camada de inversão térmica”. Podem ser: de superfície (radiação), frontal ou de subsidência.

Variação horizontal da temperatura – a temperatura varia no sentido horizontal, a mais conhecida do homem, sendo que as latitudes equatoriais e tropicais recebem mais calor que as latitudes temperadas e polares em virtude da inclinação da Terra (eclíptica). Estas variações se fazem sentir mais sobre a terra do que sobre a água.

Isotermas – a análise do campo térmico horizontal é feita traçando-se linhas interrompidas, em cor vermelha, a cada 5°C, unindo os pontos que possuem o mesmo valor de temperatura, chamadas isotermas.

TERMOMETRIA

Quando um corpo é aquecido, ou seja, quando aumenta a sua temperatura, seu volume, em particular, também aumenta; quando é resfriado, seu volume diminui. Então aproveita-se a propriedade que certas substâncias possuem de se dilatarem ou se comprimirem com as variações do grau de aquecimento (temperatura) para se construir instrumentos que servirão para medir a temperatura do corpo, chamados termômetros. O instrumento que registra o valor da temperatura num gráfico apropriado chama-se termógrafo.

Escalas termométricas:

°C – Celsius (Centígrados)

°F – Fahrenheit

°k – Kelvin (Absolutos)

°R – Rankine

CORRESPONDÊNCIAS – CONVERSÕES

	°C	°F	°K
Temperatura de ebulição da água	100	212	373
Temperatura de fusão da água	0	32	273

$$^{\circ}\text{C} = 5/9 (^{\circ}\text{F} - 32); ^{\circ}\text{F} = 9/5 ^{\circ}\text{C} + 32; ^{\circ}\text{C} = ^{\circ}\text{K} - 273; ^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$$

$$\text{Equivalência: } -40^{\circ}\text{C} = -40^{\circ}\text{F}$$

Na escala Kelvin, o limite inferior é representado por um valor inatingível, denominado “zero absoluto” (0°K) que representa o valor a partir do qual a energia térmica das moléculas desaparece completamente e elas se apresentam num estado de repouso absoluto.

$$0^{\circ}\text{K} = -273^{\circ}\text{C}$$

$$0^{\circ}\text{K} = -459^{\circ}\text{F}$$

$$0^{\circ}\text{R} = ^{\circ}\text{F} + 459$$

Temperatura em meteorologia - a meteorologia aeronáutica se preocupa com a temperatura do ar por ser um parâmetro de muita importância e de grande utilização na navegação aérea. Pode ser obtida na superfície ou em altitude.

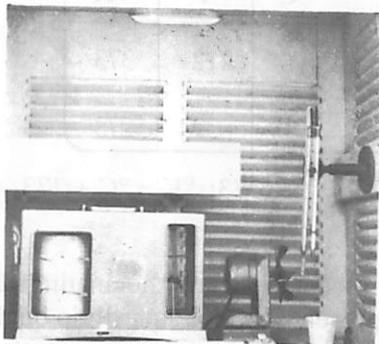
Temperatura do ar à superfície-

1 - Psicrômetro - localizado entre 1,20 m e 2 m do solo no interior do abrigo meteorológico, situado no centro do ajardinado meteorológico; fornece a temperatura do ar ambiente e do ponto de orvalho.

2 - Telepsicrômetro - (teletermômetro) instalado próximo à pista de decolagem e com indicadores nos postos de observação; são termômetros de resistência elétrica; fornecem a temperatura na cabeceira da pista.



Ajardinado meteorológico



Abriço meteorológico psicrômetro

Temperatura do ar em altitude -

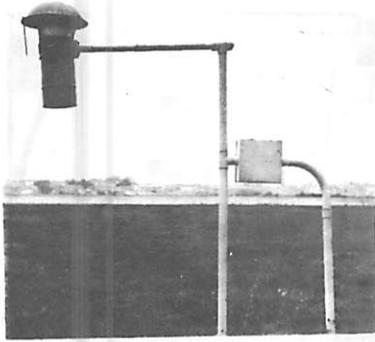
1 - Radiossondagem - balão de sondagem aerológica lançado do solo usando-se hidrogênio, transportando um equipamento eletrônico que consiste em elementos sensíveis à temperatura e umidade. Ele emite sinais captados por um receptor em terra, localizado na estação de radiossonda.

2 - Termômetros elétricos ou metálicos - a bordo de aeronaves.

3 - Dropsonda - equipamento de radiossondagem lançado de bordo de aeronaves de reconhecimento meteorológico, equipadas para tal fim.

Temperatura do ar em vôo: $T_i = I A T$
 Temperatura indicada pelo termômetro de bordo (leitura direta do instrumento)
 INDICATED AIR TEMPERATURE.
 $T_c, T_b = C A T, B A T$ temperatura calibrada (básica), temperatura indicada corrigida para os erros de escala do termômetro. CALIBRATED AIR TEMPERATURE.

$T_t = T A T$ temperatura verdadeira (real)
 TRUE AIR TEMPERATURE; é



Telepsicrômetro

obtida com a sub-tração do coeficiente de aquecimento dinâmico proveniente do efeito de fricção. *TAT - TRUE AIR TEMPERATURE*

Até 160 kt ($V_i = V_A$), pois:

$$T_i = T_t, TAT = IAT - D t 0 \quad D t$$

obtém-se por meio do computador: ajusta-se o valor constante de 9.500 da escala interna (tempo) ao valor da V_A em nós, no ar, na escala externa (distância). Com o mesmo valor de velocidade, agora na escala interna, procura-se o correspondente na escala externa, que será o coeficiente de aquecimento dinâmico.

Ex.: aeronave com velocidade aerodinâmica de 200 kt. Faz-se coincidir o valor de 9500 (escala interna) com o valor 200 (escala externa). Em oposição a 200 (escala interna) lê-se o correspondente a 4,2 (escala externa). Então, a aeronave a 200 kt tem sua temperatura indicada acrescida de $4,2^{\circ}\text{C}$.

A variação da V_A se faz na razão média de 2% da V_i para cada 1.000' de altitude. A V_A varia no mesmo FL cerca de 1 kt para cada 5°C , nos níveis inferiores da troposfera.

ATMOSFERA PADRÃO

É uma atmosfera (ideal) que surgiu da necessidade de se comparar e avaliar as variações dos parâmetros da atmosfera terrestre, dentro de limites conhecidos. Tais variações dizem respeito a valores de temperaturas, pressões e densidades.

É uma atmosfera de "laboratório". A atmosfera padrão da OACI (ICAO) ou ISA (Icao Standard Atmosphere) foi aprovada em 1952 e dado conhecimento para emprego internacional em 1954, até o limite máximo de 20.000 m. A partir de 1962 foi aceita e adotada uma extensão vertical da atmosfera padrão dos Estados Unidos acima de 20.000 m (65.000').

CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAIS:

1-O ar é considerado seco ausência de vapor d'água e puro (impurezas inexistentes), na atmosfera padrão. Atua como um gás perfeito.

2- Composição:

78% – nitrogênio

21% – oxigênio

0,93% – argônio

0,07% – elementos restantes

3- Densidade do ar atmosféricoao NMM: $1,2250 \text{ kg/m}^3$ **4- Nível:** NMM (nível do mar)**5- Pressão Padrão:** 1.013,2 hPa;

760 mm Hg; 29,92 pol. Hg; 14,69

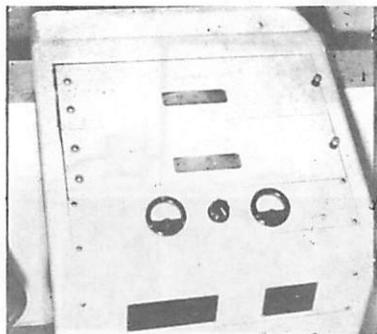
PSI.

Ao nível de 20.000 m a pressão

é de 54,7 hPa.

01 hectopascal (hPa) = 100 N/m^2 **6- Latitude:** 45° **7- Aceleração da gravidade:** $g = 980,66 \text{ cm/s}^2$ **8- Velocidade do som:**340 m/s, a 15°C (Nível Médio do Mar).

Varia proporcionalmente à tem-

peratura: a 30°C atinge o valorde 350 m/s e a 0°C é de 331 m/s.**9- Temperatura padrão ou ISA:** 15°C ; 59°F ; 288°K ; 518°R ISA + $10^\circ = 15^\circ\text{C} + 10^\circ\text{C} = 25^\circ\text{C}$.ISA - $5^\circ = 15^\circ\text{C} - 5^\circ\text{C} = 10^\circ\text{C}$.**10- Gradiente Térmico:** $0,65^\circ\text{C}/100 \text{ m}$ ou $2^\circ\text{C}/1.000 \text{ ft}$ ou $3,6^\circ\text{F}/1.000\text{ft}$ 

Indicador do telesicrômetro



Estação de radiossonda

Até atingir a base da Tropopausa padrão, situada a 11.000 m (36.000 ft) acima do NMM. A temperatura na base e dentro da tropopausa, estendendo-se até o limite máximo de 20.000 m é de $(-56,5^\circ\text{C})$. Usando-se este gradiente pode-se calcular o valor da temperatura padrão para qualquer FL (flight level) = nível de vôo, até 20.000 ft (6.000 m); a partir deste nível, até a base da tropopausa adota-se uma correção de $(-0,5^\circ\text{C})$.

Acima de 20.000 m = + $0,1^\circ\text{C}/100\text{m}$. A temperatura aumenta com a altura (gradiente térmico negativo).

Exemplo:

Temperatura padrão a 8.000 ft, FL 80:

$$15^{\circ}\text{C} - (2^{\circ}\times 8) = 15^{\circ}\text{C} - 16^{\circ}\text{C} = -1^{\circ}\text{C}$$

Temperat. padrão a 30.000 ft, FL 300:

$$15^{\circ}\text{C} - (2^{\circ}\times 30) = 15^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C} = -45^{\circ}\text{C}$$

Aplicando-se a corr. de $(-0,5^{\circ}\text{C})$:

$$-45^{\circ}\text{C} - (-0,5^{\circ}\text{C}) = -45^{\circ}\text{C} + 0,5^{\circ}\text{C} = -44,5^{\circ}\text{C}$$

Pode-se calcular estes valores por intermédio do computador:

1 - Ajusta-se o nível de vôo na janela de "altitude de densidade".

2 - Na janela de "cômputo de altitude de densidade", em oposição ao mesmo nível, lê-se o valor da temperatura padrão.

SUPERFÍCIES ISOBÁRICAS OU SUPERFÍCIES DE PRESSÃO CONSTANTE

São as superfícies que correspondem a valores de pressões iguais, todas mantendo-se paralelas ao "nível de pressão padrão".

Nível de pressão padrão (nível padrão): nível que corresponde à superfície isobárica de 1.013,2 hPa. Nas condições de atmosfera padrão, o nível padrão coincide com o NMM. As demais superfícies isobáricas se mantêm em escala decrescente acima do NMM e em escala crescente para baixo do nível do mar.

SUPERFÍCIES ISOBÁRICAS PADRÕES:

1.000 hPa + ou -	120 m	300 hPa + ou -	9.200 m
850 hPa + ou -	1.500 m	250 hPa + ou -	10.400 m
700 hPa + ou -	3.000 m	200 hPa + ou -	11.800 m
500 hPa + ou -	5.600 m	150 hPa + ou -	13.600 m
400 hPa + ou -	7.200 m	100 hPa + ou -	16.200 m

ALTITUDE DE PRESSÃO:

Distância vertical que separa cada superfície isobárica do nível padrão.

Correspondência:

$$1 \text{ hPa} = 9 \text{ m} = 30 \text{ pés} \text{ para fins práticos de cálculo}$$

$$1 \text{ pol} = 300 \text{ m} = 1.000 \text{ pés} \text{ sem grande precisão.}$$

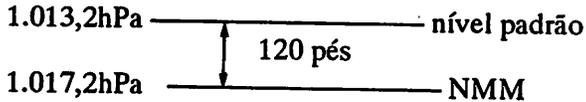
Estas correspondências são verdadeiras ao NMM, podendo ser usadas com precisão até 4.000 pés; para valores superiores a 4.000 pés os erros serão cada vez maiores.

Diferença do nível padrão: distância vertical que separa o nível padrão do nível do mar.

Três situações podem ocorrer.

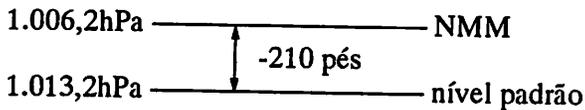
1 - Situação de atmosfera padrão: nível padrão coincide com o NMM, sendo a diferença, nesse caso, igual a zero.

2 - Pressão ao NMM maior que o valor padrão: (1.013,2hPa). O nível padrão estará acima do NMM.



$$1.017,2 - 1.013,2 = 4\text{hPa} \times 30 \text{ pés} = 120 \text{ pés}$$

3 - Pressão ao NMM menor que o valor padrão: (1.013,2hPa). O nível padrão estará abaixo do NMM.



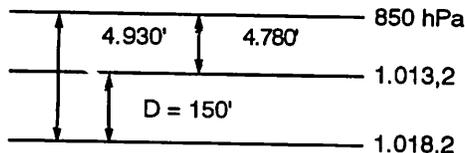
$$1.006,2 - 1.013,2 = -7\text{hPa} \times 30 \text{ pés} = -210 \text{ pés}$$

FATOR “D” OU VALOR “D”:

Diferença entre a altitude real (distância vertical em relação ao NMM) e a altitude de pressão (distância vertical em relação ao nível padrão) de uma determinada superfície isobárica.

Fator “D” pode ser: positivo ou negativo.

1 - Altitude padrão de 850 hPa que corresponde a 4.780 pés. Seja a pressão ao NMM 1.018,2 hPa.

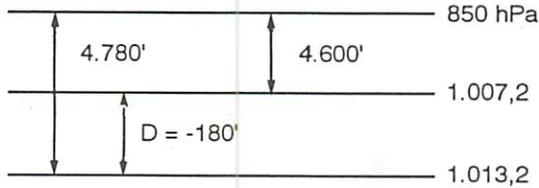


$$1.018,2 - 1.013,2 = 5\text{hPa}; 5\text{hPa} \times 30' = 150'$$

$$\text{altitude real} = 4.780' + 150' = 4.930'$$

$$“D” = 4.930' - 4.780' = 150' \text{ (positivo)}$$

2- Considerando a altitude padrão do problema acima, seja a pressão de 1007.2hPa ao NMM:



$$1.007,2 - 1.013,2 = -6\text{hPa}; -6 \times 30' = -180'$$

$$\text{altitude real} = 4.780' - 180' = 4.600'$$

$$"D" = 4.600' - 4.780' = 180' \text{ (negativo).}$$

Isoípsas - ou linhas de contorno são as linhas que unem os pontos que têm os mesmos valores de altitude de pressão, em cartas de pressão constante (altitude).

PRESSÃO ATMOSFÉRICA

Sendo a atmosfera uma mistura de diversos gases cada um exerce uma pressão parcial. A pressão total, ou seja, a soma de todas as pressões parciais dos elementos componentes é chamada “Pressão Atmosférica”. É uma consequência da força de atração à medida que se eleva na atmosfera. Pode ser medida em qualquer nível.

Será sempre a força exercida pelo peso da coluna de ar desde o limite superior da atmosfera até o nível considerado. É exercida em todos os sentidos. Pressão é a força exercida pela unidade de área:

$$P = \frac{F}{A}$$

No sistema de unidades MKS, $F = \text{newton}$; $A = \text{m}^2$; $F = M \times g$
 $g = 9,8066 \text{ m/seg}^2$ (aceleração da gravidade na latitude de 45°)
 $M = V \times \rho$

$$P = \frac{V \times \rho \times g}{A}$$

$\rho = \text{massa específica ou densidade absoluta}$

A unidade de pressão $\frac{\text{newton}}{\text{m}^2}$ é o pascal

Usa-se no entanto, o seguinte múltiplo:

$\text{hPa} = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{hectopascal}$, que corresponde a 10^3 dina/cm^2 , no sistema

de unidades CGS.

No sistema inglês, a pressão é dada em libras por polegada quadrada: PSI.

A experiência de Torricelli, realizada ao NMM, acusou uma altura média de 76 cm para a coluna de mercúrio, ou 29,92 polegadas.

$$1 \text{ pol.} = 25,4 \text{ mm}$$

A pressão exercida pela coluna de 76 cm de altura, ao NMM, com secção de 1 cm² sobre cada cm² da superfície, será:

$$P = \frac{76 \times 1 \times 13,6 \times 980,66}{1} = 1013250 \frac{\text{dina}}{\text{cm}^2}$$

13,6 = r = densidade do mercúrio, a 0°C

Isto é igual a 1.013,25 hectopascal.

Assim sendo, o valor médio da pressão exercida sobre um ponto situado ao nível do mar, recebe o nome de "Pressão padrão ao nível do Mar", que equivale a:

76 cm Hg; 760 mm Hg; 1.013,2 hPa; 29,92 pol. Hg; 14,69 PSI.

Para se obter PSI, multiplica-se o valor em polegadas pela constante 0,491:

$$\text{Pol.} \times 0,491 = \text{PSI}$$

A pressão exercida por 1 cm³ de mercúrio, será:

$$P = \frac{1 \times 13,6 \times 980,66}{1} \cong 13.330 \text{ dina/cm}^2$$

Como 1 hPa = 10³ dina/cm²

1 cm³ Hg = 13,3 hPa

1 mm³ Hg = 1,33 hPa

Então, 1 Pol Hg = 33,8 hPa pois 1 pol = 25,4 mm.

O instrumento usado para medir a pressão atmosférica chama-se barômetro.

Existem dois tipos:

1 - barômetro de mercúrio ou hidrostático;

2 - barômetro aneróide ou metálico.

O instrumento que registra a pressão chama-se barógrafo; barógrafo de precisão (até 0,1 mmHg) chama-se microbarógrafo.

VARIAÇÕES DA PRESSÃO:

A pressão atmosférica varia com a temperatura, densidade, altitude, umidade, período do dia, latitude, condições meteorológicas.

Com a temperatura – quanto maior a temperatura, menor pressão, num nível considerado.

Com a densidade – quanto maior a densidade do ar, maior a pressão.

Com a altitude – a pressão diminui com o aumento de altitude.

Valores práticos de cálculos:

1 hPa \cong 30 pés \cong 9m

1 pol \cong 1000 pés \cong 300m

1 mm \cong 36 pés \cong 12m

Com a umidade – quanto maior a umidade do ar, menor será a pressão.

Com a latitude – quanto maior a latitude, maior a pressão (aceleração da gravidade diminui no sentido do equador).

Variação diária – a pressão atinge 2 valores máximos e 2 valores mínimos por dia:

máximos: às 10:00 e 22:00 horas (local);

mínimos: às 04:00 e 16:00 horas (local).

Esta variação é chamada “maré barométrica”. Propaga-se de este para oeste e é mais acentuada no equador do que nos pólos.

Variação dinâmica – provocada pelos movimentos horizontais de massas de ar de densidade diferente, frentes, oclusões.

REDUÇÕES DA PRESSÃO: QFE, QFF, QNE, QNH

QFE – Pressão da estação, corrigida para os erros de temperatura e latitude; pressão ao nível da pista. Se usado como ajuste altimétrico, fornecerá a altura da aeronave (em relação à pista) na aproximação final.

Se a aeronave estiver pousada a indicação será zero metro de altura. Por isso é também chamado “ajuste a zero”.

QFF – QFE (pressão da estação) reduzida ao NMM. Em condições de atmosfera real; é como se a estação estivesse localizada ao NMM. Isto é feito para que se possa analisar o campo bórico, tomando como base os valores de pressão ao mesmo nível, no caso NMM. Este procedimento é adotado em

virtude de os valores QFE não serem representativos do campo de pressão, em virtude da variação de pressão com a altitude, haja vista a localização nas mais diversas altitudes das estações meteorológicas. É usado somente na análise das cartas sinóticas (uso meteorológico).

QNE - Valor da pressão padrão usado para vôos em rota (FL), como ajuste altimétrico; seu valor é 1.013.2 hPa ou 29,92 pol. É chamado “ajuste universal” ou ajuste padrão.

QNH - Ajuste altimétrico; pressão da estação reduzida ao NMM tomando-se por base as condições da atmosfera padrão. Usado para pousos e decolagens (uso aeronáutico).

Ao NMM o valor QNH é igual ao valor do QFE. Para estações acima do NMM o valor QNH será sempre maior que o valor QFE.

Assim, numa dada estação:

$$\text{QNH} = 1020,5 \text{ hPa}$$

$$\text{QFE} = 1010,5 \text{ hPa}$$

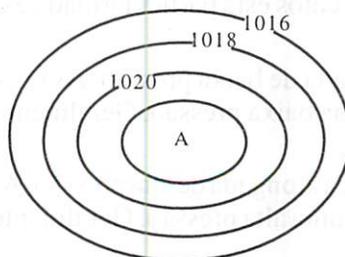
$$\text{QNH} - \text{QFE} = 1020,5 - 1010,5 = 10 \text{ hPa}$$

Como cada hPa corresponde a 9m, $10 \times 9 = 90\text{m}$, que é a altitude da referida estação; tem-se então que a diferença de valores QNH - QFE convertida em termos de altura fornece a altitude aproximada da estação.

ISÓBARAS

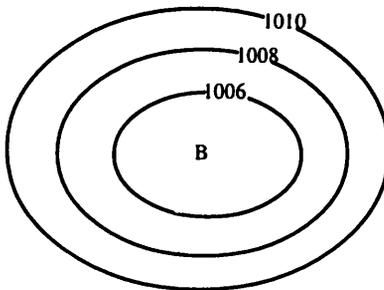
Os valores QFF das horas sinóticas principais, ou seja, 00:00Z, 06:00Z, 12:00Z e 18:00Z são plotados nas “cartas sinóticas de superfície”. Ao se analisar o campo bórico são traçadas linhas que unem os pontos de QFF iguais, de 2 em 2 hPa pares. Estas linhas são as Isóbaras, que só existem ao NMM unindo, portanto, os pontos que possuem o mesmo valor de pressão. A análise do campo de pressões mostra que elas se apresentam em **sistemas** ou **centros**, que são uma função da temperatura.

Centros de Altas Pressões ou Anticiclones - a pressão no centro é maior. Geralmente associados com bom tempo.



A (cor azul) ou H (High)

Centros de Baixas Pressões ou Ciclones - a pressão no centro é menor. Geralmente associados com mau tempo.



B (cor vermelha) ou L (Low)

Podem ser:

Altas de núcleo quente - se intensificam em altura e permanecem altas pressões; inclinam-se, em altitude, para o setor mais quente; no nosso caso, norte.

Altas de núcleo frio - se debilitam em altura e se transformam em baixas pressões; Inclinam-se, em altitude, para o setor mais frio; no nosso caso, sul.

Baixas de núcleo frio - se intensificam em altura e permanecem baixas pressões; inclinam-se, em altitude, para o setor mais frio; no nosso caso, sul.

Baixas de núcleo quente - se debilitam em altura e se transformam em altas pressões; inclinam-se, em altitude, para o setor mais quente; no nosso caso, norte.

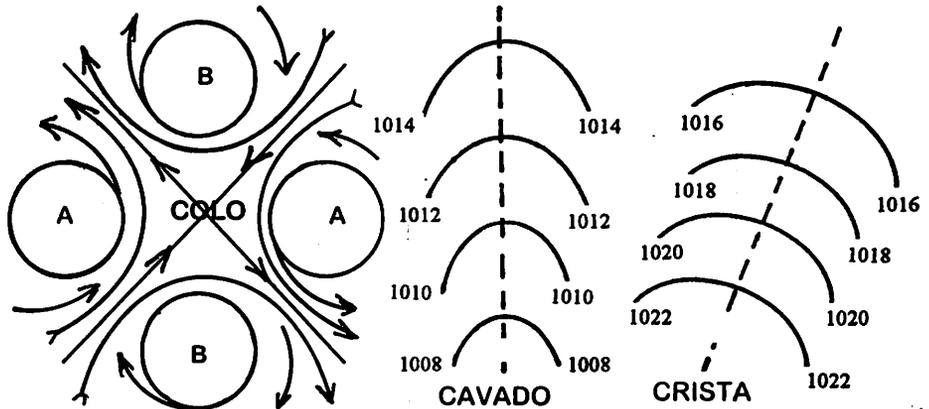
São ainda: **Semipermanentes** (estacionários)
 Dinâmicos (em deslocamento)

Configurações de pressão:

Colo - área de transição (garganta) entre duas altas e duas baixas (área de ventos fracos e variáveis), pois, neste ponto, ocorre ao mesmo tempo convergência e divergência, onde a circulação é simultaneamente alta e baixa. Na circulação dos ventos esta particularidade é comumente chamada Ponto Singular.

Cavado - área alongada de baixa pressão. As pressões aumentam para a periferia. Projeção de uma baixa pressão. Geralmente associado com mau tempo.

Crista ou cunha - área alongada de alta pressão. As pressões aumentam para o centro; projeção de uma alta pressão. Geralmente associada com bom tempo.



UMIDADE – VAPOR D'ÁGUA

Principais fontes - oceanos, rios, lagos, pântanos, solo úmido, neve, vegetação. O vapor d'água na atmosfera varia de 0%, a 4%, caracterizando o ar seco, úmido ou saturado. Provêm principalmente da evaporação.

Evaporação - passagem de um corpo do estado líquido para o estado gasoso; processa-se na superfície livre dos líquidos. A evaporação é diretamente proporcional à temperatura. É maior nas latitudes equatoriais e diminui à medida que se avança em direção aos pólos. O instrumento usado para medir a quantidade de evaporação é o evaporímetro e o que registra num gráfico é o evaporígrafo. É responsável pelo equilíbrio térmico da Atmosfera.

Ciclo hidrológico - a água sai da hidrosfera (oceanos, rios, etc.) e vai para a atmosfera pela evaporação; com o resfriamento do vapor d'água na atmosfera há a saturação e a conseqüente condensação em forma de nuvem, desde que haja a presença de núcleos de condensação. Com a precipitação, a água retorna à hidrosfera, completando-se o "ciclo hidrológico".

Saturação - quantidade máxima de vapor d'água que o ar pode conter numa certa temperatura; quando o ar está saturado diz-se que sua capacidade está "satisfeita". Ocorre de dois modos:

- 1 - acréscimo de vapor d'água;
- 2 - resfriamento.

A saturação é responsável pela condensação que forma hidrometeoro: nuvens, nevoeiros e névoas.

Condensação - saturação em forma de nuvens e nevoeiros (vapor d'água passa para a forma líquida).

Sublimação - é a passagem direta do estado gasoso para o sólido (vapor d'água para cristais de gelo) ou do sólido para gasoso (cristais de gelo para

para vapor d'água). A água pode existir na atmosfera nos três estados físicos: gasoso, líquido ou sólido.

Para ocorrer condensação é necessária a presença de núcleos higroscópicos na atmosfera; são chamados “núcleos de condensação” ou “aerossóis”: poeira, areia, sal marinho, fuligem, fumaça de queimadas, resíduos industriais, etc. No entanto, à temperatura em torno de -39°C , -40°C acontece a sublimação do vapor d'água sem a presença de núcleos higroscópicos; esta temperatura é chamada “temperatura de sublimação espontânea”.

ELEMENTOS REPRESENTATIVOS DA UMIDADE DO AR

Temperatura do bulbo úmido – ao se acrescentar vapor d'água num volume de ar por evaporação, ele vai saturar. Quando atingir a saturação, a temperatura em que ela ocorre, chama-se temperatura do bulbo úmido (T_w). Pode ser obtida por um instrumento chamado psicrômetro, que consta de 2 termômetros iguais fixos num suporte metálico, instalado dentro do abrigo meteorológico.

Um dos termômetros possui o bulbo envolto por uma “camiseta” de malha (musselina) e chama-se termômetro do “bulbo úmido”; o outro é chamado termômetro de “bulbo seco” e fornece a temperatura do ar ambiente. Antes de se fazer a leitura “molha-se” o bulbo úmido e produz-se a evaporação da água da camiseta, por ventilação. A temperatura assim obtida é chamada temperatura do bulbo úmido e é sempre menor que a temperatura do bulbo seco, exceção feita quando o ar está saturado, condição em que as duas são iguais. A diferença entre a temperatura do bulbo seco e a temperatura do bulbo úmido é chamada depressão do bulbo úmido, ou depressão psicrométrica.

Temperatura do ponto de orvalho – ao se resfriar um volume de ar, sob pressão constante, sem variar a quantidade de vapor d'água nele presente, ele vai saturar.

Quando atingir a saturação, a temperatura em que ela ocorre chama-se temperatura do ponto de orvalho (T_d). É obtida indiretamente, por meio de tabela, empregando-se a temperatura do ar e a depressão do bulbo úmido. É expressa em $^{\circ}\text{C}$, vem no boletim meteorológico “METAR” separada da temperatura do ar por uma barra.

Exemplo: 20/18 (TT/Td Td). Isto significa que quando a temperatura decrescer de 20° até 18°C haverá saturação. Quanto mais afastados estiverem os valores destas temperaturas mais seco será o ar; quanto mais próximos, mais úmido será o ar, podendo ocorrer mau tempo, chuva, chuvisco, nevoeiro.

Telepsicrômetros instalados próximos às cabeceiras das pistas de pouso fornecem também o valor da temperatura do ponto de orvalho que é registrado num indicador dentro da estação meteorológica. As linhas que ligam os pontos que possuem o mesmo valor de temperatura do ponto de orvalho são chamadas “Isodrosotermas”.

Umidade relativa do ar – É uma relação entre a umidade que o ar contém e a quantidade máxima de umidade que o ar poderá conter na mesma temperatura. É expressa em porcentagem. Exemplo: Umidade relativa do ar 70%, 85%, etc.

O ar saturado apresenta umidade relativa igual a 100%. Pode ser obtida, por meio de tabela, empregando-se a temperatura do ar e a depressão do bulbo úmido. O instrumento usado para se medir umidade é o higrômetro e o que faz o registro é o higrógrafo. Quando se aumenta a temperatura de um volume de ar a sua umidade relativa diminui e vice-versa.

A Meteorologia emprega um instrumento que registra, num mesmo gráfico, os valores de temperatura do ar e umidade relativa do ar. É o higrótermógrafo, localizado dentro do abrigo meteorológico.

Umidade absoluta – É a razão entre a massa de vapor d'água existente num determinado volume de ar. Aumenta com o aumento da temperatura. É expressa em “g” de vapor d'água por m³ de ar.

Umidade específica – É a relação entre a massa de vapor d'água e a massa do ar (úmido) que o contém. É expressa em “g” de vapor d'água por kg de ar.

Em razão do vapor d'água diminuir com a altitude, a umidade específica também diminui com a altitude. É de grande importância para se corrigir a potência dos motores das aeronaves que dependem de valores precisos nas decolagens ou arremetidas, por serem sensíveis à umidade do ar. No ar saturado os motores convencionais e reatores perdem uma parte da potência porque admitem maior porcentagem de vapor d'água, no lugar de oxigênio.

Razão de mistura – É a relação da massa de vapor d'água e a massa do ar seco no qual o vapor d'água está contido. Seu valor pouco difere do valor da umidade específica. É expressa em g de vapor d'água por kg de ar seco. Só se altera pela adição ou remoção de vapor d'água, diminuindo com a altitude.

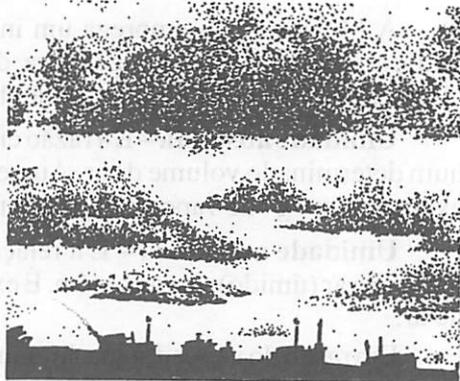
Saturação por resfriamento – Forma nuvens e nevoeiros e os processos físicos mais comuns são:

1 - Radiação terrestre – Durante a noite o calor solar é devolvido para o espaço, principalmente nas noites claras, resfriando a superfície terrestre e, por conseguinte, o ar em contato com a superfície, poderá se saturar, formando nevoeiro de radiação ou ainda orvalho e também geada.

2 - Convecção – O ar aquecido junto à superfície é menos denso e tende a subir na atmosfera, por expansão, resfriando-se e se tornando saturado, formando nuvens. O ar mais frio de níveis superiores, por ser mais denso, desce em volume proporcional, criando um movimento vertical na atmosfera, sob forma de correntes. As correntes ascendentes sobem por aquecimento e as descendentes descem por resfriamento, caracterizando as “correntes convectivas” (térmicas). A este processo chamamos “convecção”. As nuvens assim formadas são chamadas “convectivas”. A convecção é maior sobre a terra durante o dia, à tarde; durante a noite, é maior sobre o mar, pela madrugada. As nuvens convectivas apresentam bases mais ou menos horizontais e grande desenvolvimento vertical; são as nuvens “cumuliformes” (cumulus).

3 - Advecção – Transporte horizontal do calor, formando nuvens advectivas. Há dois tipos de advecção:

1) Deslocamento de uma massa de ar mais frio sobre superfície mais aquecida que vai pouco a pouco sendo aquecida por baixo, com o ar mais aquecido se elevando, resfriando e saturando dando origem à nebulosidade advectiva “cumuliforme”.



2) Deslocamento de uma massa de ar mais quente sobre superfície mais fria, que vai pouco a pouco sendo resfriada por baixo, favorecendo a saturação do ar resfriado dando origem à nebulosidade advectiva “estratificada” e nevoeiros de advecção.

4 - Orografia – Ar quente e úmido se choca com uma grande serra ou montanha, e mecanicamente, é obrigado a se elevar sobre o lado de barlavento, se resfriando e saturando dando origem à nebulosidade “orográfica”, colada à encosta da montanha.

5- Efeito dinâmico - Ventos de características diferentes de temperatura, pressão e umidade convergem sobre determinada área acarretando a elevação do ar, favorecendo a saturação por resfriamento e a formação de nuvens “dinâmicas”, que são as nuvens das frentes (frontais), das linhas de instabilidade e da CIT.

EFEITO OROGRÁFICO



PRECIPITAÇÃO - Retorno da água da atmosfera para a superfície. equilibrando a evaporação, mantendo a harmonia do equilíbrio hidrológico.

Pode ser:

- ☁ Sólida: neve, granizo;
- ☁ Líquida: chuva, chuvisco.

O instrumento usado para medir a precipitação é o pluviômetro e o que registra é o pluviógrafo. A unidade de medida da precipitação é o milímetro.

Exemplo:

10 mm de precipitação, significa que cada metro quadrado de uma superfície totalmente plana foi coberta por uma camada de 10 mm de água.

Quanto ao caráter, a precipitação pode ser:

Contínua - variação lenta na intensidade, sem interrupção.

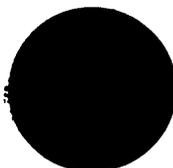
Intermitente - períodos de interrupção menores que os de precipitação.

Pancadas - intensidade varia bruscamente; períodos de interrupção maiores que os de precipitação.

Representação na carta sinótica de superfície (em cor verde):

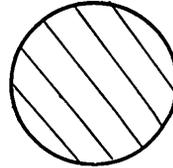
Chuva	- CHV -	.....	Rain	- RA
Chuvisco	- ISC -	.....	Drizzle	- DZ
Neve	- NVE -	.....	Snow	- SN
Granizo	- GRZ -	.....	Hail	- GR
Pancada	- PNC -	.....	Shwr	- SH

contínua



área
sombreada

intermitente



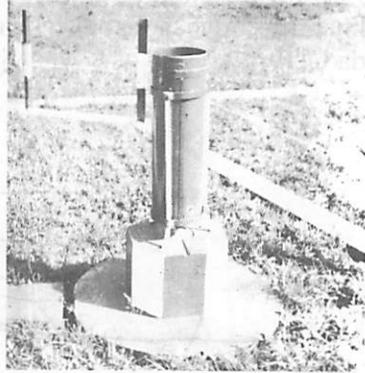
área
tracedada

A linha que une os pontos de mesma quantidade de precipitação chama-se “Isoieta”.

EQUILÍBRIO TÉRMICO DA ATMOSFERA

Processo adiabático - Processo termodinâmico que engloba as variações de temperatura e pressão não considerando as variações de volume. A densidade absoluta ou massa específica do ar diminui na vertical (altitude). Um volume de ar que sobe na atmosfera vai penetrando em áreas de pressões cada vez menores e, em conseqüência, vai se expandindo, provocando resfriamento, ou seja, perda de temperatura por expansão, sem troca com o meio ambiente.

Caso contrário, um volume de ar que se afunda na atmosfera vai penetrando em áreas de pressões cada vez maiores e, em conseqüência, vai se comprimindo, provocando aquecimento, ou seja, ganho de temperatura por compressão, sem troca de calor com o meio ambiente. A este processo dá-se o nome de "processo adiabático".



Pluviômetro

Transformações adiabáticas:

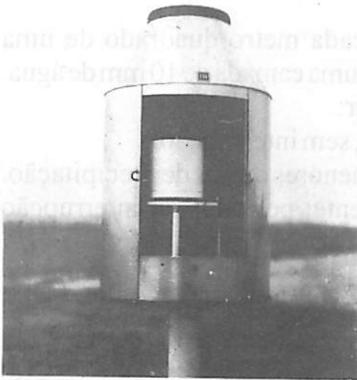
1 - Razão adiabática seca

2 - Razão adiabática úmida

Razão adiabática seca - gradiente vertical do ar seco (não saturado) que é igual a:
 $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$.

Isso significa que o ar seco ao se elevar na atmosfera se resfria na razão constante de $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$; ao descer, o ar seco irá se aquecer na mesma razão.

Razão adiabática úmida - gradiente vertical dentro do ar saturado, isto é, dentro da nuvem e que não possui valor tão constante, variando entre $0,4^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ e quase $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. Adota-se, para calculos práticos, o valor de: $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ($2^{\circ}\text{C}/1000\text{pés}$).



Pluviôgrafo

Outros gradientes térmicos:

Gradiente isotérmico = a temperatura não varia com a altura.

Gradiente negativo = a temperatura aumenta com a altura, caracterizando "inversão".

Gradiente super adiabático = todo gradiente maior que $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$.

Gradiente auto-convectivo = valor super adiabático máximo para o ar seco, permissível na atmosfera, seu valor é $3,42^{\circ}\text{C}/100\text{m}$.

Gradiente do ponto de orvalho = a temperatura do ponto de orvalho decresce, em média, $0,2^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ quando uma parcela de ar se eleva na atmosfera, convectivamente.

Nível de condensação convectiva (NCC) - é o nível onde o ar saturado se condensa e dá origem à formação de nebulosidade convectiva, geralmente nuvens cumulus. Neste nível a temperatura do ar é igual à temperatura do ponto de orvalho. A altura do NCC equivale à altura da base das nuvens.

Temperatura convectiva - É a temperatura que, em superfície, dá origem ao processo de convecção que irá formar as nuvens cumuliformes.

Fórmula para se obter a altura da base da nuvem convectiva

Razão adiabática seca: $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$.

A variação vertical média da temperatura do ponto de orvalho é $0,2^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. Em cada 100 m, a diferença entre as duas decresce:

$$1^{\circ}\text{C}/100\text{m} - 0,2^{\circ}\text{C}/100\text{m} = 0,8^{\circ}\text{C}/100\text{m}$$

Dividindo-se 100 por 0,8, tem-se a constante 125.

Multiplicando-se a diferença entre as duas temperaturas por 125 teremos a altura da base da nuvem, em metros:

$$H = 125 (TT - TdTd)$$

H = altura em metros

125 = constante

TT = temperatura convectiva na superfície ($^{\circ}\text{C}$)

TdTd = temperatura do ponto de orvalho na superfície ($^{\circ}\text{C}$).

Temperatura potencial - É a temperatura que uma parcela de ar teria se fosse levada adiabaticamente seca até o nível padronizado de 1.000 hPa; é normalmente expressa em $^{\circ}\text{K}$. Seja uma parcela de ar com 15°C ao nível de 1.000 hPa; esta parcela subindo cerca de 400 m irá perder $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ atingindo no final a temperatura de 11°C ; se ela retornar ao nível inicial de 1.000 hPa, pela razão adiabática seca, terá novamente atingido o valor de 15°C . A temperatura final é sempre igual à inicial desde que a parcela se mantenha não saturada e que a pressão se mantenha a mesma, no caso, 1.000 hPa (padrão).

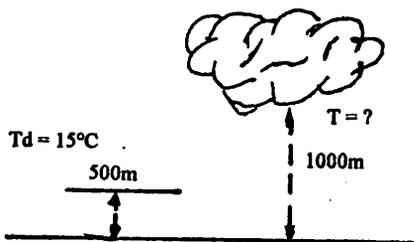
Temperatura potencial equivalente - É a temperatura que teria uma parcela de ar ao se elevar adiabaticamente seca desde o nível de 1.000 hPa até atingir o NCC, ultrapassar o NCC continuar subindo pela razão adiabática úmida e retornar ao nível original (1.000 hPa), pela razão adiabática seca.

Possui um valor final superior ao inicial pois neste processo, chamado "pseudo-adiabático", há ganho de calor proveniente do calor latente de condensação.

Seja uma parcela de ar com a temperatura de 20°C ao nível de 1.000 hPa . Ao subir, esta parcela perderá $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ até atingir o NCC. Supondo o NCC a 500 m , o valor da temperatura aí será 15°C . A parcela continuando a subir mais 500 m além do NCC, agora pela razão adiabática úmida, atingirá o valor de 12°C . Descendo o total de 1.000 m através a razão adiabática seca, até atingir o nível de 1.000 hPa , a parcela atingirá o valor de temperatura de 22°C .

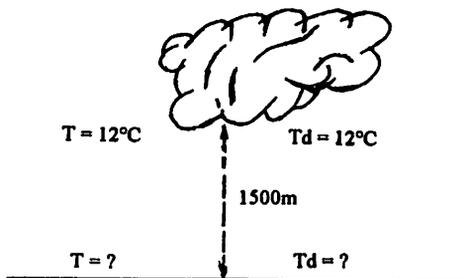
PROBLEMAS:

1 - Nuvens cumulus estão a 1.000 m de altura. A temperatura do ponto de orvalho a 500 m é 15°C ; calcular a temperatura na base da nuvem.



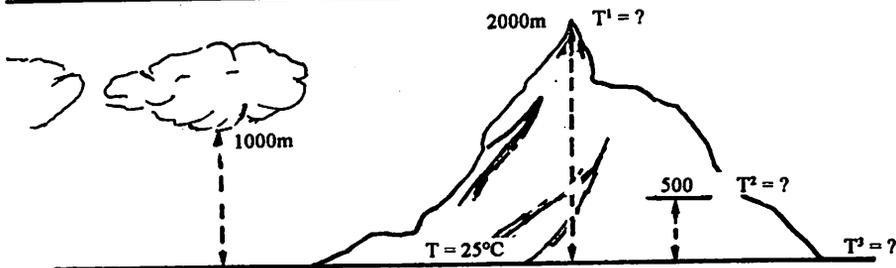
A temperatura na base da nuvem será igual à temperatura do ponto de orvalho neste nível. Então, $0,2^{\circ}\text{C} \times 5 = 1^{\circ}\text{C}$ porque T_d decresce $0,2^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$
 $15^{\circ}\text{C} - 1^{\circ}\text{C} = 14^{\circ}\text{C}$ $T_d = 14^{\circ}\text{C}$ e $T = 14^{\circ}\text{C}$

2 - Nuvens cumulus estão a 1.500 m de altura. A temperatura do ponto de orvalho na base da nuvem é 12°C . Calcular a temperatura convectiva e temperatura do ponto de orvalho na superfície.



Na base da nuvem, $T = T_d$, ou seja, 12°C ; $0,2 \times 15 = 3^{\circ}\text{C}$.
 T_d , na superfície, será $12^{\circ}\text{C} + 3^{\circ}\text{C} = 15^{\circ}\text{C}$
 $1 \times 15 = 15^{\circ}\text{C}$;
 T , na superfície, será $12^{\circ}\text{C} + 15^{\circ}\text{C} = 27^{\circ}\text{C}$

3 - Nuvens cumulus estão formadas por convecção a 1.000 m de altura à barlavento de uma montanha de 2.000 m de altura. A temperatura convectiva é 25°C . Calcular a temperatura no topo da montanha, a 500 m do solo, no lado do sotavento, e também, na superfície ainda no mesmo lado.



Na base da nuvem: $T = 25 - (1 \times 10) = 25 - 10 = 15^\circ\text{C}$

No topo da montanha $T_1 = 15 - (0,6 \times 10) = 15 - 6 = 9^\circ\text{C}$, pois faltam 1.000 m para o ar subir pela razão adiabática saturada.

No lado de sotavento a 500 m do solo: $T_2 = 9 + (1 \times 15) = 9 + 15 = 24^\circ\text{C}$ pois o ar vai percorrer 1.500 m pela razão adiabática seca.

Em superfície: $T_3 = 9 + (1 \times 20) = 9 + 20 = 29^\circ\text{C}$ pela mesma razão.

4 - Calcular a altura da base das nuvens cumulus sabendo-se que a temperatura do ar a 800 m é 13°C e a temperatura do ponto de orvalho a 500 m é 8°C .

Na superfície:

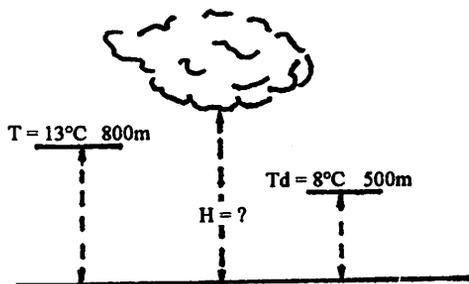
$$T_d = 13 + (1 \times 8) = 13 + 8 = 21^\circ\text{C}$$

$$T_{dd} = 8 + (0,2 \times 5) = 8 + 1 = 9^\circ\text{C}$$

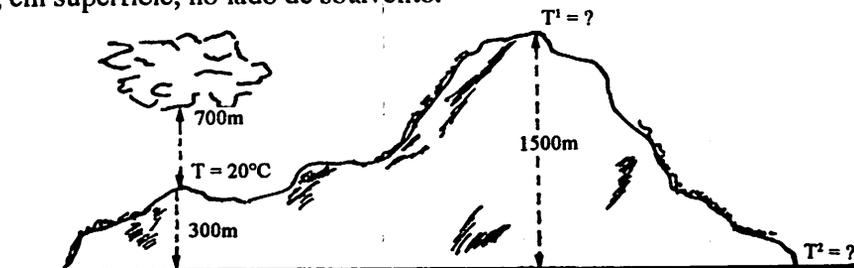
$$H_d = 125 (T - T_d)$$

$$H_d = 125 (21 - 9)$$

$$H_d = 125 \times 12 = 1.500 \text{ m}$$



5 - Nuvens cumulus estão formadas a 700 m de altura sobre um planalto de 300 m situado a barlavento de uma montanha de 1.500 m. A temperatura convectiva no planalto é 20°C . Calcular a temperatura no topo da montanha, e, em superfície, no lado de sotavento.



Temperatura na base da nuvem: $T = 20 - (1 \times 7) = 13^{\circ}\text{C}$

Temperatura no topo da montanha: $T_1 = 13 - (0,6 \times 5) = 13 - 3 = 10^{\circ}\text{C}$
pois o ar vai percorrer 500 m pela razão adiabática úmida.

Temperatura em superfície, no lado do sotavento: $T_2 = 10 + (1 \times 15) = 10 + 15 = 25^{\circ}\text{C}$, pois o ar vai percorrer 1500 m pela razão adiabática seca.

EQUILÍBRIO NA ATMOSFERA

O equilíbrio pode ser: estável, instável e neutro ou indiferente. Um corpo é dito estar em equilíbrio quando todas as forças que atuam sobre ele se equivalem, caracterizando a situação de repouso do corpo. Como todos os corpos são considerados em relação à superfície terrestre, um corpo está em equilíbrio quando está em repouso em relação à Terra.

EQUILÍBRIO ESTÁVEL:

Um corpo afastado da sua posição de equilíbrio por uma força atuante, voltará à posição original assim que cessar o efeito da força. No caso do ar atmosférico, uma parcela de ar quando impulsionada por uma força tende a retornar à posição de origem, caracterizando o que se chama de “estabilidade do ar”, que é uma resistência da atmosfera aos movimentos verticais do ar.

EQUILÍBRIO INSTÁVEL:

Um corpo afastado da sua posição de equilíbrio por uma força atuante, tenderá a se afastar cada vez mais da posição inicial. O equilíbrio instável caracteriza a “instabilidade do ar” que é a tendência da parcela de ar subir sempre e com velocidade cada vez maior.

EQUILÍBRIO NEUTRO OU INDIFERENTE

Um corpo afastado da sua posição de equilíbrio por uma força atuante permanecerá em equilíbrio na nova posição, assim que cessar o efeito da força. No caso do ar atmosférico, quando cessa a força atuante, a parcela de ar estaciona, não voltando ao ponto inicial nem tampouco continuando a subir. O ar é chamado “neutro ou indiferente”.

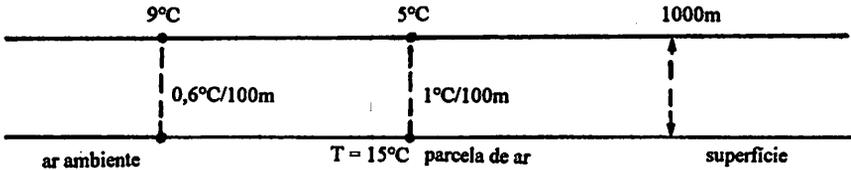
EQUILÍBRIO DO AR SECO (não saturado)

Relação estabelecida com a razão adiabática seca, uma vez que a parcela de ar ainda não atingiu o NCC.

1 - Estável - Estabilidade do ar - O gradiente térmico do ar ambiente é menor que a razão adiabática seca:

$$GT < 1^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$$

A temperatura da parcela de ar no nível superior será menor que a temperatura do ar ambiente retornando ao nível inicial.



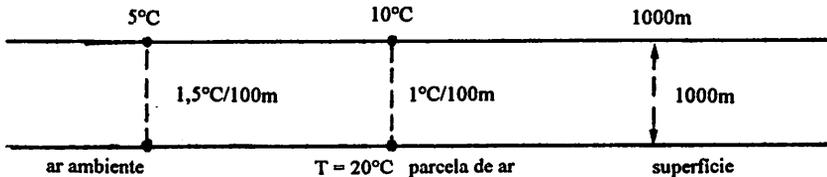
Seja uma camada de ar de 1.000 m de espessura, com a temperatura de 15°C em superfície. Adotando-se o GT para o ar ambiente de $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$, o ar terá, ao nível de 1.000 m, a temperatura de 9°C . A parcela de ar, subindo através a razão diabática seca ($1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$) terá, no mesmo nível, a temperatura de 5°C .

A parcela de ar será mais fria (mais densa) que o ar ambiente, retornando, então à posição inicial caracterizando a estabilidade do ar. A situação de inversão térmica, com ar mais aquecido sobre ar mais frio, constitui um caso de estabilidade do ar. Em verdade a parcela de ar não consegue sequer sair da posição inicial pois sempre que é solicitada a se elevar, torna-se mais fria (mais densa) que o ar ambiente e retorna à posição de origem. A inversão junto à superfície favorece a formação de névoas e nevoeiros.

2 - Instável - Instabilidade do ar - O gradiente térmico do ar ambiente é maior que a razão adiabática seca:

$$GT > 1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$$

A temperatura da parcela de ar no nível superior será maior que a temperatura do ar ambiente tendendo, então, a se elevar com velocidade crescente, afastando-se cada vez mais da posição inicial.



Seja uma camada de ar com 1.000 m de espessura, com a temperatura de 20°C em superfície. Adotando-se o GT para o ar ambiente de $1,5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$, o ar terá no nível de 1.000 m a temperatura de 5°C . A parcela de ar subindo através a razão diabática seca ($1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$) terá no mesmo nível a temperatura de 10°C . A parcela de ar será mais quente (menos densa) que o ar ambiente afastando-se, então, cada vez mais de sua posição original.

3 - Neutro ou Indiferente - O gradiente térmico do ar ambiente é igual à razão adiabática seca: $GT = 1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$

A temperatura da parcela de ar no nível superior será igual a temperatura do ar ambiente permanecendo, então, em equilíbrio na nova posição.

Seja uma camada de ar com 1.000 m de espessura, com a temperatura de 10°C em superfície. Adotando-se o GT para o ar ambiente de 1°C/100 m, o ar terá no nível de 1.000 m a temperatura de 0°C. A parcela de ar subindo através da razão adiabática seca (1°C/100 m) terá no mesmo nível a temperatura de 0°C. A parcela de ar terá temperatura idêntica à do ar ambiente permanecendo, então, no referido nível.

	0°C	0°C	1000m
	1°C/100m	1°C/100m	1000m
ar ambiente	T=10°C	parcela de ar	superfície

EQUILÍBRIO DO AR SATURADO

Neste caso o gradiente térmico deve ser comparado com a razão adiabática úmida.

1 - Estável – O gradiente térmico do ar saturado é menor que a razão adiabática úmida. $GT < 0,6^\circ\text{C}/100\text{m}$

2 - Instável – O gradiente térmico do ar é maior que a razão adiabática úmida. $GT > 0,6^\circ\text{C}/100\text{m}$

3 - Neutro ou Indiferente – O gradiente térmico do ar saturado é igual à razão adiabática úmida. $GT = 0,6^\circ\text{C}/100\text{m}$

CONDIÇÕES DE TEMPO ASSOCIADAS COM A ESTABILIDADE

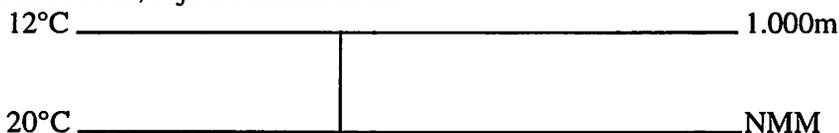
Tempo bom, geralmente; céu claro ou nuvens estratiformes (cirrostratus, altostratus, nimbostratus, stratus). Visibilidade reduzida por NVO (nevoeiro), FUM (fumaça), NVS (névoa seca), NVU (névoa úmida); ar calmo, sem turbulência; quando há precipitação ela é leve e contínua; formação de gelo tipo opaco.

CONDIÇÕES DE TEMPO ASSOCIADAS COM A INSTABILIDADE

Nuvens cumuliformes (cirrocumulus, altocumulus, cumulus e cumulonimbus); precipitação tipo pancada; visibilidade boa (exceto nas horas das pancadas); ar turbulento; formação de gelo do tipo claro. A instabilidade em níveis superiores é denotada pela presença de nuvens cirrocumulus e cirrus uncinus alongados (rabo de galo) indicando a presença de ventos fortes. Nos níveis médios a instabilidade é verificada pela presença de altocumulus.

VERIFICAÇÃO DA CONDIÇÃO DE EQUILÍBRIO EM CAMADAS E EM VÔO

Compare-se o gradiente térmico de uma parcela de ar com a razão adiabática seca; seja a camada de ar:



A temperatura variou 8°C em 1.000m; $\frac{8^\circ\text{C}}{1000\text{m}} = \frac{0,8^\circ\text{C}}{100\text{m}} = 0,8^\circ\text{C}/100\text{m}$

O equilíbrio desta camada é estável: $GT < 1^\circ\text{C}/100\text{ m}$

Seja uma aeronave a 7.000 pés (2.100m) na vertical de um ponto cuja temperatura foi verificada ser de 25°C, em superfície.

O ar no nível de vôo deverá ter 4°C, de acordo com a variação da razão adiabática seca (1°C/100 m); se a temperatura neste nível for:

1 - menor que 4°C — ar instável: $GT > 1^\circ\text{C}/100\text{m}$

2 - maior que 4°C — ar estável: $GT < 1^\circ\text{C}/100\text{m}$

ESTABILIDADE OU INSTABILIDADE CONDICIONAL

Sempre que o gradiente térmico do ar ambiente estiver compreendido entre o valor da razão adiabática úmida e razão adiabática seca:

$$GT \begin{cases} > 0,6^\circ\text{C}/100\text{ m} \\ < 1^\circ\text{C}/100\text{ m} \end{cases}$$

O equilíbrio será estável enquanto o ar for seco, passando a instável quando for úmido ou saturado.

Exemplo: $GT = 0,8^\circ\text{C}/100\text{m}$

INSTABILIDADE MECÂNICA OU ABSOLUTA:

A densidade absoluta ou massa específica do ar diminui com a altura. Se ocorresse densidade constante em todos os níveis da atmosfera teríamos uma condição chamada de “Atmosfera homogênea”. O gradiente térmico seria o “auto-convectivo” (3,42°C/100m), constituindo condição de instabilidade mecânica ou absoluta com a formação de fenômenos meteorológicos violentos tais como tornados, trombas d’água. O limite superior teórico para a ocorrência de atmosfera

homogênea na atmosfera terrestre fica em torno de 8.000 m, com a temperatura teórica neste limite sendo o zero absoluto, 0°K (-273°C).

ALTIMETRIA

Altimetria - É a técnica de se usar o altímetro.

Altímetro de pressão - É um barômetro aneróide calibrado em valores de altitude com base na atmosfera padrão: indica altitudes em relação ao nível médio do mar (NMM) ou, então, em relação ao nível padrão. Os mais comuns possuem um mostrador graduado em pés (ft), dividido em 10 partes iguais, numeradas de 0 a 9 e subdivididas em valores de 20 pés. Apresentam 3 ponteiros:



Altímetro

- 1 - o maior indica centenas de pés; uma volta completa significa 1.000 pés.
- 2 - o médio indica milhares de pés; uma volta completa significa 10.000 pés.
- 3 - o menor indica dezenas de milhares de pés; uma volta completa significa 100.000 pés.

Possuem uma janela de ajustamento (janela Kolsman) e um botão de ajuste que permite as "ajustagens" do Altímetro; através desta janela percebe-se uma escala barométrica móvel que varia entre 27,00 pol. (917 hPa) e 31,00 pol. (1049 hPa).

bandeira	{	visível, altitudes < 10.000 pés
tarjada		invisível, altitudes > 15.000 pés

ALTITUDES:

Altitude de pressão indicada - é a altitude indicada pelo altímetro quando se usa na janela Kolsman (janela de ajustagens) o valor do ajuste padrão (QNE - 1013.2 hPa); distância vertical que separa a aeronave do nível de pressão padrão.

Altitude de pressão calibrada (ou básica) - é a própria altitude de pressão indicada corrigida para o erro instrumental (erro de escala e de instalação). Sempre que houver necessidade de correções, haverá uma tabela ao lado do instrumento fornecendo os valores a serem empregados para a correção.

Altitude indicada - leitura do altímetro quando estiver ajustado para o valor do ajuste do altímetro do momento, em relação ao NMM (nível médio do mar) - QNH. Fornece a distância que separa a aeronave do nível médio do mar.

Altitude calibrada - é a própria altitude indicada corrigida para os erros mecânicos de instalação e do instrumento (se houver).

Altitude densidade - é a altitude de pressão corrigida para os valores de densidade do ar, em função dos efeitos da temperatura. Três situações poderão ocorrer (afeta a performance de decolagem da aeronave):

1 - temperatura do ar no FL igual à temperatura padrão do referido nível, então: altitude de densidade igual à altitude de pressão;

2 - temperatura do ar no FL maior que a temperatura padrão do referido nível, então: altitude de densidade maior que a altitude de pressão (ar menos denso que o padrão), menor sustentação; maior corrida para decolagem;

3 - temperatura do ar no FL menor que a temperatura padrão do referido nível, então: altitude de densidade menor que a altitude de pressão (ar mais denso que o padrão), maior sustentação; menor corrida para decolagem.

A altitude densidade de um dado nível de vôo (FL) pode ser calculada por meio de um computador:

1 - ajusta-se a temperatura do ar e a altitude de pressão (FL) na janela de cômputo de altitude densidade;

2 - na janela de altitude densidade lê-se a altitude de densidade correspondente.

Outra forma de se calcular a AD:

· para uso prático adota-se $AD = AP + (100 \times d)$, onde $d = Tt - ISA$ para a AP correspondente. A cada 1°C corresponde uma variação média de 100 ft na AD.

O valor assim obtido não é totalmente preciso; é um valor aproximado do real. Exemplo:

Uma aeronave pousada num aeródromo com o altímetro ajustado 1013,2 hPa (QNE), indica:

$$AP = 4\,000 \text{ ft}$$

$$\text{Temperatura verdadeira (Tt)} = 18^\circ\text{C}$$

$$\text{ISA para } 4\,000 \text{ ft} = 7^\circ\text{C}$$

Assim, $AD = 4\,000 + (100 \times 11) = 4\,000 + 1\,100 = 5\,100 \text{ ft}$, sendo que $d = 18^\circ\text{C} - 7^\circ\text{C} = 11^\circ\text{C}$.

Isto significa $AD > AP$ e maior corrida da aeronave para a decolagem, como se estivesse a 5 100 ft de altitude (AP) e não a 4 000 ft.

Altitude absoluta - distância vertical acima do solo; é a altura da aeronave.

Altitude verdadeira - distância vertical acima do nível médio do mar. É a leitura do altímetro corrigida para os erros de pressão e de temperatura.

DEFINIÇÕES RELATIVAS À CALIBRAGEM DO ALTÍMETRO

GENERALIDADES

Um sistema mecânico, comandado por um botão que permite ajustar em correspondência com a pressão de ajuste a indicação zero metro. A pressão de ajuste aparece na janela do mostrador das altitudes.

Portanto, quando um altímetro indicar zero metro ele estará no nível da pressão de ajuste. Um altímetro em um avião em vôo, indica a distância vertical que o separa da pressão de ajuste.

ALTITUDE INDICADA

É a distância vertical entre uma aeronave e o nível médio do mar, se a pressão de ajuste for a pressão ao nível do mar (QNH).

ALTURA

É a distância vertical entre uma aeronave e uma referência dada (elevação do aeródromo). Se a pressão de ajuste for a pressão ao nível do solo (aeródromo) o altímetro indicará a altura.

NÍVEL DE VÔO - ALTITUDE PRESSÃO - ALTITUDE PADRÃO

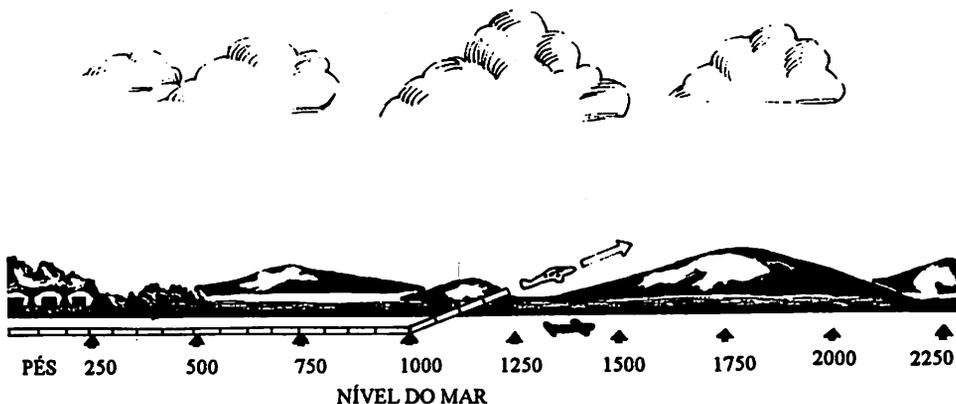
Superfície de pressão atmosférica constante referida à pressão padrão do NMM (QNE) 1013,2 hPa (29,92 polegadas), que está separada de outros níveis de vôo por determinados intervalos de pressão.

ELEVAÇÃO

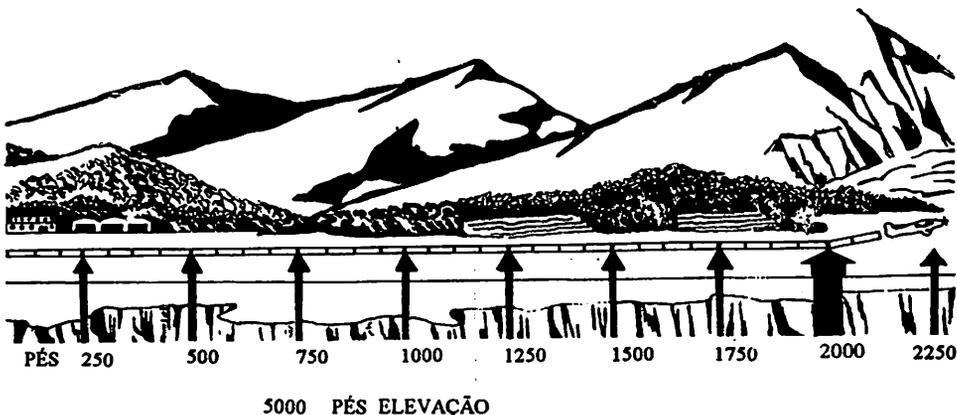
Distância vertical entre um ponto da superfície da terra e o nível médio do mar.

ELEVAÇÃO DO AERÓDROMO

Elevação do ponto mais alto da área de aterrissagem.



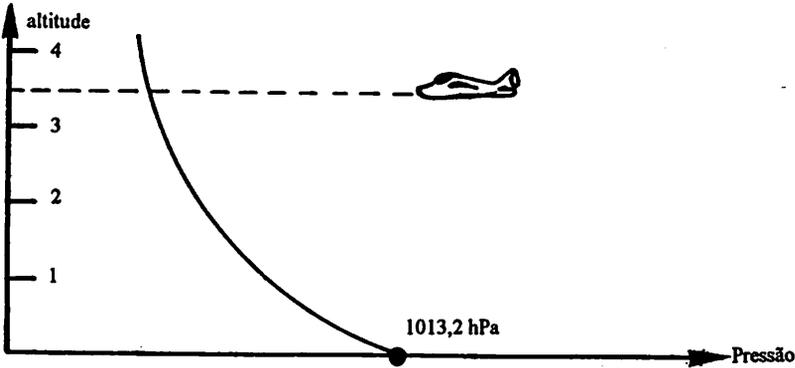
A densidade atmosférica ao nível do mar permite a uma aeronave decolar numa distância relativamente curta



A distância requerida para decolar aumenta com a altitude do campo.

ALTITUDE DE PRESSÃO

Expressão da pressão atmosférica em função da altitude que corresponde a essa pressão na atmosfera padrão da OACI.

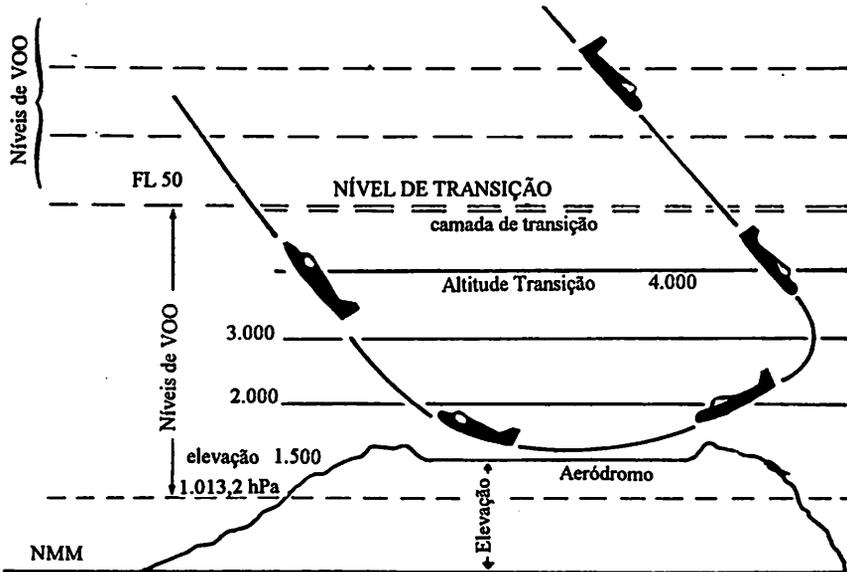


ALTITUDE DE TRANSIÇÃO

Altitude nas proximidades de um aeródromo na qual ou debaixo da qual controla-se a posição vertical das aeronaves por meio de altitudes. Uma altitude de transição é fixada para cada aeródromo, mas não pode ser inferior a 450 m (1.500 pés sobre o aeródromo).

NÍVEL DE TRANSIÇÃO

Nível de vôo mais baixo disponível para usar-se acima da altitude de transição. No nível de transição ou por cima dele a posição vertical das aeronaves é expressa em níveis de vôo (1013,2).



CAMADA DE TRANSIÇÃO

Espaço aéreo entre a altitude de transição e o nível de transição. Na camada de transição a posição vertical das aeronaves é expressa em níveis de vôo ascendentes e em altitudes descendentes.

ALTITUDE DE DENSIDADE

É a altitude na atmosfera padrão da OACI na qual a densidade do ar corresponde à densidade real do ar. Não é usada como uma referência de altura, mas um índice para nos informar como uma aeronave decolará ou subirá.

Altitude densidade alta, ou ar menos denso, afeta em três partes a performance da aeronave:

- (1) O desenvolvimento do motor – menos potência.
- (2) O empuxo da hélice – menor.
- (3) Maior aceleração – menor ascensão.

Indicador do ajuste do altímetro – nas torres de controle e nas estações de aerovias existe um barômetro aneróide que fornece o ajuste do altímetro do local (QNH). Possui duas escalas: uma graduada em valores de altitude onde se coloca a altitude do local e outra graduada em valores de hectopascal, que fornece o ajuste do momento (QNH).

Erros meteorológicos do altímetro – como a atmosfera real afasta-se, normalmente, das condições da atmosfera padrão, o altímetro da aeronave apresenta erros provocados pelos parâmetros meteorológicos. Caso contrário, o altímetro seria um instrumento perfeito e não apresentaria erros. Os erros provenientes da meteorologia são de:

- 1 - pressão;
- 2 - temperatura;
- 3 - combinados (erros de pressão e de temperatura agindo simultaneamente sobre o altímetro).¹

AJUSTES ALTIMÉTRICOS

QFE – também chamado ajuste a zero; poderá ser usado como ajuste do altímetro. Fornecerá a altura da aeronave acima da pista durante a aproximação final. Quando a aeronave estiver pousada na estação que forneceu o QFE, a indicação do altímetro será ZERO. A maioria dos altímetros das aeronaves está impossibilitada de usar valores de QFE para aeródromos de altitude superiores a 600 m. Seria necessário substituir os altímetros das aeronaves e, além disso, exigiria nova edição das CAI (cartas de aproximação por instrumentos) para se indicar alturas acima dos níveis dos aeródromos. Fornece a pressão no nível de referência.

QNE – valor padrão, usado para vôos em rota (FL); seu valor é 1013,2 hPa ou 29,92 pol. Não corrige os erros de pressão que atuam sobre o altímetro.

Permite o vôo controlado com segurança em aerovias em virtude de o erro de pressão ser comum a todas as aeronaves em vôo.

QNH – ajuste altimétrico; pressão da estação reduzida ao nível médio do mar, em condições padrões. Usado para pousos e decolagens, pois corrige os erros de pressão. Quando se coloca o valor de pressão QNH na janela de ajustagens, o altímetro passa a indicar altitude em relação ao nível médio do mar. Se a aeronave estiver pousada num aeródromo e colocar no seu altímetro o QNH deste aeródromo passará a ter como indicação a altitude deste aeródromo; se isto ocorrer ao nível médio do mar a indicação de altitude será ZERO. O ajuste QNH para ser utilizado em vôo dentro de aerovias requer correções obrigatórias sobre todos os fixos de controle em terra. Mesmo assim, se houver variações dinâmicas de pressão acentuadas entre dois fixos relativamente próximos, não há possibilidades de correções altimétricas. Este sistema exige um número muito grande de fixos em terra. Associando-se esta deficiência com a variação irregular vertical das pressões, limitou-se o uso do sistema QNH até o nível máximo de 18.000 ft (FL 180). O sistema QNH, usado com relativa segurança em rota, permite operações seguras de pouso e decolagem, pois corrige os erros de pressão. O altímetro da aeronave pode ser calibrado por comparação. Ajusta-se o altímetro para o valor QNH do local onde a aeronave está pousada. A leitura do instrumento é comparada, então, com a altitude oficial da pista; a diferença entre ambas será o erro aproximado do altímetro.

Exemplo: Uma aeronave está pousada numa pista de 2.000 pés de altitude; ajusta-se o altímetro para o QNH do momento, dando indicação de 1.970 pés; adiciona-se 10 pés (3 m) valor médio da altura do tubo de Pitot na maioria das aeronaves. Tem-se, portanto, 1.980 pés.

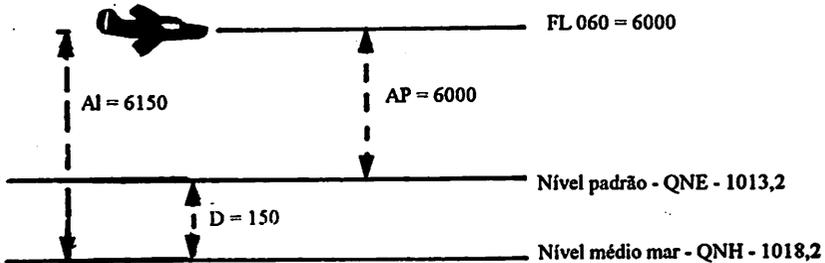
A diferença de 20 pés será o erro do altímetro que, no caso, deverá ser somado a toda indicação do instrumento. Um altímetro deve ser considerado deficiente quando este erro ultrapassar o valor de mais ou menos 75 pés.

OBSERVAÇÃO:

O valor aproximado do QFE pode ser obtido quando uma aeronave está pousada na pista. Para isso, ajusta-se o altímetro a zero e lê-se o valor QFE na escala barométrica; a seguir adiciona-se ao valor encontrado 0,3 hPa, em virtude de a maioria dos altímetros ficarem situados, em média, a 10 pés (3 m) acima do solo.

Erro de pressão – corrige-se utilizando o QNH (pressão da estação reduzida ao NMM, nas condições de atmosfera padrão). Este valor quando introduzido no altímetro faz com que ele indique ZERO ao NMM ou a altitude da estação quando a aeronave estiver pousada (em relação ao NMM). Se o QNH do local for igual ao QNE, não haverá erro de pressão; fora disso, dois casos poderão ocorrer.

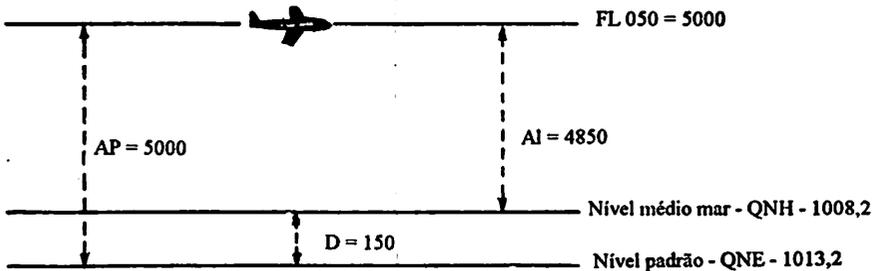
1º caso: QNH > QNE; nível padrão acima do NMM.
 Exemplo: QNH = 1018,2 hPa QNE = 1.013,2 hPa.



“D” = 6150' - 6000' = + 150' (positivo). Neste caso o altímetro indica 6000', na realidade, a aeronave estará a 6150'.

Teremos: Erro de indicação do altímetro para menos. Erro de pressão para mais.

2º caso: QNH < QNE; nível padrão abaixo do NMM.
 Exemplo: QNH = 1008,2 hPa QNE = 1013,2 hPa.



“D” = 4850' - 5000' = - 150' (negativo). Neste caso o altímetro indica 5000', porém, na realidade, a aeronave estará a 4850'.

Teremos: Erro de indicação do altímetro para mais. Erro de pressão para menos.

QNE: uso obrigatório para vôos em rota; não corrige os erros de pressão.

QNH: usado nos pousos e decolagens; corrige os erros de pressão.

Com o procedimento de mudança do QNE para QNH tem-se uma altitude em relação ao NMM. Como as pistas de pouso têm suas altitudes também em relação ao NMM, fica fácil para o piloto saber a altura da aeronave

em relação à pista, corrigindo os erros de pressão e permitindo um pouso seguro. Suponhamos um aeródromo situado a 4.000' e coberto por uma camada de nuvens a 1000' de altura. Uma aeronave que se aproxima, para pouso, a 6000' (FL 060), quando mudar o ajuste do altímetro de QNE para QNH terá corrigido os erros de pressão e passará a ter uma indicação correta de altitude. Quando esta aeronave “furar” a camada de nuvens estará perfeitamente a 1000' da pista de pouso.



Como o QNH do local é 1003,2 o fator “D” será 300' (negativo). O altímetro da aeronave indicará 6000' mas, na realidade, ela estará a 5700'. Como a altitude da pista de pouso é 4000', o piloto saberá que está a 1700' da pista e quando descer mais 700' furará a camada e estará perfeitamente a 1000' acima da pista. Fará, então, um pouso normal. Vejamos agora o caso em que o piloto não corrige os erros de pressão (isto é, não muda o ajuste do altímetro de QNE para QNH). Como o altímetro indicará 6000' o piloto acredita estar a 6000' do NMM, acreditando estar, ainda, a 2000' da pista de pouso cuja altitude é 4000'. Acreditará então, que descendo 1000' irá “furar” a camada localizada a 1000' sobre a pista. Isto, na realidade, ocorrerá quando ele descer 700' o que provocará um certo “espanto” no piloto que não estará preparado para “furar” a camada naquele momento, o que poderá se transformar em sério risco para o pouso.

Procedimento nas aproximações ou subidas – Existem cartas preparadas, para cada aeródromo, denominadas CAI (IAL) Cartas de Aproximação por Instrumentos e manuais de subidas, nos quais estão fixados todos os procedimentos a serem seguidos pelo piloto.

Procedimento para vôos em rota (em aerovias e fora de aerovias) – Existem publicações em forma de cartas que apresentam os valores climatológicos das maiores variações de pressões, convertidas em metros. Estes valores denominam-se “correções QNE”. Para vôos IFR (por instrumentos) em aerovias: existem níveis mínimos de cruzeiro previstos para cada aerovia. Para vôos IFR fora de aerovias: procura-se a maior altitude numa faixa de 30 km para cada lado do eixo da rota; soma-se a seguir a maior correção QNE; soma-se ainda 300 m (1000') valor padronizado; se a região for montanhosa soma-se 600 m (2000') ao invés de 300 m. Se o valor encontrado não coincidir com nenhum FL previsto, arredonda-se para o FL

imediatamente acima. A correção QNE é fornecida através das seguintes variações de altitudes:

De 0 a 1000 m; 1000 m a 2000 m e 2000 m a 3000 m, cujos valores são revisados periodicamente. É obtida computando-se:

- 1 - pressão atmosférica inferior a 1013,2;
- 2 - temperatura ao NMM inferior a 15°C;
- 3 - distribuição da temperatura em altitude.

Erros de temperatura - Se a temperatura no FL for igual à temperatura padrão para este nível não haverá erro de temperatura; caso contrário, dois casos poderão ocorrer:

1º caso: temperatura no FL > temperatura padrão

Neste caso teremos: erro de indicação para menos. Erro de temperatura para mais.

2º caso: temperatura no FL < temperatura padrão

Neste caso teremos: erro de indicação para mais. Erro de temperatura para menos. Isto porque, no primeiro caso, o ar estará mais aquecido que o padrão e, em consequência, menos denso, mais leve. A aeronave estará, então, mais alta do que o indicado.

No segundo caso, acontecerá o inverso.

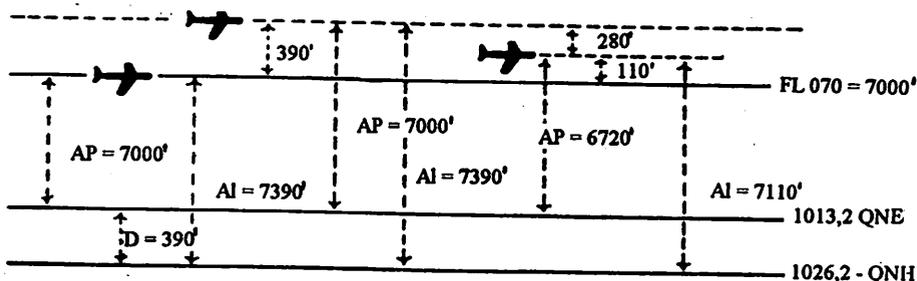
A correção do erro de temperatura é feita por meio do computador. Emprega-se a altitude de pressão calibrada e a temperatura verdadeira do ar; joga-se estes valores empregando-se a janela de cômputo de altitude e teremos a altitude de pressão corrigida para erro de temperatura.

Exemplo: FL 060 (6000') e temperatura de 10°C. Na janela de cômputo de altitude faz-se corresponder 6000' com 10°C. Feito isto, vê-se a quanto corresponde 6000' da escala interna, na escala externa. Acharemos 6150' que será a altitude verdadeira da aeronave. Isto é, a altitude corrigida para o erro de temperatura do ar. Este exemplo enquadra-se no 1º caso. Para cada 10°C de diferença entre a temperatura real e a temperatura padrão no FL, tem-se mais ou menos, 4% do valor da altitude de erro.

Exemplo: Temperatura padrão do FL 050 = 5°C. Se a temperatura neste FL estiver a - 5°C, teremos 4% de 5000' = - 200' de erro (aproximadamente).

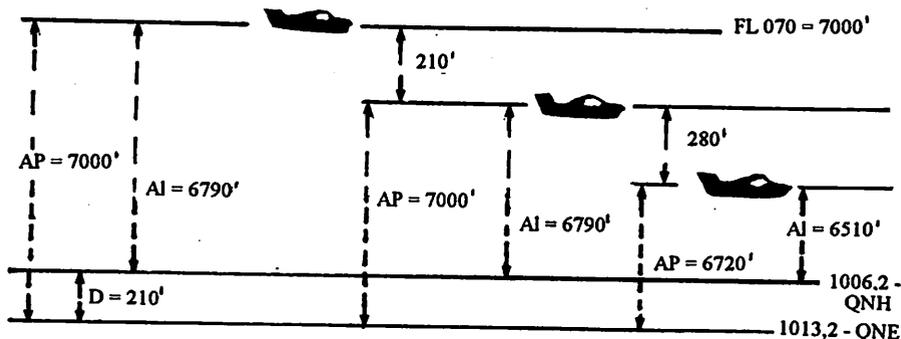
Erros combinados - Variações de pressão e temperatura, cujos valores se afastam dos valores padrões, provocam erros acumulados sobre o altímetro.

1º caso - Voando através de um sistema (centro) de altas pressões no inverno rigoroso, uma aeronave terá erro altimétrico combinado tanto mais crítico quanto mais baixa for a temperatura do ar.



A temperatura padrão do FL 070 é 1°C ; supondo-se que a temperatura real no FL 070 seja de -11°C , levando-se estes valores ao computador teremos uma altitude de $6720'$, ou seja, $280'$ a menos. O erro inicial foi de $390'$ acima, por se tratar de uma área de alta pressão. A seguir houve outro erro de $280'$ abaixo, por se tratar de uma área bem fria. A altitude indicada será de $7000'$ e a verdadeira será de $7110'$. Houve um erro final de $110'$ para mais.

2º caso - Voando através de um sistema (centro) de baixas pressões no inverno rigoroso uma aeronave terá erro altimétrico combinado sempre crítico, caracterizando insegurança de voo.



A temperatura padrão do FL 070 é 1°C . Se a temperatura real no FL 070 for de -11°C levando-se estes valores ao computador, teremos uma altitude de $6720'$ ou seja, $280'$ a menos. O erro inicial foi de $210'$ a menos, por se tratar de uma área de baixa pressão. A seguir houve outro erro de $280'$ também para menos, por se tratar de uma área bem fria. A altitude indicada será de $7000'$ e a verdadeira será $6510'$. Houve um erro final de $490'$ para menos, caracterizando insegurança de voo. O erro combinado, não pode ser corrigido, pois o piloto em vôos de rota (QNE) não tem condições para corrigir os erros de pressão. Pode obter uma

aproximação se verificar com antecedência os valores QNH da área para onde irá voar através da seqüência de boletins meteorológicos expostos nas salas de tráfego ou estações meteorológicas; saberá então, com antecedência, se irá voar para uma área de alta ou de baixa pressão.

VENTOS

Deslocamento do ar num sentido horizontal tentando manter um equilíbrio de pressão. Sopra de uma alta para uma baixa pressão.



Como interferem na aviação:

Ventos de superfície – pousos e decolagens.

Ventos de altitude – navegação aérea.

Forças que atuam sobre o vento:

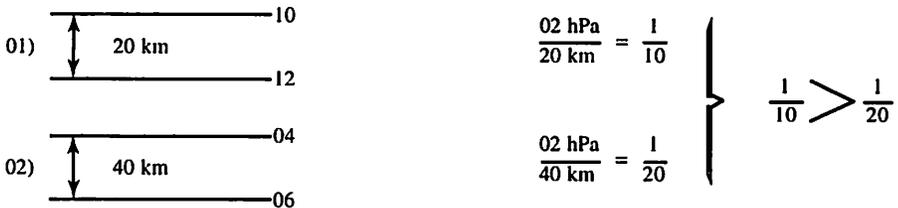
1 - Força do gradiente de pressão G – Força motriz dos ventos.

Gradiente de pressão – Razão de variação de pressão por unidade de distância horizontal. Sua direção é perpendicular às isóbaras.

Força de gradiente de pressão - Força que desloca o ar no sentido das pressões mais baixas. Quanto maior o gradiente, mais intensa a força, mais forte será o vento.

$$G = \frac{\text{diferença de pressão}}{\text{distância}}$$

Comparação de gradientes:



O vento no caso 01) será maior, pois o gradiente é maior. No caso do traçado de isóbaras, a diferença de pressão é constante, ou seja 02 hPa; então, quanto mais próximas estiverem, mais intensos serão os ventos, e vice versa.

Ventos barostróficos – Regidos somente pela força do gradiente de pressão, o que ocorre realmente, em pequenas distâncias. Ocorrem na camada de fricção; em média, até 600 m de altura.

2 - Força de gravidade – $g = \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$

Dois corpos se atraem na razão direta de suas massas e razão inversa do quadrado de suas distâncias. A força de gravidade atua sobre o ar, arrastando-o para baixo. Ar mais denso e pesado fica por baixo do ar mais leve.

3 - Força centrífuga–C: Força o ar para fora do centro de curvatura opondo-se à força centrípeta, em toda trajetória curvilínea.

4 - Força de Coriolis–F: Força desviadora, aparente, devido à rotação da Terra, como resultante das forças centrífuga e de gravidade.

$F = 2 \phi R \text{ sen } \varphi$

R – raio da Terra; ϕ – velocidade angular da Terra e φ – latitude

Em virtude do movimento de rotação da Terra, de OESTE para ESTE haverá:

HS – desvio para a esquerda do movimento

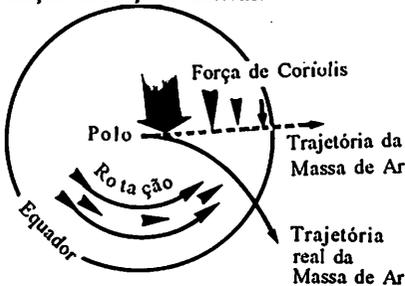
HN – desvio para a direita do movimento

É mais intensa nos pólos e nula no equador. É perpendicular à trajetória do deslocamento, dirigindo-se no sentido das pressões mais altas. O efeito da força de Coriolis é praticamente desprezível nas latitudes tropicais e equatoriais.

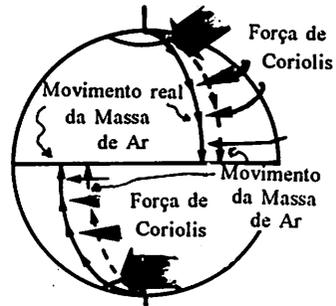
O fator numérico que relaciona o efeito de Coriolis ao seno da latitude considerada é chamado “Fator K”.

FATOR K = $\frac{21,47}{\text{Sen } \varphi}$

Deflexão da Força de Coriolis:



No Plano Horizontal



Na Esfera da Terra

5 - Força de atrito - A: Força que oferece resistência ao deslocamento do ar (fricção); provoca desvio geral no sentido das baixas pressões:

No Hemisfério Sul para a direita; no Hemisfério Norte para a esquerda. Diminui a velocidade do vento nas camadas mais baixas da atmosfera.

Camada de atrito (nível de atrito):

- ▲ 600 m sobre água;
- ▲ 900 m sobre terra plana;
- ▲ 1800 m sobre área montanhosa.

Em decorrência da força de atrito, a direção do vento forma com as isóbaras ângulos que variam de 10° (sobre o mar) até 40° a 80° (sobre regiões montanhosas). De um modo geral adota-se **600 m** como o nível até onde se manifesta a força de atrito.

Vento geostrófico (V_g) - É resultante do equilíbrio entre a força de Coriolis e a força de gradiente de pressão. É uma boa aproximação do vento real, que é um pouco menos intenso e com diferença de cerca de 15° em relação à direção.



Velocidade do vento geostrófico - É controlada pela força do gradiente de pressão.

Velocidade do V_g no nível de gradiente = 50% maior que a velocidade do vento de superfície.

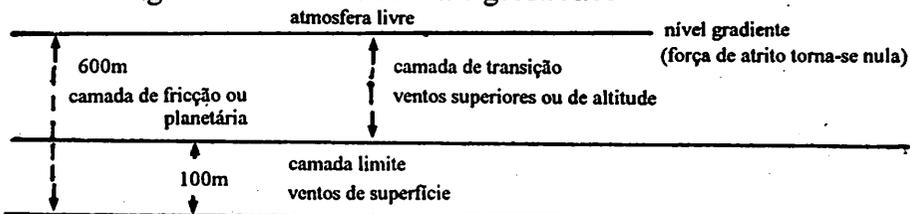
Direção do vento geostrófico - É controlada pela direção do gradiente; sopra ao longo das isóbaras com as pressões mais altas à esquerda e as pressões mais baixas à direita.

O vento geostrófico teórico - Exige isoípsas retas e paralelas e ausência de atritos. Entre 20°N e 20°S, o efeito geostrófico torna-se nulo, pois a força de Coriolis decresce na direção do equador.

Vento gradiente - Resultante do equilíbrio entre a força de Coriolis, força de gradiente de pressão e força centrífuga. Começa a ocorrer a partir do nível de gradiente. É o vento geostrófico corrigido para isoípsas curvas (como são geralmente). Por ser a trajetória curva há necessidade de se considerar a força centrífuga.

Vento ciclostrófico - Nas latitudes equatoriais e tropicais, o efeito de Coriolis é desprezível. Os ventos são velozes, aumentando o efeito centrífugo; são resultantes do equilíbrio entre as forças do gradiente de pressão e centrífuga. São os ventos dos furacões.

Nível gradiente ou nível do vento geostrófico -

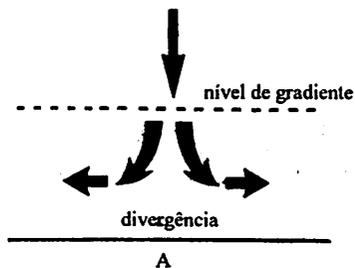
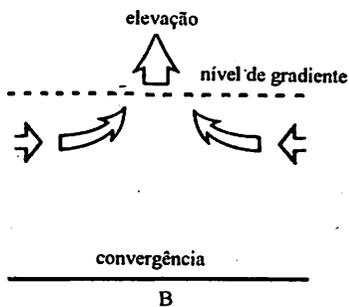


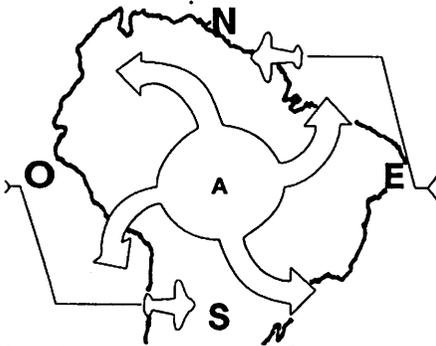
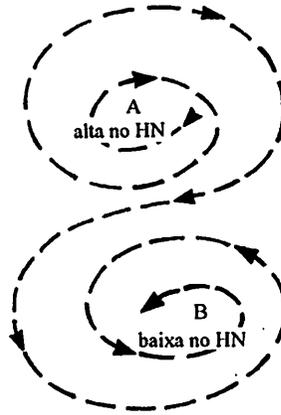
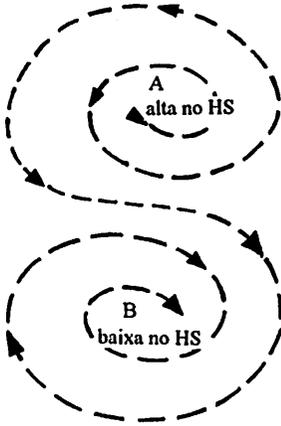
Circulação dos ventos - Hemisfério Sul:

Baixa pressão - convergente, ascendente, horária e ciclônica (NESO). Instabilidade, mau tempo, ventos fortes nos níveis inferiores.

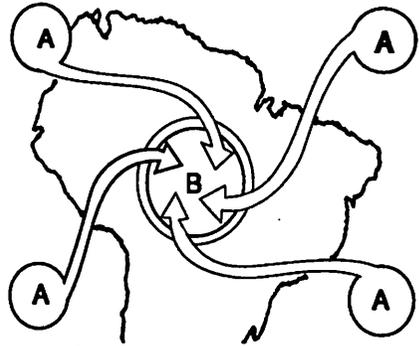
Alta pressão - divergente, descendente, anti-horária e anticiclônica (NOSE). Estabilidade, bom tempo, ventos fracos nos níveis inferiores.

Estes sentidos das circulações ocorrem no Hemisfério Sul; no Hemisfério Norte ocorre o inverso.





Divergência numa ALTA PRESSÃO no H. Sul



Convergência numa BAIXA PRESSÃO no H. Sul

Lei de Buys Ballot - se dermos as costas para o vento no Hemisfério Sul, a área de baixa pressão fica à nossa direita e a área de alta pressão à esquerda; ou seja, com vento de cauda, as pressões menores ficam à direita e as maiores, à esquerda; no Hemisfério Norte ocorre o contrário.

Derivas em vôo - Hemisfério Sul:

1 - Vôo de uma alta para uma baixa - deriva para esquerda; vento de través pela direita.



2 - Vôo de uma baixa para uma alta - deriva para a direita; vento de través pela esquerda.



Medida dos ventos:

Direção (sentido)

Velocidade (Intensidade)

Caráter

Direção - 000° a 360° (de onde sopra), no sentido horário, de 10° em 10°.

Ex: 020, 090, 330, 170, 010, etc... Vento sem direção definida: variável (VRB).

Norte verdadeiro (geográfico) - fins meteorológicos.

Norte magnético - fins de tráfego aéreo (pousos e decolagens).

Velocidade - dada em nós (kt). Vento sem intensidade: Calmo (CLM)

1kt = 1.852 m/h.

Ex.: 12010kt - vento de 120° (graus) com 10 nós de velocidade.

Caráter - fluxo contínuo ou descontínuo do vento

Rajadas - correntes turbulentas produzidas pelo atrito entre o ar e o terreno ou pela advecção do ar frio que ocupa o lugar do ar quente que sobe por convecção; caracteriza o fluxo descontínuo do vento.

Variação - de 10 ou mais kt pelo menos em 20 segundos; operações de pouso e decolagem são afetadas pela intensidade do vento.

Isógonas - linhas que unem os pontos de mesma direção de vento.

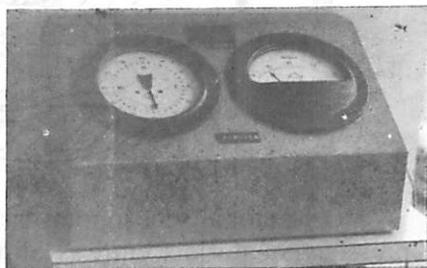
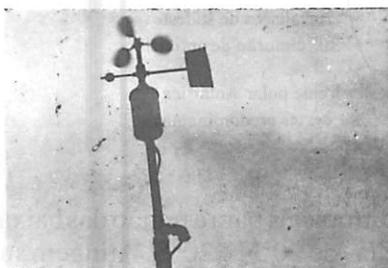
Isótaças - linhas que unem os pontos de mesma velocidade do vento.

Anemometria - Instrumentos usados:

Anemoscópio - fornece direção do vento

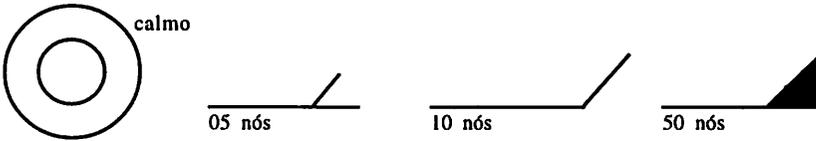
Anemômetro - velocidade do vento

Anemógrafo - registra direção e velocidade do vento.



Anemoscópio - Indicação de direção e velocidade do vento. - anemômetro

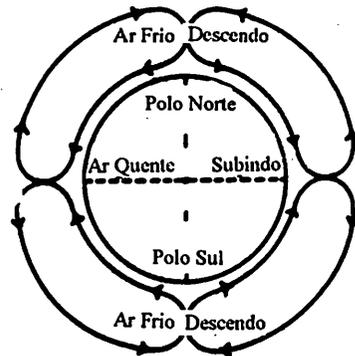
Representação gráfica do vento nas cartas de tempo em altitude e superfície



CIRCULAÇÃO GERAL NA ATMOSFERA:

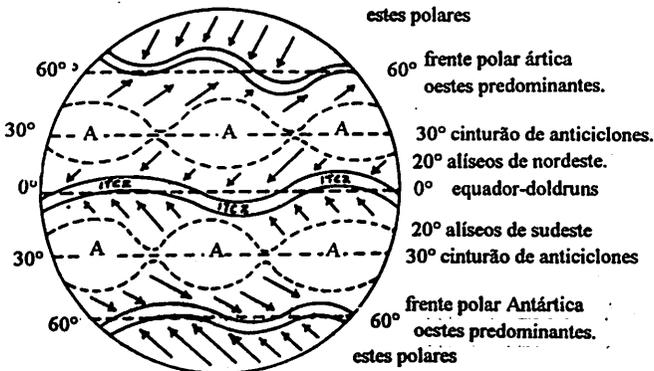
Três aspectos a considerar:

- 1 - Zona de transição (ITCZ): oscila latitudinalmente entre 15°N a 12°S.
- 2 - Circulação nos níveis inferiores: até 20.000 pés.
- 3 - Circulação superior predominante de oeste: acima de 20.000 pés.



1 - ZONA DE TRANSIÇÃO - região equatorial, na qual os ventos se elevam para retornar em altitude para os pólos ITCZ ou CIT.

2 - CIRCULAÇÃO DOS NÍVEIS INFERIORES - sentido latitudinal em faixas ou células (3 células) que são: polar, temperada e tropical.



Os ventos alíseos sopram das altas sub-tropicais para a região das baixas pressões equatoriais, entre as latitudes médias de 20°N e 20°S. Atingem sua

velocidade máxima entre 15° e 10° de cada hemisfério. Eles sopram de NE no Hemisfério Norte e de SE no Hemisfério Sul.

3 - CIRCULAÇÃO SUPERIOR PREDOMINANTE DE OESTE - retorno do ar equatorial para os pólos, acima de 20.000 pés.

a) Contra alíseos - é uma inversão da direção dos ventos alíseos; é o retorno em altitude dos alíseos. São ventos de SW no Hemisfério Norte e de NW no Hemisfério Sul, entre as latitudes de 05° e 15° de cada hemisfério, podendo atingir o máximo de 20°, no inverno. Não ocorrem necessariamente sobre os alíseos.

b) Jatos de Este - acima de 40.000 pés, de velocidade até 60 kt, no verão, entre 20°N e 20°S.

c) Corrente de Berson - acima de 60.000 pés, de velocidade, às vezes acima de 100 kt; circunda o globo terrestre, oscilando entre 6°N e 4°S.

d) Ventos Krakatoa - acima da tropopausa, em níveis estratosféricos; predominam de Este, entre 060° e 120°, entre as latitudes de 15°N e 15°S; às vezes, com velocidades superiores a 100kt; propagam-se na vertical até cerca de 40km.

e) Vórtices Polares - fluxo de ventos superiores a partir dos trópicos para os pólos em forma de espiral terminando sob forma de vórtices muito velozes; acompanham a rotação da Terra, de oeste para este. O núcleo do vórtice polar atinge o máximo no inverno, na estratosfera polar, com velocidade superior a 200 kt.

f) Corrente de jato - JET STREAM - fluxo de ventos fortes de oeste, em ambos os hemisférios, sobre as latitudes temperadas. Apresenta ventos mínimos de 50 kt no seu núcleo; localiza-se na troposfera superior, pouco abaixo da tropopausa, estendendo-se por milhares de quilômetros, na carta prognosticada de superfície (SIG WX), a corrente de jato é representada se possuir velocidade igual ou superior a 80 kt.

Dimensões - largura média entre 100 e 300 km, podendo chegar a 500 km; espessura ou profundidade muito variável, podendo chegar a 7 km.

Velocidade - acima de 100 kt, principalmente no outono e inverno; um valor máximo de 450 kt foi observado nos EUA.

Direção geral - de oeste para este desenvolvendo-se em sinuosidades; sobre o litoral brasileiro predomina de SW (230° a 250°).

Estrutura - células de velocidades diferentes ocorrem em toda a largura da corrente parecendo gigantescas bolhas; cada uma tem deslocamento próprio dentro do conjunto.

Flutuação - apresenta uma "flutuação" (oscilação) latitudinal que pode chegar a 1 km por hora. Atinge latitudes menores no inverno e latitudes maiores no verão.

Duração - “ciclo vital” - 24 horas no máximo sobre um mesmo ponto na superfície.

Jatogênese - formação de uma corrente de jato.

Jatólise - dissipação e término de uma corrente de jato. Chega a 30.000 pés no inverno e vai além de 45.000 pés no verão, sobre o Brasil; chega a atingir Caravelas (BA) no inverno.

Ocorrência - ocorre associada à uma frente fria intensa que cruza o nível de 500 hPa; estará, em média, cerca de 500 a 600 km à retaguarda da frente fria em superfície. Surge associada também com a “quebra da tropopausa” nas latitudes temperadas, abaixo do ramo tropical.

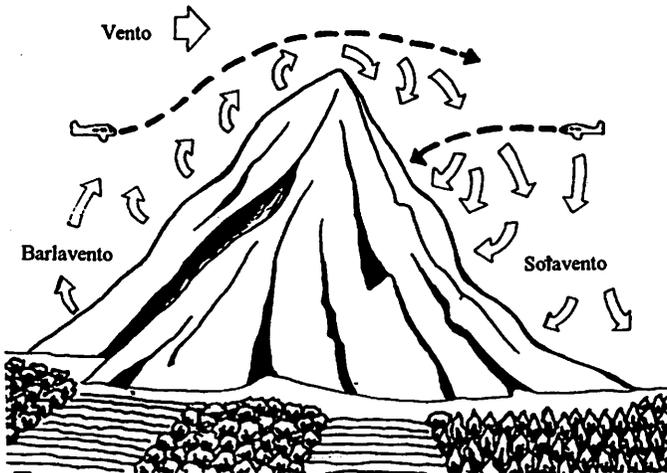
Nebulosidade - “cirrus uncinus” (rabo de galo); cirrocumulus aparecem na base da corrente e indica turbulência a ela associada.

Isotermia - na vertical. No sentido horizontal, o ar para o lado polar será sempre mais frio.

Turbulência - CAT (Clear Air Turbulence) na margem, base e topo da corrente. O melhor ângulo de penetração numa corrente de jato é 45°. Não sofre o efeito destrutivo dos grandes fenômenos como a trovoadas; divide apenas o fluxo dos ventos em dois ramos ao redor do seu topo.

Circulação secundária - perturbações regionais; ocorrem localmente por efeitos orográficos ou geográficos.

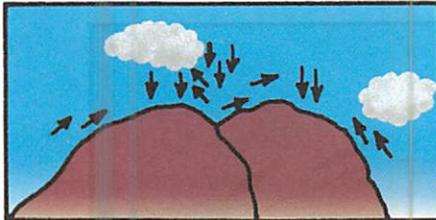
Ventos de vales e de montanhas: típicos de regiões montanhosas.



Aeronave aproximando-se de colinas ou montanhas, de barlavento, são ajudadas por correntes ascendentes. Quando aproxima-se de sotavento encontram correntes descendentes

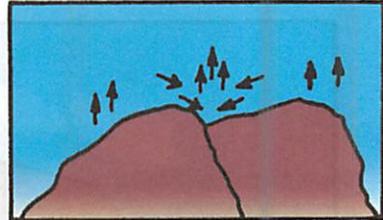
Ventos de vale:

Anabáticos, sopram encosta acima durante o dia:

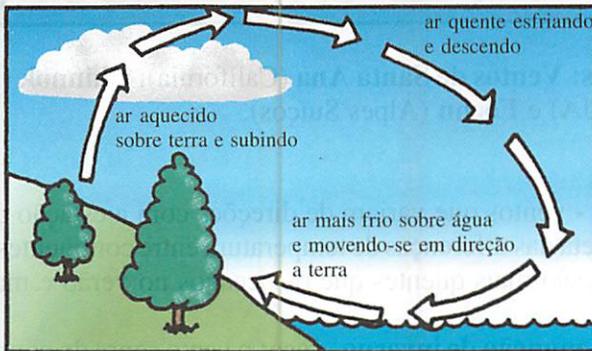


Ventos de montanha:

Catabáticos, sopram encosta abaixo durante a noite:



Brisa terrestre - ocorre à noite; sopra da terra para o mar, alcançando de 10 a 20 km mar adentro.



A advecção do ar mais frio forma a brisa marítima

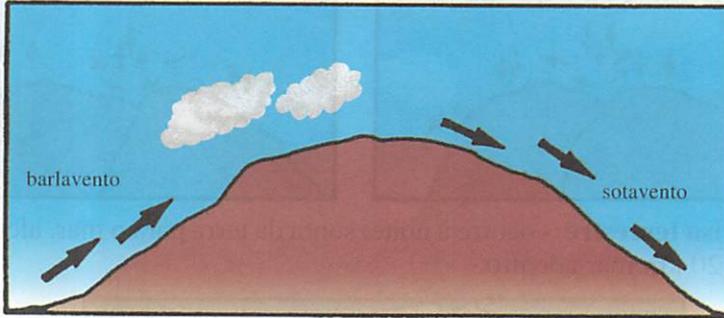
Brisa marítima - ocorre de dia; sopra do mar para a terra, alcançando até 50 km terra adentro.

É mais forte que a brisa terrestre. Estes ventos de brisa são uma consequência direta do desnível de pressão e temperatura entre o mar e a terra.



A advecção do ar frio forma a brisa terrestre

Ventos Foehn - ar quente e úmido que sobe o lado de barlavento de uma montanha e vai se resfriando e atinge a condensação formando nuvens orográficas; desce o lado de sotavento quente e seco.

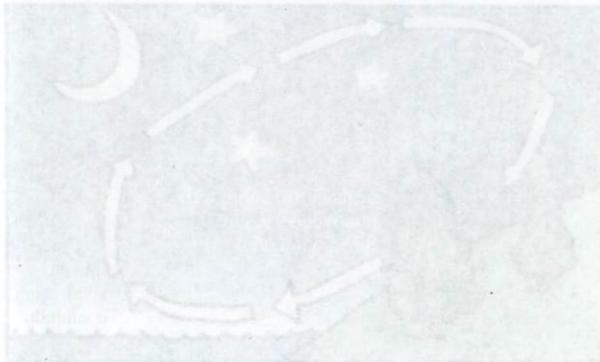


Exemplos: Ventos de Santa Ana (Califórnia); Chinnok (Montanhas Rochosas – EUA) e Foehn (Alpes Suíços).

Monções - ventos que variam de direções com a estação do ano, sob a influência direta das diferenças de temperatura entre continentes e oceanos. Os continentes são mais quentes que os oceanos no verão e mais frios no inverno.

Inverno - monção de inverno - seca: o vento sopra do continente para o interior do oceano.

Verão - monção de verão - chuvas: o vento sopra do mar para o interior do continente. Ocorrem nas latitudes tropicais; o exemplo mais conhecido são as “monções da Índia”, que acarretam precipitações intensas.



NEVOEIROS

Aglomerado de gotículas d'água em suspensão na atmosfera; é uma nuvem stratus junto à superfície. É um fenômeno que restringe a visibilidade para menos de 1000 m. É formado quando o vapor d'água se condensa. Isto pode ocorrer por:

- 1 - **resfriamento do ar** – fazendo com que a temperatura do ar diminua até atingir o Ponto de Orvalho.
- 2 - **acréscimo de vapor d'água ao ar** – evaporação das superfícies líquidas, de solo molhado, chuva caindo através do ar.

O Ponto de Orvalho é, portanto, representativo da quantidade de vapor d'água existente no ar. Quando coincide com a temperatura do ar, a UR atinge valores entre 97% e 100% com probabilidade de formação de Nevoeiro (NVO).

Condições favoráveis para a formação de NVO – ventos fracos à superfície, umidade relativa alta, abundância de núcleos de condensação. Ocorre mais na época fria do ano; a base está dentro dos primeiros quinze metros.

Classificação:

Forte: visibilidade < 100 m

Moderado: visibilidade entre 100 e 500 m

Leve: visibilidade < 1.000 m

Representação em cartas sinóticas de superfície.



Área sombreada
(amarela)

NUVENS

Umidade do ar condensada; constituídas por gotículas d'água e/ou cristais de gelo. Quanto ao seu aspecto podem ser:

Estratiformes - desenvolvimento horizontal, cobrindo grande área; de pouca espessura; precipitação de caráter leve e contínuo.

Cumuliformes - desenvolvimento vertical, em grande extensão; surgem isoladas; precipitação forte, em pancadas e localizadas.

Podem ser: líquidas, sólidas e mistas.

* **Líquidas**: constituídas por gotículas d'água;

* **Sólidas**: constituídas por cristais de gelo;

* **Mistas**: constituídas por gotículas e cristais de gelo.

Três estágios (OMM): de acordo com o "Atlas Internacional de Nuvens", quanto à altura das bases e um à parte.

Estágio alto: CI, CC, CS (sólidas):

bases { de 3 a 8 km – nos pólos
5 a 13 km – região temperada
6 a 18 km – região tropical

Estágio médio: AC, AS, NS (líquidas e mistas):

bases { 2 a 4 km – nos pólos
2 a 7 km – latitudes médias
2 a 8 km – equador

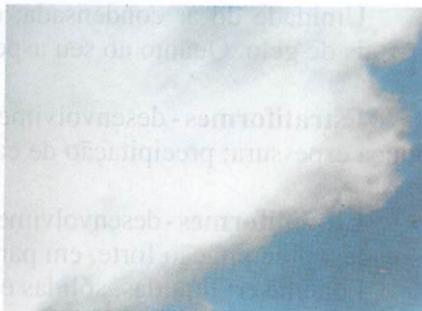
Estágio baixo: ST, SC (líquidas):

base { até 2 km

Desenvolvimento vertical: CU, CB

PRINCIPAIS NUVENS

CIRRUS FIBRATUS (CI)



CIRRUS SPISSATUS (CI)



CIRRUS UNCINUS (CI)



CIRROSTRATUS (CS)



CIRROSTRATUS COM HALO (CS)



CIRROCUMULUS (CC)



CIRROCUMULUS (CC)



ALTOCUMULUS (AC)



ALTOSTRATUS (AS)



STRATUS (ST)



STRATOCUMULUS (SC)



NIMBOSTRATUS (NS)



CUMULUS CONGESTUS (TCU)



CUMULUS (CU)



CUMULUS HUMILIS (CU)



CUMULONIMBUS (CB)



CUMULONIMBUS (CB)



CUMULONIMBUS (CB)

Principais nuvens - dez (10) gêneros:

1- Cirrus – aspecto delicado, sedoso ou fibroso, cor branco brilhante.

2- Cirrocumulus – delgados, composto de elementos muito pequenos em forma de grânulos e rugas. Indicam base de corrente de jato e turbulência.

3- Cirrostratus – véu transparente, fino e esbranquiçado, sem ocultar o Sol ou a Lua, apresentam o fenômeno de halo (fotometeoro).

4- Altostratus – camadas cinzentas ou azuladas, muitas vezes associadas a altocumulus; compostas de gotículas superesfriadas e cristais de gelo, não formam halo, encobrem o Sol; precipitação leve e contínua.

5- Altocumulus – banco, lençol ou camada de nuvens brancas ou cinzen-tas, tendo geralmente sombras próprias. Constituem o chamado “céu encarneirado”.

6- Stratus – muito baixas, em camadas uniformes e suaves, cor cinza; colada à superfície é o nevoeiro; apresenta topo uniforme (ar estável) e produz chuvisco (garoa). Quando se apresentam fraccionados são chamados fractostratus (FS).

7- Stratocumulus – lençol contínuo ou descontínuo, de cor cinza ou esbranquiçada, tendo sempre partes escuras. Quando em vôo, há turbulência dentro da nuvem.

8- Nimbostratus – aspecto amorfo, base difusa e baixa, muita espessura, escura ou cinzenta; produz precipitação intermitente e mais ou menos intensa.

9- Cumulus – contornos bem definidos, assemelham-se à couve-flôr; máxima freqüência sobre a terra de dia e sobre a água de noite. Podem ser orográficos ou térmicos (convectivos) apresentam precipitação em forma de pancadas; correntes convectivas. Quando se apresentam fraccionados são chamados fractocumulus (FC). Os muito desenvolvidos são chamados TCU (towering cumulus), cumulus congestus.

10- Cumulonimbus – nuvem de trovoadas; bases entre 700 e 1500 m, topos chegando até a 24 e 35 km, sendo a média entre 9 e 12 km; são formadas por gotas d’água, cristais de gelo, gotas superesfriadas, flocos de neve e granizo. Produzem tornados e tromba d’água que são nuvens funil de rotação violenta, com ventos de até 500 kt, colunas de ar pendentes do cumulonimbus. Caracterizados pela “bigorna”: o topo apresenta expansão horizontal devido aos ventos superiores, lembrando a forma de uma bigorna de ferreiro; é formada por cristais de gelo, sendo nuvens do tipo Cirrostratus (CS).

Nuvens especiais:

Nacaradas – parecem madrepérolas, entre 20 e 30 km; assemelham-se aos CI ou AC.

Noctilucentes – poeiras cósmicas muito finas, entre 70 a 90 km.

Erupção vulcânica – partículas sólidas (poeira, cinza) de diversas dimensões.

Incêndio – nuvens convectivas, muito desenvolvidas que chegam a evoluir para o gênero cumulonimbus.

Trilhas de condensação – nuvens cirrus, na esteira de um avião quando a atmosfera está fria e úmida; resfriamento dos gases de escapamento que têm um forte teor de umidade.

Códigos Meteorológicos – METAR e SPECI – Quantidade, tipo, altura das nuvens.

Quantidade – em oitavos obtida visualmente por estimativa varia de 1 a 8 oitavos.

Exemplos:

FEW – pouco = 1 a 2 oitavos

SCT – esparso = 3 a 4 oitavos

BKN – nublado = 5 a 7 oitavos

OVC – encoberto = 8 oitavos

Tipo – é o gênero da nuvem, usando-se abreviaturas.

Exemplos:

CI, ST, etc.

Altura da base – estimada, balão teto, projetor luminoso (clinômetro), e tetômetro ou ceilômetro. Dada em centenas de pés, omitindo-se a abreviatura de pés, ou em unidades de 30 m.

Exemplo:

SCT 100 (quatro oitavos de altocumulus a 10.000 pés de altura)

Nefanálise – análise dos sistemas de nuvens.

Nefoscópio – aparelho que fornece a direção das nuvens (de onde vem).

Teto - altura da camada de nuvens mais baixas que cobre mais da metade do céu.

Exemplo:

BKN002 – Teto de 200 pés (5 a 7 oitavos).

HIDROMETEOROS

Meteoros aquosos, formados pela água tanto na forma gasosa (nuvem e nevoeiro) como na forma líquida e sólida. Apresentam-se sob a forma de depósito ou de precipitação.

Depositados:

a- Orvalho – gotas d'água depositadas por condensação direta do vapor d'água, principalmente nas superfícies horizontais resfriadas pela radiação noturna.

b- Geadas – cristais de gelo fino, que se depositam nas condições semelhantes das que formam o orvalho, somente que a temperatura à superfície deve ser igual ou inferior a 0°C.

c- Escarcha – quando existe nevoeiro superesfriado camadas brancas de cristais de gelo depositam-se do lado do vento formando camadas ou pontas cônicas, em superfícies verticais, nas pontas e arestas de objetos sólidos.

d- Sincelos – pequenas colunas de gelo pendentes formadas pela congelação da água do orvalho ou da neve derretida que escorre da beira dos telhados, quando a temperatura está abaixo de 0°C.

Névoa úmida – visibilidade entre 1.000 m e 5.000 m externos, UR do ar igual ou superior a 80%; difunde a cor azul, comunicando aos objetos à distância uma tonalidade azulada, acinzentada.

Representação na carta sinótica de superfície:



Área sombreada na cor amarela

Precipitados – O excesso de gotículas d'água cai por efeito da gravidade.

Observação da precipitação:

- tipo
- quantidade
- intensidade
- caráter

a) Tipos:

1- chuva - CHV – gotas d'água com diâmetro mínimo de 0,5 mm.

2- chuveiro - ISC – gotas d'água com diâmetro menor que 0,5 mm.

3- neve - NVE – precipitação sólida (flocos de neve).

4- granizo - GRZ – grãos de água congelada, diâmetro entre 2 e 5 mm.

- b) **Quantidade:** mede-se pelos pluviômetros e pluviógrafos, em mm.
- c) **Intensidade:** volume de água que cai na unidade de tempo. Pode ser avaliada pelo diagrama do pluviógrafo em mm/hora. Os graus de intensidade são: leve, moderado e forte. Para o chuvisco e a neve a intensidade pode ser estimada visualmente pelo grau de obstrução à visibilidade.
- Leve – LEV:** visibilidade superior a 1.000 m.
- Moderado – MOD:** visibilidade entre 500 e 1.000 m
- Forte – FRT:** visibilidade menor que 500 m.
- d) **Caráter:**
- Intermitente – INT:** períodos de interrupção são menores que os de precipitação; próprio de nimbostratus.
- Contínuo – CNT:** sem interrupções; próprio de nuvens estratiformes.
- Pancadas – PNC:** períodos de interrupção são maiores que os de precipitação; próprio de nuvens cumulus e cumulonimbus.

LITOMETEOROS

Formados por minúsculas partículas de matérias sólidas, normalmente de origem mineral; são chamados núcleos higroscópicos. Exemplos: poeira, areia, cinza vulcânica, sal marinho, fumaça industrial ou de queimadas, etc.

Tipos de litometeoros:

- 1-**Névoa seca (NVS)** – mistura de fumaça das queimadas com poeira levantada pelo vento durante a época seca; visibilidade igual ou menor que 5.000 m; UR do ar menor que 80%. Difunde a luz vermelha, comunicando aos objetos vistos à distância uma coloração avermelhada.
- 2-**Poeira (POE)** – terra em partículas muito finas, argila, areia, etc., em suspensão no ar; visibilidade igual ou menor que 5.000 m. Difunde a luz amarela.
- 3-**Fumaça (FUM)** – forma concentrada de minúsculas partículas resultantes da combustão incompleta; visibilidade igual ou menor que 5.000 m.

Representação da NVS, FUM, POE na carta sinótica de superfície:



Área sombreada na cor marrom

- 4-Fumaça com nevoeiro (SMOG)** – nevoeiro numa atmosfera enfumaçada, em grandes centros industriais; ocorre com inversão de temperatura a pouca altura. Esta informação é dada como NVO, sendo assim um hidrometeoro, dado o alto teor de UR do ar.

VISIBILIDADE

O fenômeno da visibilidade é determinado pelo grau de transparência da atmosfera.

Visibilidade horizontal - dada um torno dos 360° do horizonte, tendo como centro o ponto de observação.

Quando é menor que 50 m é registrada como 0000.

Para auxiliar a obtenção desta visibilidade existem cartas de pontos de referência chamadas “cartas de visibilidade”.

Visibilidade vertical - é dada de 30 m em 30 m até um máximo de 300 m.

Quando é menor que 30 m é registrada como VV///.

Exemplo: VV003 = VIS VER 300 pés ou 90 m.

Visibilidade oblíqua - observada da aeronave ao solo.

Visibilidade de aproximação - durante o pouso, ao ingressar na reta final.

Alcance visual da pista (AVP) - no momento do pouso ou início da decolagem; quando a aeronave encontra-se sobre a pista. Este valor é incluído no boletim meteorológico (código METAR).

OBTENÇÃO DA VISIBILIDADE:

1-Obtida visualmente – é estimada, com o auxílio das cartas de visibilidade.

2-Obtida por instrumento eletrônico – visibilômetro, que fornece o AVP (RVR) = RUNWAY VISUAL RANGE). Este equipamento deve ser instalado em cada cabeceira da pista, para fornecer a visibilidade (AVP) em cada pista.

MASSAS DE AR

Um grande corpo de ar com características que são aproximadamente uniformes num plano horizontal - homogeneidade horizontal.

As características básicas são: temperatura, pressão e umidade. O tempo é usualmente semelhante numa área coberta pela mesma massa de ar; modificações ocorrem devido aos efeitos locais de montanhas, vales, florestas, grandes superfícies líquidas, etc.

Regiões de origem - regiões sobre as quais as massas de ar são formadas. As massas de ar estão sob efeito da radiação, convecção, condensação, evaporação da região de origem.

A região de origem apresenta condições básicas como: superfície uniforme (terra ou água); temperatura uniforme, pressão mais ou menos constante (de preferência uma área de alta pressão).

Ex: latitudes polares, oceanos tropicais, áreas desérticas, regiões florestais.

As latitudes temperadas não servem para formação de massa de ar, porque são muito variáveis no que diz respeito às condições básicas (estações do ano bem definidas).

Propriedades - são determinadas pela superfície sobre a qual ela se forma; quanto mais tempo permanecem sobre a região de origem mais espessas se tornam. As massas de ar deslocam-se das regiões de origem e vão se modificando gradativamente, de acordo com as superfícies que vão encontrando. Estas modificações dependem também do período de tempo que a massa de ar esteve ausente da sua região de origem.

Classificação:

tropicais	- T	em cor vermelha
equatoriais	- E	em cor vermelha
polar	- P	em cor azul
ártica	- A	em cor azul
antártica	- A	em cor azul

Podem ser:

continentais (c) secas marítimas (m) úmidas

As massas de ar Árticas, Polares e Antárticas são mais secas que as Tropicais e Equatoriais devido ao baixo teor de evaporação do gelo.

Podem ser ainda:

quentes (w) frias (k)

As massas: **A** são mais frias e mais secas que as **P**.

E são mais quentes e mais úmidas que as **T**.

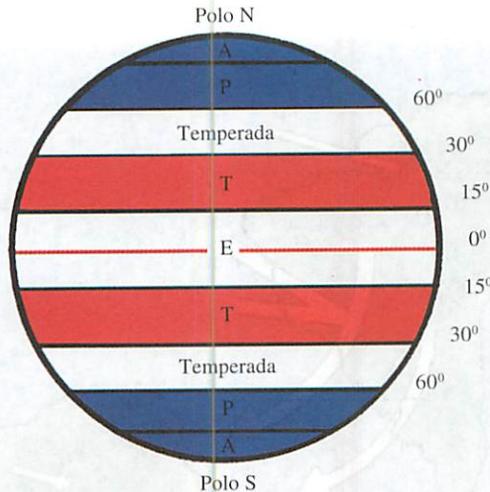
POLARES: mPw; mPk; cPw; cPk.

TROPICAIS: mTw; mTk; cTw; cTk.

ÁRTICA: mA.

ANTÁRTICA: cA.

EQUATORIAIS: mE; cE.



Modificações nas massas de ar

1 - Natureza termodinâmica:

- aquecimento (aquecimento solar da superfície);
- resfriamento (resfriamento por radiação da superfície).

2 - Natureza mecânica:

- turbulência (mistura mecânica na vertical);
- divergência de ventos e afundamento (nos anticiclones-estabilidade);
- convergência de ventos e elevação (nos ciclones-instabilidade).

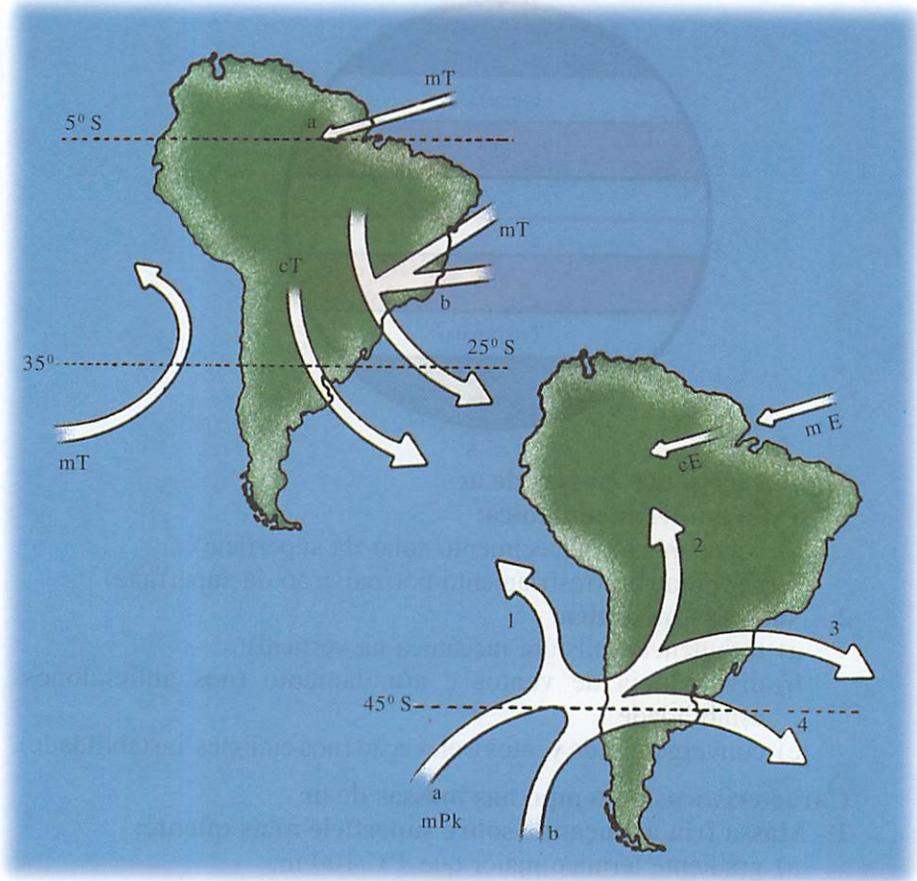
Características do tempo nas massas de ar

1 - Massa fria avançando sobre superfície mais quente:

- gradiente térmico maior que $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$;
- instabilidade;
- nuvens cumuliformes;
- visibilidade boa (exceto nas pancadas);
- turbulência;
- formação de gelo claro.

2 - Massa quente avançando sobre superfície mais fria:

- gradiente térmico menor que $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$;
- estabilidade;
- nuvens estratiformes;
- má visibilidade (névoas e nevoeiros);
- ar calmo, sem turbulência;
- formação de gelo opaco.



Massas de ar na América do Sul - Trajetórias

FRENTES

Superfície frontal – zona de transição, de descontinuidade entre duas massas de ar de características diferentes: circulação ciclônica; sistema alongado de baixa pressão; ocorre na troposfera mais baixa, raramente acima de 6.000 m.

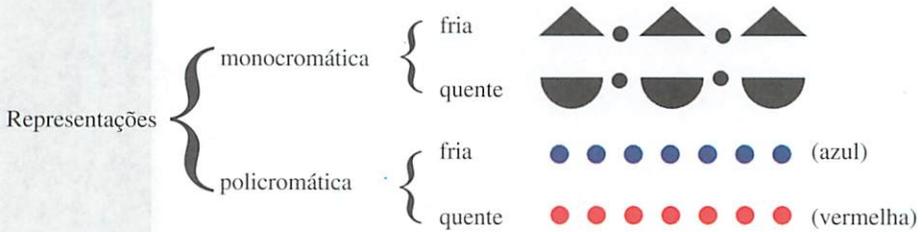
Declive frontal – a superfície frontal é inclinada. Ar mais frio e denso introduz-se sob o ar mais quente. Ar mais quente e menos denso desliza sobre o ar mais frio e denso.



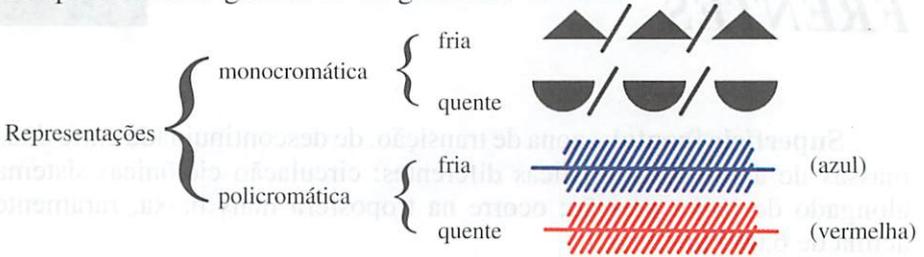
Tipos: Fria, Quente, Estacionária e Oclusa – as descontinuidades são referentes à: temperatura, umidade, vento, pressão e sistema de nuvens. A intersecção da superfície frontal com a superfície terrestre chama-se frente.

Frontogênese – área frontogénica – região de origem das frentes; convergência de ventos entre ar polar frio e ar tropical quente, com gradiente térmico acentuado.

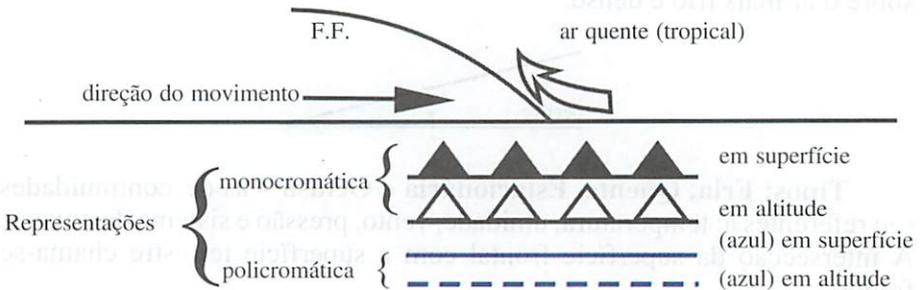
Representações gráficas { monocromáticas > usada nas cartas prognosticadas
 policromática > usada nas cartas sinóticas



Frontólise - área frontolítica - região de dissipação ou enfraquecimento da frente; divergência entre as massas de ar e desaparecimento gradativo do gradiente térmico.



Frente Fria - Ar frio desloca o ar quente na superfície, ocupando o seu lugar:



São mais rápidas e violentas que as frentes quentes; apresentam os mais sérios riscos de vôo.

Valor médio do declive: 1:80 a 1:120

Para cada km na vertical

80 a 120km na horizontal

Frente fria rápida: 1:50 a 1:75 - **Frente fria lenta:** 1:150 a 1:200.

Deslocamento: dos pólos para o equador. H.S. (SW para NE); H.N. (NW para SE).

Características:

1- Ventos no HS:

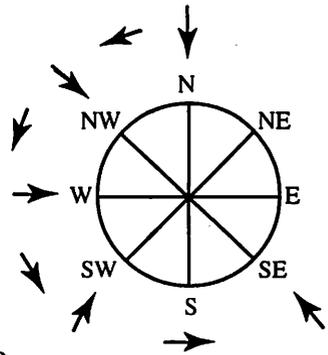
pré-frontais: N e NW

frontais: W

post-frontais: SW e SE

2- Temperatura: Após a passagem da frente a temperatura cai, porque o ar aquecido é deslocado e em seu lugar fica o ar mais frio.

3- Pressão – Tendência barométrica: variação típica da pressão com a passagem frontal. Tendência negativa (quando a pressão diminui) antes da passagem da frente. Tendência positiva (quando a pressão aumenta) após a passagem da frente.



Isalóbaras ou linhas isalobáricas – são as linhas que unem os pontos que têm a mesma tendência barométrica (razão de variação de pressão).

Frente polar antártica – 60°S – quando se rompem, várias porções são lançadas em direção ao equador, originando as frentes frias.

Frente polar ártica – 60°N – quando se rompem, várias porções são lançadas em direção ao equador, originando as frentes frias.

As frentes frias são identificadas numa carta de superfície pela maior concentração de isóbaras na área frontal e pelo contraste de temperatura entre os dois centros de alta pressão. Numa carta de altitude, pela maior concentração de isotermas e isoípsas. Com a aproximação de uma frente fria há queda de pressão e aumento de temperatura.

Tempo frontal: predominam as nuvens cumuliformes, com trovoadas e pancadas de chuva.

1- Ar quente úmido / estável – nuvens estratiformes CS, AS, NS, (precipitação moderada)

2- Ar quente úmido / instável – nuvens cumuliformes (pancadas MOD e FRT).

Neste caso poderá ocorrer uma linha de trovoadas, ou linha de instabilidade (80 a 300 km adiante da frente) que avança com a mesma velocidade e é levemente paralela a ela (frente secundária).

Representação da linha de instabilidade: monocromática

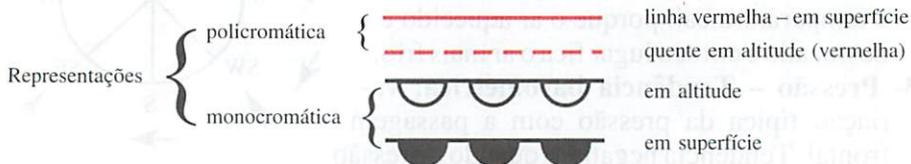
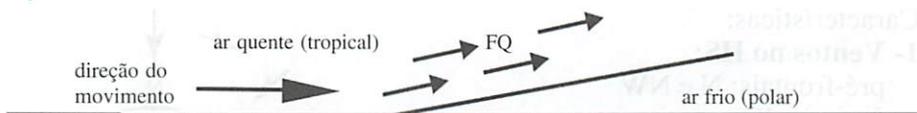
3- Ar quente seco – pequena ou nenhuma nebulosidade

4- Ar frio úmido / estável – ST e/ou NVO após a frente

5- Ar frio úmido / instável – CU ou PNC após a frente

6- Ar frio seco / geralmente não há nebulosidade

Frente quente – Ar quente substitui o ar frio na superfície deslizando sobre ele:



Valor médio do declive - 1:150, podendo chegar a 1:200 e 1:300

Deslocamento - do equador para os pólos (frente fria retornando para o pólo)

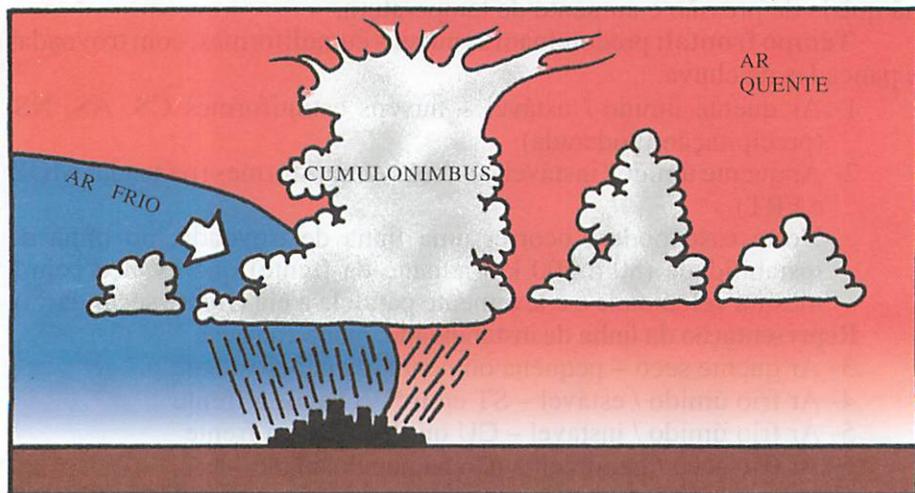
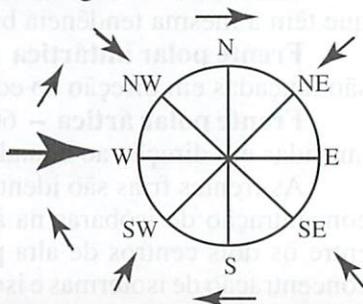
H.S. - NW/SE; H.N. - SW/NE

1- Sistemas de ventos no H.S.

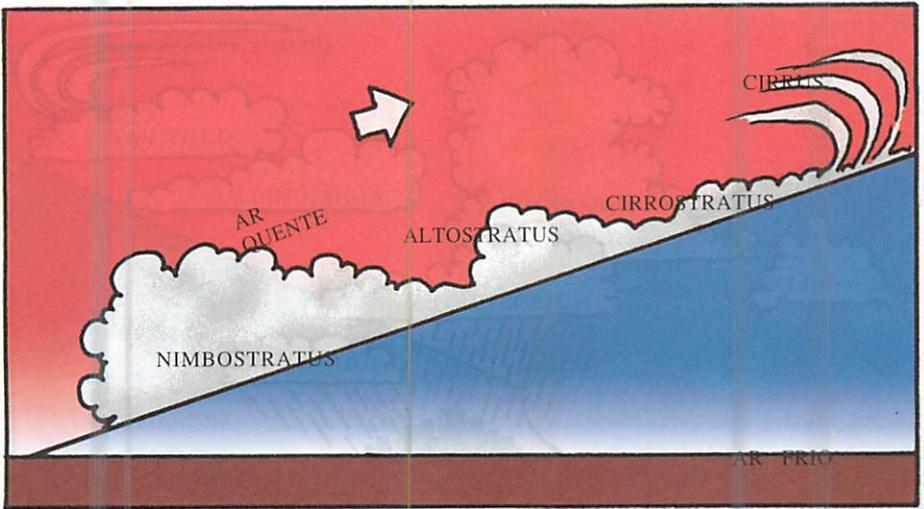
pré-frontais: SE e SW

frontais: W

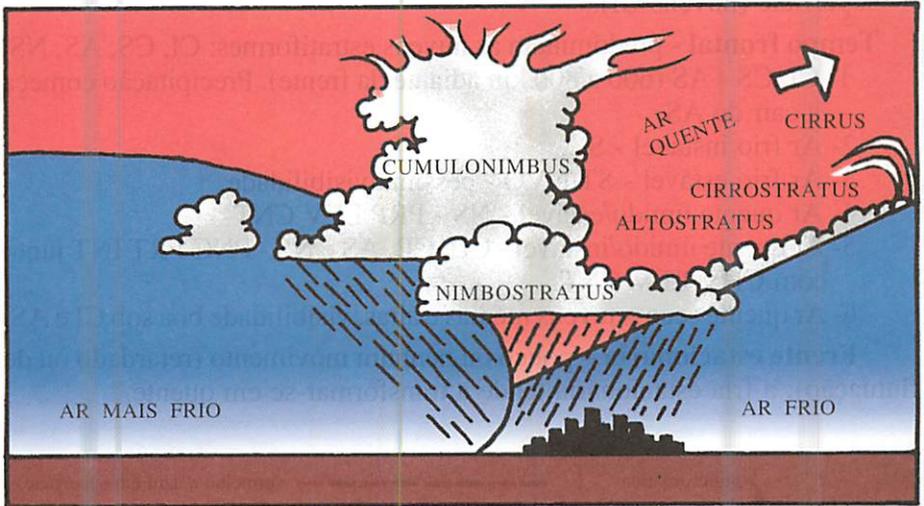
post-frontais: NW e NE



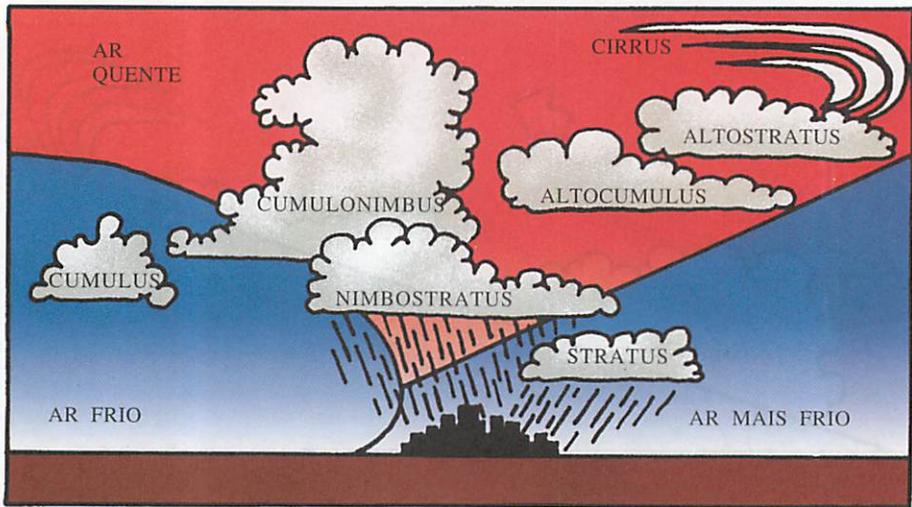
FRENTE FRIA



FRENTE QUENTE



FRENTE OCLUSA (TIPO FRIA)



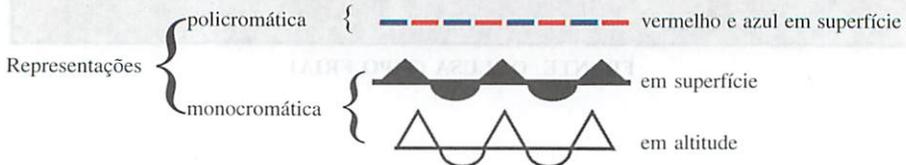
FRENTE OCLUSA (TIPO QUENTE)

2- Temperatura - aumenta após a passagem da frente. O sistema de nuvens pode estender-se até 1.500/2.000 km adiante da posição frontal em superfície (nuvens CI).

Tempo frontal - predominam as nuvens estratiformes: CI, CS, AS, NS.

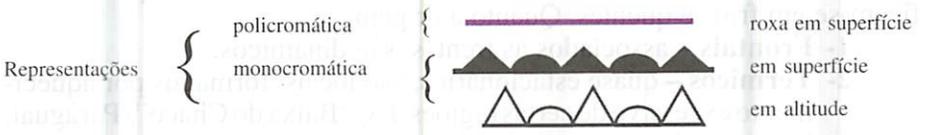
- 1- CI, CS - AS (600 a 800 km adiante da frente). Precipitação começa a cair do AS.
- 2- Ar frio instável - SC.
- 3- Ar frio estável - ST/NVO - péssima visibilidade.
- 4- Ar quente úmido/estável - NS - PRP LEV CNT-
- 5- Ar quente úmido/instável - CU, CB, AS e NS - PNC FRT INT junto com CHV LEV CNT.
- 6- Ar quente seco - nuvens médias e altas, visibilidade boa sob CI e AS.

Frente estacionária – pouco ou nenhum movimento (retardado ou de flutuação); a fria estacionária tende a transformar-se em quente.



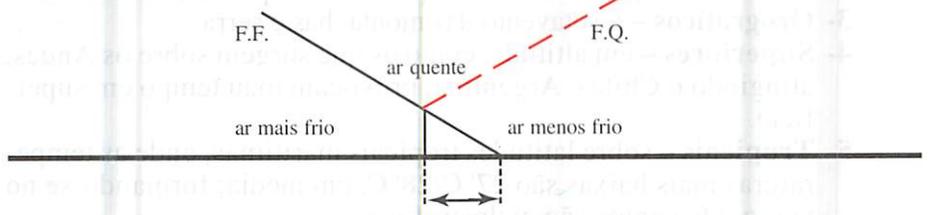
Frente Oclusa - Oclusão – uma frente fria alcança uma frente quente; uma ou outra é elevada; o ar quente entre elas é elevado da superfície, até haver completa oclusão.

Frentes frias intensas costumam formar ondulações instáveis (oclusões) que atingem grande atividade devido à associação da atividade frontal fria com a do setor que recua como frente quente.



Existem dois tipos de oclusões: oclusão de frente fria e oclusão de frente quente.

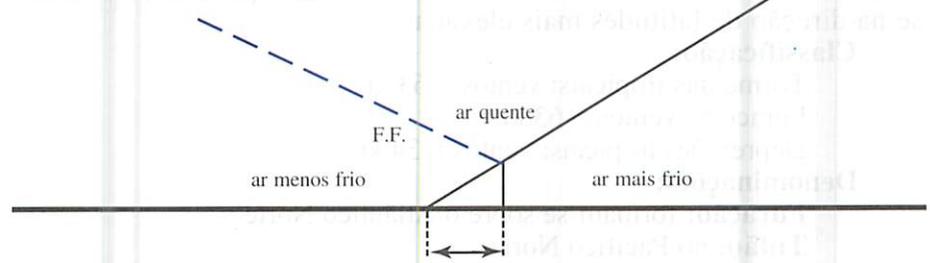
Oclusão de frente fria:



Frente quente superior -- linha vermelha tracejada:

Formam-se nos continentes ou nas costas estes e são mais comuns que as oclusões de frente quente. São chamadas Ciclone Extratropical.

Oclusão de frente quente:



Frente fria superior – linha azul tracejada:

São encontradas ao longo das costas oeste dos continentes. As condições de tempo mais severas aparecem nas etapas iniciais de desenvolvimento das oclusões. A seqüência de nuvens e de tempo adiante da oclusão são semelhantes aos da frente quente, enquanto as nuvens e tempo próximos à posição da frente em superfície são semelhantes aos da frente fria. Quando a oclusão se desenvolve e o ar quente é elevado a altitudes cada vez maiores o sistema de

o sistema de nuvens pré-frontal da frente quente desaparece e o tempo e sistema de nuvens tornam-se semelhantes ao da frente fria.

CICLONES

Áreas de baixas pressões: Quanto à temperatura em seu centro classificam-se em frios e quentes. Quanto à origem:

- 1- **Frontais** – associados às frentes, são dinâmicos.
- 2- **Térmicos** – quase estacionários, são locais, formados por aquecimento excessivo de certas regiões. Ex. “Baixa do Chaco” (Paraguai, Norte da Argentina, Sul de Mato Grosso, limitando-se ao oeste pelos Andes).
Verão: temperaturas altas, pressões baixas.
Inverno: temperaturas baixas, pressões um pouco mais elevadas.
- 3- **Orográficos** – à sotavento das montanhas e serras.
- 4- **Superiores** – em altitude, como os que surgem sobre os Andes, atingindo o Chile e Argentina; provocam mau tempo em superfície.
- 5- **Tropicais** – sobre latitudes tropicais marítimas, onde as temperaturas mais baixas são 27°C/28°C, em média; formando-se no verão. Os ventos são ciclostróficos.

Possuem um centro calmo (olho) cujo diâmetro varia de 25 a 100 km. Ocorrem em todos os oceanos, exceto Atlântico Sul e Pacífico Sul, a este de 140°W. As pressões ao NMM atingem valores inferiores a 1.000 hPa e os ventos, até 200 kt. Não atravessam o equador, recurvando-se na direção de latitudes mais elevadas.

Classificação:

Tormentas tropicais: ventos < 63 kt

Furacões: ventos > 63 kt

Depressões tropicais: ventos < 34 kt

Denominações:

Furacão: formam-se sobre o Atlântico Norte

Tufão: no Pacífico Norte

Baguio: nas Filipinas

Willy Willy: na Austrália

Ciclone: No Oceano Índico

Ciclones extratropicais: São típicos de latitudes temperadas: oclusão, geralmente do tipo fria, que atinge a sua máxima intensidade. É marítimo, porém de inverno. Desloca-se de SW e W no H.S., e de W e NW no H.N. apresentam ventos intensos e grande índice pluviométrico.

TURBULÊNCIA

Causas – flutuações casuais do fluxo do vento, as quais são instantâneas e irregulares.

Graus – leve, moderada, forte e severa, dependendo do porte, da envergadura, da estrutura da aeronave. Variações da velocidade indicada (IAS) de acordo com o grau de turbulência:

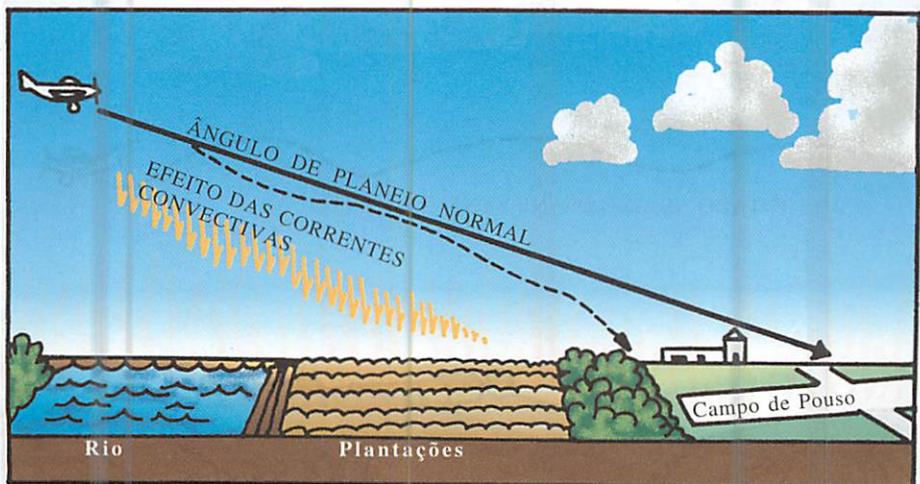
5 a 15 kt – turbulência leve

15 a 25 kt – turbulência moderada

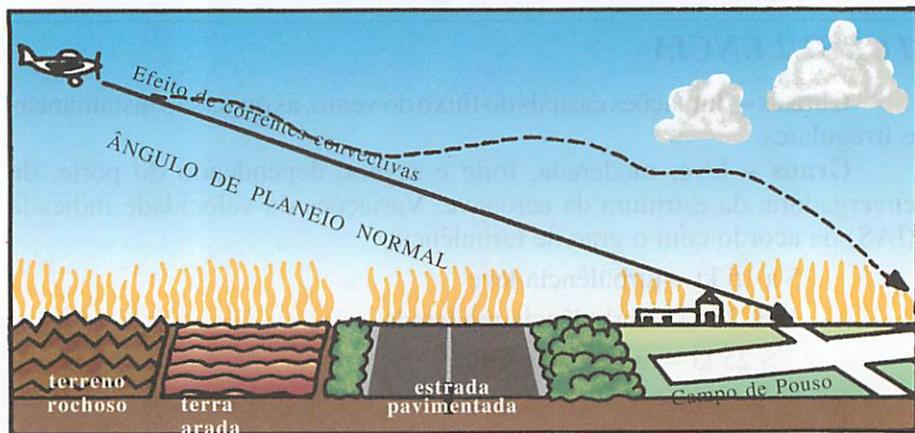
> 25 kt – turbulência forte

Tipos:

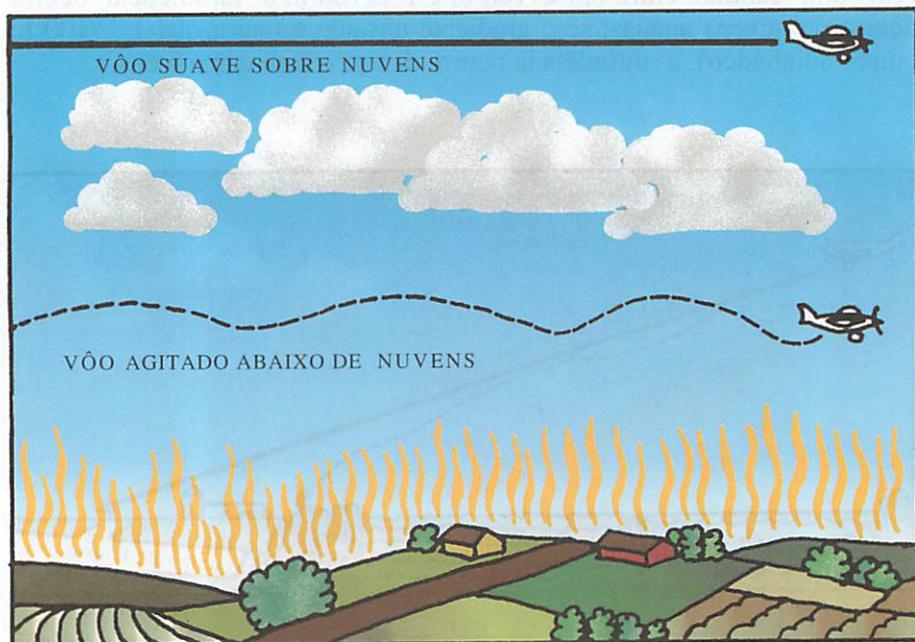
1- Turbulência convectiva (térmica) – causada pelas correntes convectivas verticais decorrentes do aquecimento do solo, ar instável e advecção de ar frio sobre solo mais quente. É mais comum e intensa sobre a terra, durante o dia, no verão. Ocorre com CU e CB. Se o gradiente térmico está compreendido entre $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ e $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ a turbulência ocorre dentro de nuvens apenas; se o gradiente térmico é maior que $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ (super adiabático), a turbulência ocorre dentro e fora das nuvens.



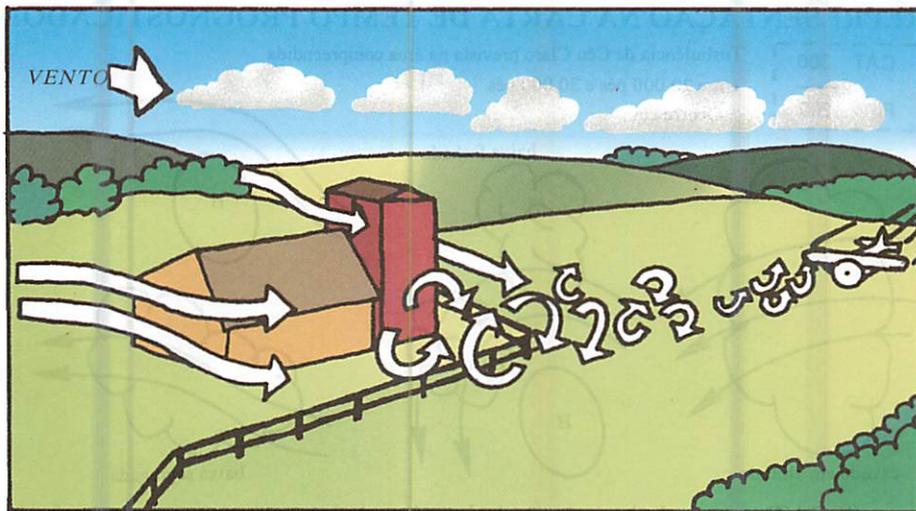
Correntes descendentes predominantes sobre algumas superfícies tendem a fazer com que o piloto pouse antes do campo.



Várias superfícies afetam o ângulo de planeio normal. Algumas superfícies criam corrente ascendentes fazendo com que o piloto ultrapasse o campo.

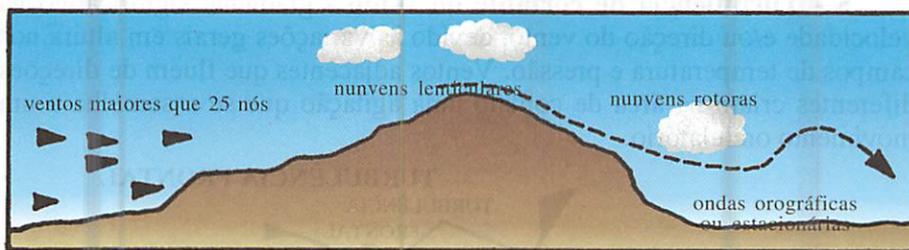


Evitar turbulência causada por correntes convectivas voando sobre o nível das nuvens.



Turbulência causada por obstruções.

2- Turbulência orográfica – ventos fortes que sopram quase perpendiculares às encostas íngremes de montanhas. É identificada pela presença de nuvens lenticulares que são normalmente, variedades de stratocumulus, autocumulus ou cirrocumulus próximos ao topo das montanhas.



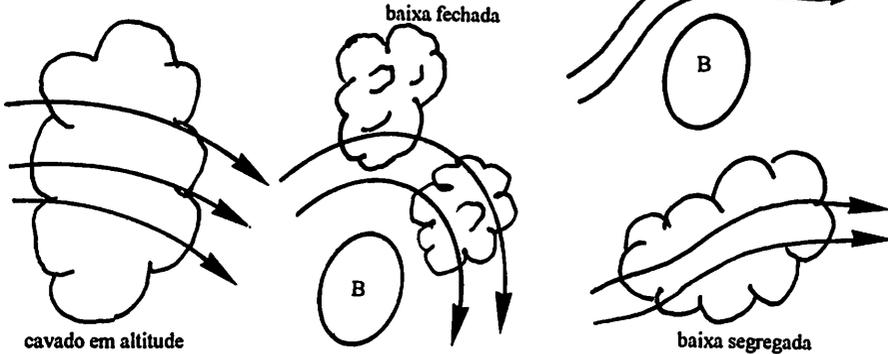
A intensidade das ondas varia de acordo com a força dos ventos e a elevação das montanhas. Quem voar em sentido contrário às ondas orográficas sentirá menor turbulência, ao contrário de quem voar a favor das ondas.

3- Turbulência de céu claro (CAT) – mais comum entre 20.000 e 40.000 pés; a espessura mais comum está entre 3.000 e 6.000 pés; são mais intensas e freqüentes nos continentes, no inverno. Ocorrem na base e margens da JET STREAM (JTST); não ocorrem no núcleo ou eixo.

REPRESENTAÇÃO NA CARTA DE TEMPO PROGNOSTICADO:

CAT	300
FL	200

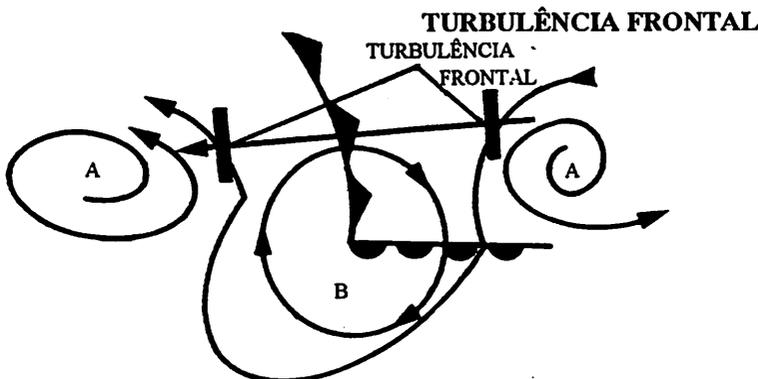
Turbulência de Céu Claro prevista na área compreendida entre 20.000 pés e 30.000 pés.
Ocorre em:



A CAT associada à corrente de jato é mais intensa e comum nos níveis compreendidos entre 300 hPa a 200 hPa, acompanhando o traçado das áreas de altas e baixas pressões, sobre distâncias pequenas e curvas.

4 - Turbulência frontal - resultante do ascenso do ar quente sobre massa de ar frio; associada com frentes frias, na maioria das vezes. A aeronave que cruzar uma área frontal fria encontrará turbulência na zona compreendida entre os ventos do quadrante norte da massa tropical quente e os ventos do quadrante sul da massa polar fria.

5 - Turbulência de cortante do vento - gradiente significativo na velocidade e/ou direção do vento, devido às variações gerais em altura nos campos de temperatura e pressão. Ventos adjacentes que fluem de direções diferentes criam na área de contato uma agitação que se assemelha a um movimento ondulatório.



6 - Turbulência na trilha de aeronaves - no pouso e na decolagem, a trilha de aeronave produz turbulência na trajetória de aproximação e ao longo das pistas. A turbulência na trilha de aeronaves pesadas é do interesse do piloto de aeronaves mais leves. A turbulência leve ocorre em 80% dos casos: turbulência severa ocorre em porcentagem mínima.

FORMAÇÃO DE GELO EM AERONAVES

O gelo na estrutura externa da aeronave diminui a sua sustentação, aumenta o peso, o arrasto e a velocidade de perda. Além disso, afeta o próprio controle da aeronave, aumenta o consumo de combustível, diminuindo a autonomia de voo. Provoca perda de eficiência, da rádio-comunicação, indicação falsa dos instrumentos de bordo.

É um dos mais sérios problemas meteorológicos para a aviação.

CONDIÇÕES PROPÍCIAS PARA SUA FORMAÇÃO:

1 - presença de gotículas de água no estado líquido, em temperatura abaixo de 0°C.

2 - temperatura da superfície externa da aeronave inferior a 0°C. A temperatura de congelamento das gotículas em repouso varia de -10°C a -40°C. Quanto menores e mais puras são mais resistentes às temperaturas baixas. O gelo forma-se rapidamente; há casos de formação com espessura de 5 a 8 cm em questão de minutos. As gotículas menores possuem tensão superficial e escapam com mais facilidade quando se chocam com o bordo de ataque das asas e empenagens, dificultando a formação de gelo.

As gotículas maiores se espalham com o choque, congelando-se imediatamente. Gelo leve pode ser formado quando a temperatura está pouco acima de 0°C, mas a temperatura da aeronave é inferior a 0°C.

TIPOS DE GELO:

1 - **opaco, amorfo, escarcha ou granulado** - forma-se em ar estável, nuvens estratiformes, sem turbulência. É de fácil remoção; deforma os bordos de ataque, alterando as características aerodinâmicas da aeronave. Forma-se pelo congelamento instantâneo de pequenas gotículas superesfriadas. A ocorrência mais provável está na faixa compreendida entre - 10°C e - 20°C.

2 - **Claro, cristal ou liso** - é brilhante, translúcido, formado pela congelação lenta de grandes gotas superesfriadas. Adere fortemente à aeronave, sendo pesado e de difícil remoção. Formam-se em ar instável, nuvens cumuliformes, com turbulência. É o tipo mais perigoso. A ocorrência mais provável está na faixa compreendida entre 0°C e - 10°C.

3 - Geada - depósito em forma de cristais de gelo leve e fofo sobre bordos de ataque, pára-brisas e janelas. Formam-se em terra ou em vôo; não constitui sério problema em vôo a não ser pela redução da visibilidade. É comum formar-se em aeronaves a jato que descem velozmente de níveis elevados e frios para níveis mais baixos, mais quentes e úmidos.

DESCONGELANTES - SISTEMAS CONTRA GELO

1 - Luva de proteção mecânica ou quebra-gelo: é um sistema removedor; capas de borracha cobrem os bordos de ataque das asas e empenagens. Quando acionado, na hora em que 2/3 da capa estão cobertos pelo gelo, ar comprimido corre através de tubos deformando a forma da luva e provocando a quebra do gelo. O uso contínuo por alguns minutos remove quase todo o gelo formado. Aeronaves equipadas com este sistema devem observar:

- a) **vôo manual** - impossibilitando a formação de gelo nas superfícies de comando; comandos bruscos e periódicos com a finalidade de remover o gelo que tenha se formado nas juntas das superfícies de comando. Em vôo turbulento esta regra já estará automaticamente sendo aplicada;
- b) o uso do sistema não deve ser prolongado por muito tempo, principalmente em ar turbulento, pois quando empregado altera o perfil aerodinâmico dos bordos de ataque, reduzindo a sustentação da aeronave.

2 - Fluídos anticongelantes ou químicos - é um sistema preventivo. Usado nas hélices, pára-brisas e carburadores.

3 - Calor - é o mais eficiente dos sistemas. Ligado antes da formação de gelo. Aplica-se calor nos bordos de ataque das asas e empenagens provenientes da exaustão dos motores ou por meios elétricos. Pode atingir até 250°C, derretendo toda formação de gelo. Pode ser usado de modo intermitente ou contínuo.

INTENSIDADE DO GELO

1 - Leve - não requer o uso do sistema contra gelo. É removido pelo próprio ar.

2 - Moderado - acúmulo apreciável de gelo que requer, ocasionalmente, o uso do sistema contra gelo e mudança de FL.

3 - Forte - acúmulo rápido e intenso de gelo; requer uso contínuo do sistema contra gelo e mudança de FL.

4 - Extremamente forte - o uso do sistema contra gelo se torna insuficiente; exige a mudança imediata de FL; ocorre em grandes trovoadas, frentes frias intensas e, nimbostratus com chuva glacial.

FATORES QUE INFLUEM NA FORMAÇÃO DE GELO

1 - Quantidade e tamanho das gotículas de água gelada presentes no ar: quanto maior a quantidade de gotículas, mais intensa será a formação de gelo. Nuvens cumuliformes apresentam grandes gotículas superesfriadas, favorecendo a formação de gelo e nuvens estratiformes apresentam pequenas gotículas superesfriadas que não favorecem a formação de gelo.

2 - Temperatura do ar

gelo claro - em nuvens cumuliformes entre 0°C e - 10°C;

gelo opaco - em nuvens estratiformes, até - 40°C. Quanto mais baixa a temperatura menor a quantidade de umidade (água gelada) e menor será a quantidade de gelo formada.

3 - Aspecto da asa - asa mais delgada acumula gelo com mais facilidade, aderindo mais fortemente e mais rapidamente porque desviam menor quantidade de gotículas d'água. As asas mais espessas acumulam menor quantidade de gelo, pois desviam maior quantidade de gotículas d'água.

4 - Área da superfície exposta - superfícies maiores comportam maior quantidade de gelo; áreas lisas, polidas, dificultam as aderências de gelo; áreas pouco lisas, com saliências, facilitam a formação do gelo.

5 - Velocidade da aeronave - quanto mais rápida a aeronave mais rápido o acúmulo de gelo sobre ela; até cerca de 250 nós de velocidade no ar, o acúmulo de gelo se faz em razão constante; para velocidades superiores, a razão de depósito de gelo aumenta rapidamente.

O gelo pode ser de massa de ar ou frontal.

Gelo de massa de ar:

– massas de ar estáveis - formação de gelo opaco;

– massas de ar instáveis - formação de gelo claro.

Sobre sistemas de baixas pressões e baixas temperaturas no centro é favorecida a formação de gelo moderado/forte, na nebulosidade em altitude.

Com chuva glacial (chuva a 0°C ou menos), abaixo e dentro da nuvem, favorece a formação de gelo forte. A altitude máxima média para a formação de gelo fica em torno de 30.000 pés. Dentro de trovoadas e áreas frontais, a formação pode ocorrer até níveis bem mais elevados, chegando, em ocasiões a 50.000 pés. Nuvens cumulus dão formação de gelo leve e trovoadas dão gelo forte a extremamente forte, principalmente as de frente fria. Trovoadas orográficas, formadas à barlavento de montanhas, dão formação de gelo forte. A máxima formação de gelo normalmente ocorre no inverno, secundado pelo outono. O mínimo ocorre no verão.

Gelo frontal - frentes frias e linhas de trovoadas - faixas estreitas de tempo e de formação de gelo, com profundidade máxima de 3.000m. As

nuvens predominantes são cumuliformes e o gelo, do tipo claro. Gelo forte pode formar-se até 200 km na nebulosidade à retaguarda de uma frente fria intensa no solo.

Frentes quentes e estacionárias - larga faixa de tempo e de formação de gelo, com profundidade vertical média de 3.000m. Gelo leve/moderado pode formar-se até 600 km na nebulosidade à vanguarda de uma frente quente no solo. As nuvens são estratiformes e o gelo, do tipo opaco.

Frentes oclusas - larga faixa de tempo e de formação de gelo; profundidade de cerca de 6.000 m. As nuvens são estratiformes e cumuliformes e o gelo, do tipo claro, opaco e mesclado.

Representação de uma área de formação de gelo na carta de previsão de tempo:

ICE-FL $\frac{180}{120}$

Formação de gelo prevista na área compreendida entre 12.000 pés e 18.000 pés.

Áreas críticas de formação de gelo:

1 - asas e empenagens - asas delgadas apresentam riscos mais sérios que as asas mais espessas. O acúmulo de gelo acarreta alteração do perfil aerodinâmico e, por conseguinte, perda de sustentação e aumento da resistência do ar, com maior consumo de combustível. O gelo sobre a empenagem é percebido pela tendência que a aeronave apresenta em oscilar em torno de seu eixo perpendicular, variando a posição do nariz com a linha do horizonte. Com a presença de gelo sobre asas e empenagem devem ser executadas curvas de pequena inclinação e pouso com velocidade e sem flaps, pois os mesmos poderão estar travados pelo gelo. Decolagem sob condições de chuva glacial ou neve torna-se perigosa em virtude do travamento dos comandos.

2 - Hélices - a formação de gelo nas hélices é percebida pela queda gradual da velocidade indicada e aumento do consumo de combustível. A compressão e o RPM se mantêm normais; causa inclusive vibração na hélice e no motor. Deve ser dado um aumento de RPM, lentamente, com cuidado, aumentando e diminuindo a força centrífuga, desprendendo o gelo formado e, a seguir, aplicar o sistema contra gelo fluídico. Isto se o gelo já tiver se formado e o sistema não tiver sido acionado preventivamente.

3 - Tubo de Pitot - percebe-se pela queda da velocidade indicada; deve-se ligar o sistema de aquecimento preventivo antes de penetrar em áreas possíveis de formação de gelo.

4 - Carburador - percebe-se pela queda de RPM, perda de potência e velocidade. Pode ocorrer com temperatura do ar entre 18°C e 20°C, pois o ar no carburador se resfria cerca de 15°C por expansão (efeito de VENTURI)

e, a evaporação do combustível provoca resfriamento de 3°C a 4°C. A temperatura do carburador estará em torno de 0°C e desde que haja alta umidade a condição será ideal para a formação de gelo no carburador. Deve-se ligar o aquecimento do carburador antes de entrar em qualquer área sujeita à formação de gelo (chuva, neve ou alta umidade). Em ar frio e chuvoso o aquecimento poderá permanecer ligado até a hora da decolagem, sendo que a corrida deverá ser feita com o controle na posição “frio”.

Formação do gelo no solo - Há perigo para o vôo se o gelo não for removido; coloca-se a aeronave no hangar para o degelo. As asas, cauda, sistema de freios, flaps, superfícies de comando, trem de pouso são afetados pelo gelo e geada.

TROVOADAS

Ocorrem cerca de 40.000 trovoadas diariamente no globo terrestre. São definidas como sendo a manifestação final do desenvolvimento de um cumulonimbus (CB). As trovoadas são consideradas uma macrotempestade.

Representação nas cartas meteorológicas:

Simbolo em cor
vermelha



Requisitos necessários para sua formação: ar instável, umidade e ação ascendente. Normalmente são duas ou mais células convectivas (CU), cada uma com diâmetro de 1 a 10 km, em diferentes etapas de desenvolvimento. O período de vida de uma célula de trovoadas divide-se em três estágios:

1 - estágio de cumulus - caracteriza-se pelas correntes ascendentes com velocidade até 60km/h e por poucas correntes descendentes. Precipitação nula em superfície, chuva e neve acima do nível de 0°C; os topos podem atingir o FL 250. São os chamados TCU (TOWERING CUMULUS) - grandes cumulus, “cumulus congestus”.

Apresenta na superfície uma área de pressões ligeiramente menores do que as pressões nas imediações e, também, uma convergência de ventos.

2 - Estágio de maturidade (madureza) - caracteriza-se por correntes ascendentes que são equilibradas por correntes descendentes adjacentes, as quais atingindo o solo produzem ventos fortes, em forma de rajadas, que sopram para fora da área de trovoadas. Nesta etapa ocorre o relâmpago (RPG) descarga elétrica que se manifesta como sendo o excesso de energia que não é mais utilizada no crescimento vertical da nuvem CB. É chamado fotometeor; fenômeno ígneo ou ótico.

As correntes apresentam velocidade verticais que podem atingir valores superiores a 100 km/h. No nível inferior da nuvem temos chuva; no nível médio, chuva e neve e no nível superior, neve. Este estágio dura, em média, de 10 a 30 minutos. Os ventos da rajada e a precipitação intensa em superfície provocam queda brusca de temperatura e aumento rápido da pressão.

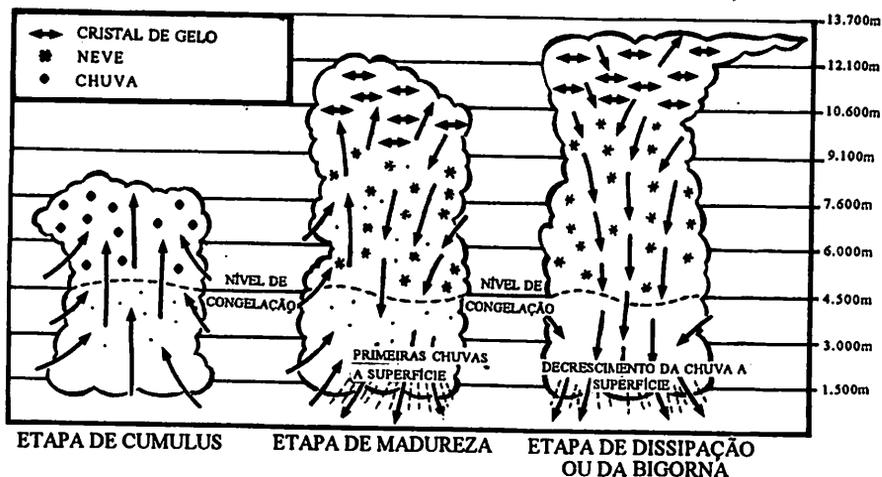
Representação do relâmpago na carta sinótica:

Simbolo em cor vermelha



3 - Estágio de dissipação (bigorna) - predominam as correntes descendentes. A precipitação cessa gradualmente. O nível mais baixo torna-se estratiforme e o topo da célula toma a forma de bigorna, e tem uma duração média de 10 a 30 minutos. A turbulência se torna menos intensa, e os ventos de rajada vão desaparecendo. Caracteriza-se por grandes expansões laterais.

Etapas de formação de uma trovoadas



Quanto ao processo de formação as trovoadas podem ser de:

Massas de ar - Formam-se no interior de uma massa de ar quente e úmido; são isoladas ou esparsas.

1 - Convectivas (térmicas) - no verão forma-se sobre a terra, de dia. No inverno forma-se sobre o mar, de noite. Deslocam-se ao sabor dos ventos predominantes, com cerca de 80% da velocidade do vento.

2 - Orográficas - Formam-se à barlavento de terreno montanhoso quando o ar úmido e instável é forçado a ascender por sua encosta, por alguma causa mecânica.

3 - Noturnas (de advecção) - menos comum de todas e também menos intensa. São formadas pela advecção de ar quente e úmido sob ar condicionalmente instável.

Frontais ou dinâmicas - Podem ser de frente quente, de frente fria, pré-frontal (linha de instabilidade), de frente oclusa e as que se formam na faixa da ITCZ. São formadas pela convergência de ventos de densidades, temperaturas e pressões diferentes.

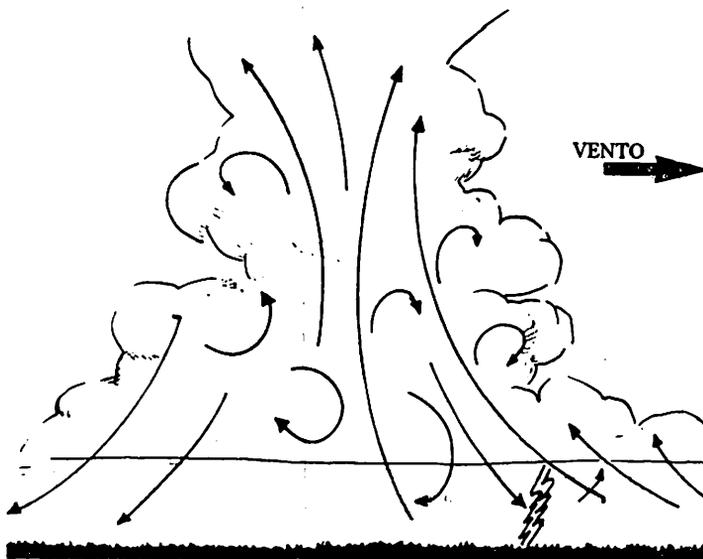
Trovoada de frente Quente - o ar quente e úmido que sobe a rampa do ar frio é instável. Nuvens estratiformes envolvem e encobrem o CB.

Trovoada de frente Fria - mais ativas, mais violentas (mais perigosas) e mais baixas do que as de frente quente. Uma linha contínua e paralela de trovoadas à superfície frontal.

Trovoada pré-frontal - formam até tornados; é mais violenta e desloca-se com mais velocidade que as de frente fria. Sua largura atinge até 60 km; aparecem cerca de 80 a 500 km adiante da frente fria e são geralmente paralelas a ela.

Trovoada de frente oclusa - são quase sempre envolvidas por nuvens estratiformes.

O desenvolvimento das trovoadas é gigantesco; podem se expandir cerca de 10 a 20 km² por minuto e, na vertical, chegam a se expandir, em alguns casos, 10000 pés por minuto.



Seção vertical de uma nuvem cumulonimbus

Condições de tempo na trovoadas:

Turbulência - maior intensidade entre 1.500 e 3.000 metros abaixo do topo. Solavancos produzidos pelas correntes verticais e rajadas. A turbulência é menos intensa abaixo da base do CB e nos primeiros 2.000 m dentro da nuvem. Nos níveis médios e médios superiores são maiores os efeitos da turbulência. A turbulência se propaga até o topo da nuvem e, por reflexo, até cerca de 1.500 m acima do topo, em pleno céu claro.

Granizo - ocorre nos níveis médios e superiores pois as pedras são levadas para cima pelas correntes ascendentes, podendo ser lançadas fora da nuvem, em ar claro. A maior parte aparece na etapa de maturidade. Quando as pedras atingem tamanho suficiente que vença a sustentação das correntes ascendentes, caem na direção da superfície. Aeronaves dotadas de radar devem evitar ecos que apareçam a distâncias superiores a 75 milhas náuticas pois identificam nuvens muito intensas capacitadas a produzir granizo. O desvio destas nuvens deve ser iniciado pelo menos a 20 milhas de distância; ecos de radar com protuberâncias em formato de dedo, anzol, gancho, identificam a presença de granizo.

Gelo - entre 0°C e -10°C predomina o gelo tipo claro, cristal, nos níveis médios, associados com forte turbulência. Gelo tipo opaco, amorfo, ocorre abaixo de -10°C até quase o topo da nuvem. Quando ocorre chuva glacial em trovoadas, o acúmulo de gelo será intenso e perigoso.

Chuva - chuva nos níveis inferiores, abaixo de 0°C; nas proximidades do nível de 0°C ocorre chuva e neve misturados e, nos níveis superiores, neve, a partir de cerca de 15.000 pés até o topo; a chuva acarreta resistência ao avanço diminuindo a velocidade indicada. A intensidade da turbulência varia com a intensidade da precipitação, na maioria dos casos.

Relâmpagos - é o fenômeno ígneo, ótico, também chamado fotometeoro. É uma descarga elétrica que ocorre na etapa de maturidade; é o excesso de energia que não é mais utilizado no crescimento vertical da nuvem CB. Chegam a atingir até 100.000.000 volts, ocorrendo com maior frequência abaixo de 20.000 pés; atingem amperagens superiores a 300.000 amperes. Normalmente temos dois relâmpagos: um inicial (primário) que vai da nuvem ao solo e outro, secundário, do solo até a nuvem. Atingem velocidade de 90.000 km/s. A temperatura do ar imediatamente em torno do relâmpago chega a 15.000°C, ionizando o ar ambiente. Na vanguarda do CB o relâmpago é vertical (entre a nuvem e o solo) e, na retaguarda, é horizontal (dentro da própria nuvem). A base é sempre mais baixa na vanguarda e mais elevada na retaguarda.

A trovoadas possui carga elétrica negativa (mais intensa) e quando avança sobre uma certa área repele de maneira violenta o campo negativo da

superfície terrestre tornando-o positivo em relação à nuvem, facilitando a descarga elétrica (relâmpago). Os relâmpagos predominam na área compreendida entre 0°C e -8°C e precipitação intensa. O som produzido pela descarga do relâmpago é o trovão, fenômeno acústico.

Equipamento rádio ligado pode ser destruído pelo relâmpago provocando queimaduras em quem estiver usando fones. Impactos diretos do relâmpago podem derreter o metal da fuselagem fazendo furos ou rachaduras. Se o relâmpago passar muito perto da aeronave poderá produzir mossas no metal da fuselagem devido a grande expansão do ar em redor. O relâmpago produz erro induzido permanente na agulha magnética, cegueira temporária (à noite), danos nos equipamentos eletrônicos.

Rajadas - em superfície, em todas as direções, devido à “explosão” de um colchão de ar frio das correntes descendentes, com cerca de 1.000 pés de espessura, que se choca com a superfície.

Altimetria na trovoada - situações críticas em vôos baixos e sobre regiões montanhosas:

1 - Erros de altitude para menos (com erro de indicação para mais) ocorrem na vanguarda da trovoada, devido à queda de pressão, à medida que a trovoada se aproxima.

2 - Erros de altitude para mais (com erro de indicação para menos) ocorrem nas áreas de chuva intensa, devido ao aumento da pressão atmosférica.

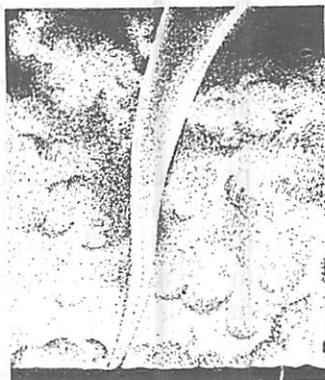
Tornados - são nuvens funil com circulação ciclônica violenta, proveniente do CB.

Ecoss no radar de bordo com protuberância em forma de gatilho, anzol, vírgula, identificam o tornado.

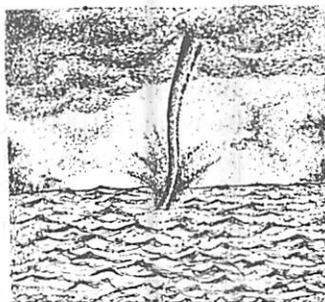
Devem ser evitados numa distância de pelo menos 20 milhas náuticas.

Trombas d'água - São tornados que ocorrem sobre superfície líquida (oceanos, rios).

Um CB, em princípio, nunca deverá ser atravessado.



Tornado



Tromba d'água

Deverá ser contornado desde que haja espaço livre para tal.

O contôrno do CB deverá ser pela esquerda, no hemisfério sul e pela direita no hemisfério norte, por se tratar de uma célula de circulação ciclônica.

O vôo em trovoada deve ser evitado em virtude do tempo adverso que ele apresenta. Na impossibilidade de se evitar o vôo em trovoada deve-se observar o seguinte:

- 1 - Piloto com experiência de vôo e aeronave com estrutura adequada.
- 2 - Vôo manual; piloto automático desligado.
- 3 - Equipamento rádio desligado e fones guardados para se evitar queimaduras por relâmpagos.
- 4 - Nenhum objeto solto a bordo; manter qualquer objeto bem fixo e cintos de segurança bem ajustados.
- 5 - Aumentar o RPM.
- 6 - Ajustar a potência para adquirir a melhor velocidade de penetração que varia de acordo com a aeronave.
- 7 - Manter o rumo e jamais tentar voltar.
- 8 - Evitar manobras bruscas que possam agravar os efeitos da turbulência; qualquer correção de oscilação deverá ser feita suavemente; manter a aeronave em função do horizonte artificial que é o instrumento mais importante nestas ocasiões.
- 9 - A altitude de vôo não pode ser corrigida a toda hora pois ocorrem variações de milhares de pés em curto tempo; desde que se esteja voando com segurança sobre a superfície não se deve preocupar com estas variações.

TEMPO TROPICAL

É o tempo que ocorre entre os trópicos, região compreendida entre 25°N e 25°S, de um modo geral.

Ventos em altitude:

Alíseos - até 20.000 ft, entre 20°S e 20°N, com velocidade máxima entre 5.000 pés e 6.000 pés. As velocidades mínimas estão em torno de 20.000 pés.

Contralíseos - entre 5° e 15° de cada hemisfério, acima de 20.000 ft, até 40.000 Ft, opondo-se, em sentido, aos ventos alíseos. Sopram de SW no HN e de NW no HS.

Jatos de Este - acima de 40.000 ft e se propagam até 20°N e 20°S.

Corrente de Berson - acima de 60.000 ft, oscilando entre 6°N e 4°S.

Ventos Krakatoa - acima da tropopausa, entre 15°N e 15°S.

Estações do ano - existem duas estações, que apresentam variações sensíveis de temperatura:

- 1 - estação chuvosa;
- 2 - estação seca.

Precipitação - existem três faixas:

- 1 - **faixa da depressão equatorial** - chuva o ano todo (vale do Amazonas);
- 2 - **faixa dos alíseos** - época chuvosa e quente (verão) e época seca e mais amena (inverno) - litoral nordeste brasileiro;
- 3 - **faixa subtropical de anticiclones** - ausência de chuva o ano todo (ilha Ascensão).

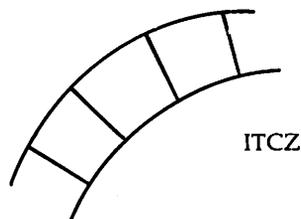
Nebulosidade - A nebulosidade é do tipo CU e CB.

Os cumulus podem ser:

- 1 - **Cumulus alíseos** - nos fluxos dos ventos alíseos; apresentam eixo vertical inclinado a favor do vento, topos mais largos do que as bases; aparecem isolados ou em grupos.
- 2 - **Cumulus doldrums** - na zona de calmaria da depressão equatorial; apresentam eixo normal à superfície e precipitações intensas; suas bases situam-se entre 600 e 700 m, e os topos entre 2.000 e 4.000m; aparecem em grupos.
- 3 - **Cumulonimbus** - os menores têm os topos entre 9.000 e 10.000 m e os gigantes com os topos atingindo 20.000 e 25.000 m. Todos com precipitação intensa.

Fenômenos meteorológicos das latitudes tropicais.

1 - **Zona de convergência intertropical - ITCZ** - Também chamada frente intertropical - FIT, mínimo equatorial ou depressão equatorial. Sua posição anual média é 6°N - latitude chamada equador meteorológico. Atinge 15°N no verão do hemisfério norte e 12°S quando é verão no hemisfério sul. Está situada no cavado equatorial - cinturão de baixas pressões entre os alíseos de NE (hemisfério norte) e alíseos de SE (hemisfério sul).



Simbolo em cor laranja

Na área de convergência, os ventos são de este, fracos, ou zonas de calmaria (doldrums).

O valor médio da pressão é 1.008 hPa. Apresenta-se como uma faixa de CU e CB cujos topos vão além de 12.000 m e altas camadas de CI.

2 - Ondas de este - cavados ou depressões que se deslocam de este para oeste dentro da circulação dos alíseos. São mais comuns no verão, com frequência média de uma a cada 5 dias. É percebida por larga (às vezes 300 km) faixa de bom tempo (nuvens CU). Pouco antes da passagem da onda surgem nuvens médias e, com elas, TCU e CB. O seu deslocamento é lento afetando a região por até 3 dias consecutivos. Pode ter aparência de uma frente fria ativa na zona temperada. Produz precipitação brusca e intensa.

3 - Ondas de oeste - linhas de cortante: cavado em altitude, associado com frente fria intensa, no outono e inverno. É uma linha de CU e CB que produz ventos de rajadas, tempo tempestuoso. A frente fria, à medida que se aproxima das latitudes tropicais, vai pouco a pouco se dissipando, com sua circulação misturando-se com a circulação tropical. É conhecida como fenômeno de "friagem", que atinge o norte do Mato Grosso, Acre, oeste do Amazonas, com baixas temperaturas (quase 0°C).

4 - Inversão dos alíseos - ar muito seco e quente resultante do afundamento mecânico (subsidência) nos anticiclones subtropicais.

5 - Monções - brisas marítimas e terrestres em grande escala e caráter estacional; regime de ventos que inverte sua direção duas vezes por ano:

No inverno - monções de inverno (seca)

No verão - monções de verão (chuva)

Acontece principalmente no sul e sudeste da Ásia.

6 - Ciclones tropicais - nos meses de agosto, setembro e outubro, no hemisfério norte; normalmente formam-se entre 5° a 20°. São denominados macro tempestades (furacão). O diâmetro varia de 90 a 1.600 km. tendo um centro (olho) calmo, com diâmetro que varia de 25 a 50 km; os ventos podem atingir velocidades de 200 kt.

Apresentam 4 estágios:

1 - inicial - formação

2 - intensificação - surge o olho formado por parede de nuvens cumulus.

3 - maturidade - máxima intensidade

4 - dissipação - transformam-se em ciclone extra-tropical, perdendo intensidade.

CÓDIGOS E TIPOS DE PREVISÕES METEOROLÓGICAS

6

METAR - observação meteorológica de superfície usada para fins aeronáuticos internacionais. É horário, feito pelas estações meteorológicas de superfície.

SPECI - Metar realizado em hora especial selecionada (horário diferente das horas cheias), é feito pelas estações de observação meteorológica de superfície.

TAF - previsão de aeródromos (alternativas e terminais), confeccionada por um centro de previsão.

AIREP - condição significativa de tempo encontrada em rota e reportada pelo piloto.

AIREPESPECIAL - informação meteorológica especial proveniente de uma aeronave em vôo (sessão 3 da mensagem de posição).

GAMET - previsão de área em linguagem clara abreviada para vôos em níveis baixos, transmitidas aos CMV das regiões (FIR) e sub-áreas adjacentes.

SIGMET - mensagem de tempo significativos na rota aeronáutica, confeccionado por um centro de previsão.

AIRMET - informação sobre fenômenos meteorológicos observados ou previstos, em rota, que possam afetar a segurança de operações de aeronaves em níveis baixos e que ainda não tenha sido incluída na previsão para a região (FIR) correspondente ou sub-área dela.

VOLMET - divulgação de informações meteorológicas somente para aeronaves em vôo. Dado nas formas doméstica e internacional.

SYNOP - observação meteorológica de superfície executada em horas sinóticas (00:00Z, 03:00Z, 06:00Z,...). Fornece os dados que serão plotados nas cartas sinóticas para fins de análise de tempo.

SHIP - observação meteorológica de superfície realizada a bordo de navio.

PILOT - observação aerológica, que fornece apenas os valores de direção e velocidade do vento superior.

TEMP - observação meteorológica que fornece os valores de direção e velocidade do vento superior, pressão, temperatura e umidade do ar.

RECCO - observação meteorológica de altitude obtida por meio de aeronaves de reconhecimento.

METAR

METAR - designa uma informação de observação meteorológica de Superfície e de rotina, para fins aeronáuticos, segundo os padrões internacionais da Organização Meteorológica Mundial.

Elementos que constituem a mensagem **METAR**:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Local	Dia e Hora	Vento	Visibilidade	Alcance Visual	Tempo Presente da Pista	Nebulosidade
	(8)		}		(9)	
Temperatura do Ar e do Ponto de Orvalho			Pressão ao Nível do Mar para Ajuste do Altimetro (QNH)			

Significado dos grupos:

METAR = nome internacional do código.

LOCAL (1) = indicador de localidade (ICAO); local da observação.

Ex.: SBRJ, SBSP, SBBR.

DIA e HORA (2) = dia e horario (em horas e minutos) oficiais da observação (HORA UTC), seguida de Z (zulu).

VENTO (3) = direção, velocidade e unidade de velocidade do vento.

Direção do vento: é relativa ao Norte Verdadeiro, de 10 em 10 graus inteiros e registrada com 3 algarismos.

Ex.: 080° = 080, 180° = 180.

Vento variável = VRB.

1° - Será codificado VRB somente se:

a) A velocidade for **igual ou menor que 03 kt**

Ex.: VRB02KT.

b) a velocidade for **maior que 03 kt**, mas a direção for impossível de ser matida, quando por exemplo, uma trovoadas estiver sobre o aeródromo.

Ex.: VBR23KT

2º - Se durante os 10 minutos precedentes da observação, a direção do vento variar de 60º ou mais e a velocidade média do vento for maior que 03 kt, as duas direções extremas deverão ser informadas na ordem do sentido dos ponteiros do relógio, com a letra V inserida entre as duas direções.

Ex.: 31015G27KT 280V350.

O vento informado deverá ser a média dos 10 minutos precedentes à hora da observação. Se durante este período tiver ocorrido descontinuidade significativa de no mínimo 02 minutos, os valores médios deverão ser medidos no período pós descontinuidade.

Velocidade do vento - é indicada por 2 algarismos até 99 e por 3 algarismos a partir de 100, sempre seguido da unidade de velocidade (KMH, MPS ou kt). No Brasil o adotado é o kt (nó).

Ex.: 06010KT 280120KT.

≈ O vento calmo será codificado como 00000KT (sempre que a velocidade for menor que 01 nó).

≈ O vento de rajada, quando durante um período de 10 minutos que precede o horário da observação for verificado uma velocidade máxima do vento que exceda em 10 kt ou mais a velocidade média, será representado da seguinte forma:

Ex.: 12012G20KT;
27008G25KT;
VRB15G30KT.

VISIBILIDADE - será informada de 50 em 50 m até 800 m; de 800 m a 5.000 m de 100 em 100 m, e de 5.000 m a 9.999 m, de 1.000 m em 1.000 m. Para visibilidade de 10.000 m (10 km) e acima será usado 9.999 m.

A visibilidade reportada será sempre a menor visibilidade observada, em quatro algarismos.

Ex.: 5000, 0250, 0150, 3500.

Notas:

1- Quando a menor visibilidade for inferior a 5000 m e houver variações direcionais de no mínimo 50% desta visibilidade mínima, será informada a visibilidade mínima e o setor em que ela está ocorrendo.

Ex.: 3000 SE.

2- Quando a visibilidade mínima for menor que 1500 m e houver, em outra direção, visibilidade maior que 5000 m, esta deverá ser informada.

Ex.: 1200S 6000N
0400SW 8000NW.

ALCANCE VISUAL DA PISTA (RVR) = é usado em aeródromos que operam com pouso e decolagem de precisão.

R = indicativo do grupo; a seguir vem o número da cabeceira de pista para a qual é fornecida a visibilidade, pode ser seguida de L, C ou R (esquerda, central ou direita) quando houver pistas paralelas.

Ex.: R12L/, R08C.

Após, vem a visibilidade que ocorre na cabeceira da pista. Este grupo será incluído na mensagem sempre que:

- 1º) a visibilidade estimada e registrada for menor que 1500 m; ou
- 2º) o alcance visual da pista for menor que 1500 m.

Poderá ser utilizada uma tendência para o RVR, quando for notada:

- tendência de aumento da visibilidade “U”;
- tendência de diminuição da visibilidade “D”;
- não houver tendência em relação à visibilidade “N”.

Ex.: R08/1200 D; R10/0600 U; R20/1000 N.

OBS.: Quando a visibilidade relatada for menor que 1500 m e o valor do RVR for maior que o máximo que pode ser medido, o RVR será informado como P 1500.

Ex.: R10/P 1500.

Quando o RVR for abaixo do menor valor que pode ser medido, o RVR será informado como M, seguido pelo mínimo que pode ser medido

Ex.: R15/M 0050.

TEMPO PRESENTE = fenômeno de tempo presente significativo.

É composto, em geral, de um único fenômeno, podendo, entretanto, ser relatado com até três fenômenos, no máximo.

O TEMPO PRESENTE terá sempre um qualificador de intensidade ou descritor à frente do fenômeno que está ocorrendo.

Quantificador de intensidade:

Sinal (–): indica intensidade leve.

Sinal (+): indica intensidade forte.

Sem sinal: indica intensidade moderada ou não relevante.

Quantificador de proximidade ou vizinhança: VC – é considerada vizinhança a área num raio de 8 km.

Ex.:

VCSH = pancada nas vizinhanças (precipitação, sem descrição do tipo).

VCFG = nevoeiro nas vizinhanças (visibilidade inferior a 1000 m).

VCSS = tempestade de areia nas vizinhanças.

VCDS = tempestade de poeira nas vizinhanças.

Descritores: para descrever o fenômeno.

MI = BAIXO (visibilidade acima de 2 m de altura é igual ou superior a 1000 m e, abaixo de 2 m de altura, inferior a 1000 m).

Ex.: MIFG = nevoeiro baixo.

PR = PARCIAL (parte substancial do aeródromo coberta por nevoeiro, enquanto outra parte permanece clara).

Ex.: PRFG = nevoeiro parcial.

BC = BANCO (a visibilidade é inferior a 1000 m e, nos arredores do aeródromo é igual ou superior a 1000 m). O banco de nevoeiro se estende acima de 2 m de altura.

Ex.: BCFG = banco de nevoeiro.

SH = PANCADA (para qualificar forma de precipitação).

Ex.: SHRA = pancada de chuva; SHSN = pancada de neve.

TS = TROVOADA (trovoadas com ou sem precipitação). Quando usado isoladamente. TS significa trovoada sem precipitação.

Ex.: TS = trovoada; TSRA = trovoada com chuva; TSGS = trovoada com granizo leve.

Fenômenos de Tempo Presente

a) Precipitações

DZ = DRIZZLE = chuvisco

RA = RAIN = chuva

GR = HAIL = granizo (diâmetro das maiores pelotas for de 5 mm ou mais)

GS = SOFT HAIL = granizo leve (usado em todos os outros casos)

SN = SNOW = neve

SG = SNOW GRAINS = grãos de neve

b) Obscuredores

FG = FOG = nevoeiro (visibilidade inferior a 1000 m)

HZ = HAZE = névoa seca (visibilidade igual ou menor que 5000 m, umidade relativa do ar menor que 80%)

FU = SMOKE = fumaça (visibilidade igual ou menor que 5000 m)

BR = MIST = névoa úmida (visibilidade entre 1000 e 5000 m, inclusive, umidade relativa do ar de 80% ou mais)

DU = DUST = poeira (visibilidade igual ou menor que 5000 m)

SA = SAND = areia (visibilidade igual ou menor que 5000 m)

c) Outros fenômenos

FC = FUNEL CLOUD = nuvem funil – tornado ou tromba d' água

PO = DUST/SAND = poeira ou areia em espirais bem definidas

SQ = SQUALL = tempestade

SS = SAND STORM = tempestade de areia

DS = DUST STORM = tempestade de poeira

Ex.: VCFG; – SHRA; + TSGR; MIFG; + RASN; – DZSN; TS; BLSN;

TSRA.

NEBULOSIDADE

A quantidade das nuvens é obtida visualmente por estimativa em oitavos e codificadas da seguinte maneira:

FEW = POUCO = 1 a 2 oitavos.

SCT = ESPARSO = 3 a 4 oitavos.

BKN = NUBLADO = 5 a 7 oitavos.

OVC = ENCOBERTO = 8 oitavos.

Camadas: a codificação das nuvens será da mais baixa para a mais alta.

1ª Camada = a mais baixa, independente de qualquer quantidade.

2ª Camada = a próxima, em altura, com mais de 2/8.

3ª Camada = a seguinte, com mais de 4/8.

4ª Camada = grupo adicional = TCU ou CB, com qualquer quantidade, quando não puder ser enquadrado nos casos anteriores.

ALTURA DAS NUVENS

A altura será informada em unidades de 30 m ou centenas de pés até o máximo de 10.000 pés.

Exs.: FEW005, FEW010CB, STC020, BKN100, SCT0252TCU.

OBS.:

1- Em estações de montanha, quando as nuvens estão abaixo do nível da estação é utilizado um grupo de 3 barras (///) após a quantidade de nuvens.

Ex.: BKN///; OVC///.

2- Com o céu obscurecido, devido a fenômenos como nevoeiros, névoas, precipitações ou tempestades, será usado o grupo de visibilidade vertical.

Ex.: VV001 = visibilidade vertical de 100 pés ou 30 m.

VV/// = impossibilidade de se avaliar a visibilidade vertical.

CAVOK = significa “Ceiling and Visibility OK” e é utilizado no METAR, em substituição à visibilidade, RVR, Tempo Presente e nebulosidade, desde que ocorram, simultaneamente, as seguintes condições:

1 - Visibilidade for de 10 km ou mais.

2 - Nenhuma nebulosidade abaixo de 1500 m (5000 pés) ou abaixo da altitude mínima do setor mais elevado, qualquer que seja a maior e sem CB.

3 - Ausência de:

- ☁ precipitação;
- ☁ trovoadas;
- ☁ tempestade de areia;
- ☁ tempestade de poeira;
- ☁ nevoeiro baixo;
- ☁ areia soprada;
- ☁ poeira soprada;
- ☁ neve soprada;
- ☁ nuvem funil (tornado ou tromba d'água);
- ☁ cinzas vulcânicas.

TEMPERATURA DO AR E DO PONTO DE ORVALHO

São representados em graus Celsius (centígrados) inteiros.

Ex.: $21,5^{\circ} = 22^{\circ}$; $21,4^{\circ} = 21^{\circ}$.

Os valores situados entre $+9^{\circ}$ e -9° serão precedidos de zero (0) e as temperaturas negativas serão precedidas por (M).

Ex.: $9^{\circ}\text{C} = 09$; $-9^{\circ}\text{C} = \text{M}09$; $-3^{\circ}\text{C} = \text{M}03$.

PRESSÃO AO NÍVEL DO MAR PARA AJUSTE DO ALTÍMETRO – QNH

São informados na unidade HECTOPASCAL (hPa) em valores inteiros, com quatro algarismos e precedidos da letra Q.

Quando houver parte decimal, será sempre arredondado para o valor inteiro imediatamente abaixo.

Ex.: $1021,9 \text{ hPa} = \text{Q}1021$
 $1018,7 \text{ hPa} = \text{Q}1018$

Para valores inferiores a 1000 hPa, o valor numérico será precedido do número zero (0).

Ex.: $975,6 \text{ hPa} = \text{Q}0975$.

OBS.: Apesar de não ser o caso do Brasil, poderá também ser usada a unidade “Polegada de mercúrio” para informar o QNH. Neste caso, o valor numérico será precedido da letra A.

Ex.: A 2992 ou A 3025.

INFORMAÇÕES SUPLEMENTARES

Para divulgação internacional deverão ser usadas apenas informações sobre fenômenos de tempo recente de significação operacional e cortantes do vento à baixa altura, ou seja, abaixo de 500 m ou 1600 pés.

O Brasil adotou somente estas duas informações suplementares que poderão ser incluídas na mensagem METAR.

1 - Fenômeno de tempo presente durante a hora precedente: RE.

O fenômeno relatado deverá ter ocorrido durante a hora anterior, nunca na hora da observação (10 minutos precedentes).

Serão usadas as letras “RE” precedendo a abreviatura do fenômeno.

Este grupo somente se relaciona com os seguintes fenômenos:

- ☁ precipitação congelante;
- ☁ precipitação moderada ou forte (inclusive pancadas);
- ☁ neve soprada, moderada ou forte (inclusive tempestade de neve);
- ☁ tempestade de poeira;
- ☁ tempestade de areia;
- ☁ trovoadas;
- ☁ nuvem funil (tornado ou tromba d'água);
- ☁ cinzas vulcânicas.

Nota - Não são requisitados os indicadores de intensidade ou característica da precipitação.

Ex.: Trovoadas 20 minutos antes do período de observação com pancadas de chuva forte na hora da observação, será codificado como **RETS**.

2 - Informação de cortantes do vento à baixa altura: WS (Wind Shear).

Ex.: WS RWY12.

WS RWY34.

WS ALL RWY.

Nota: Uma informação de tesoura de vento proveniente de uma aeronave, será reportada em todas as mensagens METAR/SPECI, até o próximo informe regular.

Para divulgação nacional, e com finalidade de apoio às operações de helicópteros, as estações meteorológicas aeronáuticas localizadas em plataformas

marítimas, darão informações do estado do mar e temperatura da superfície do mar. Tais informações serão colocadas no final da mensagem.

Ex.: MAR ALTO.

MAR MUITO AGITADO.

A temperatura da superfície do mar deverá ser informada tão logo tais estações disponham de equipamento apropriado, precedida da letra T, em graus Celsius.

Ex.: T18 (indica 18°C).

TM02 (indica -02°C).

No METAR:

METAR SBGP 161000Z 31025KT 9999 BKN017 OVC080 22/20 Q1012 REDZ MAR AGITADO T16.

Exemplos de METAR:

METAR SBSJ 101800Z 32020KT 2000 +RA SCT005 OVC100 25/24 Q1020.

METAR SBSP 122000Z 30006KT 3000 SHRA BKN040 TCU 28/25 Q1022.

METAR SBGL 160900Z 24006KT 0800 FG BKN010 OVC080 20/20 Q1017.

METAR SBRF 200900Z 02010KT 9999 SCT020 27/23 Q1020.

METAR SBBH 131700Z 30002KT 4000 26/18 Q1025.

METAR SBGW 052000Z 20006KT CAVOK 23/18 Q1030.

METAR SBGR 151700Z 30020KT 2000 +TSRA SCT005 BKN050CB 21/19 Q1016 WS RWY28.

SPECI

OSPECI (METAR ESPECIAL) segue as mesmas diretrizes do METAR e deverá ser efetuado sempre que houver modificações de importância operacional nas condições de tempo, quer para melhor quer para pior.

Exemplos de SPECI:

SPECI SBGR 201630Z 30020 G 40 KT 0300 + TSRA SCT010 BKN030CB 18/18 Q1005.

SPECI SBGL 020825Z 06002KT 0450 R10/1000D FG VV002 19/19 Q1020.

PREVISÃO TIPO TENDÊNCIA

São previsões anexadas ao METAR ou SPECI e elaboradas, quando solicitadas, por um CMA-1 (Centro Meteorológico de Aeródromo).

O período de validade de uma tendência é de, no máximo, duas horas a partir da hora do boletim.

Indicadores de mudança:

- BECMG – descreve mudanças que se espera sejam alcançadas ou que passem por valores estabelecidos;
- TEMPO – descreve flutuações temporárias de tempo, de ocorrência menores que uma hora cada uma, e que, somadas todas as ocorrências não alcance metade do período total previsto.
- NOSIG – será utilizado quando nenhuma mudança significativa for prevista.

FM (FROM = a partir de)

TL (UNTIL = até)

AT (AT = na hora precisa)

NSW = sem tempo significativo (NO SIGNIFICANT WEATHER)

Ex.: BECMG AT1630 NSW

término do tempo significativo às 1630 UTC.

BECMG FM1100

mudança a partir das 1100 UTC.

TEMPO FM1030

mudança temporária a partir de 1030 UTC.

BECMG FM1030 TL1130

tendência prevista para o período das 1000 às 1200 UTC, com mudança que deverá ocorrer entre 1030 e 1130 UTC.

TEMPO FM1030 TL1130

período de tendência das 1000 às 1200 UTC, com mudança temporária entre 1030 e 1130 UTC.

BECMG FM1100 25035G50KT

transformando a partir de 1100 UTC, para 250° com velocidade média de 35 kt e rajadas de 50 kt.

BECMG FM1100 25035G50KT 6000

idem exemplo anterior, acrescentando visibilidade de 6000 m.

BECMG AT1630 NSW

término do tempo significativo as 1630 UTC.

BECMG FM1100 25035G50KT 6000 NSW

idem exemplo anterior, acrescentando sem tempo significativo e céu claro.

TAF**PREVISÃO DE AERÓDROMO (TAF)**

Consiste de uma declaração concisa das condições meteorológicas previstas para um aeródromo, durante um período determinado, devendo conter os seguintes elementos:

IDENTIFICADOR DE MENSAGEM;
 INDICATIVO DE LOCALIDADE DA OACI;
 DIA E PERÍODO DE VALIDADE;
 VENTO A SUPERFÍCIE;
 VISIBILIDADE;
 TEMPO SIGNIFICATIVO PREVISTO;
 NEBULOSIDADE;
 TN e TX;
 GELO;
 TURBULÊNCIA;
 GRUPOS DE MUDANÇAS;
 RMK

GRUPOS DE IDENTIFICAÇÃO

- Identificação de mensagem: TAF
- Indicador de localidade. Ex.: SBSP, SBPA, SBGL...
- Grupo informativo de data e de hora do início e do fim da previsão.
Ex.: 100000/101200.
- Grupo do dia e período de validade da previsão, codificado com seis algarismos. Os dois primeiros significam o dia do início da validade, os outros dois, a hora cheia do início do período de validade do TAF e os dois últimos a hora cheia do término do respectivo período.

Ex.: 100618

No Brasil os TAF's têm o período de validade de 12 horas, sendo substituídos a cada 6 horas. São confeccionados, então, 4 TAF's ao dia: 0012, 0618, 1224 e 1806. Os TAF's de divulgação internacional têm o período de validade de 24 horas.

VENTO DE SUPERFÍCIE

- ☛ Direção, indicada por 3 algarismos, em relação ao norte verdadeiro.
- ☛ Velocidade, indicada por 2 algarismos até 99 kt; para velocidade superior a este valor o grupo será de 3 algarismos.

☛ Se houver rajadas, será adicionada a letra G imediatamente após a velocidade média, seguida do valor da rajada e da unidade de velocidade (kt).

Ex.: 31015G30KT.

VISIBILIDADE

Indicada por 4 dígitos, refere-se à visibilidade horizontal prevista à superfície.

O grupo poderá ser omitido com as condições que dão origem ao termo CAVOK.

As regras para a codificação são as mesmas estabelecidas para o METAR.

Ex.: 8000.

Visibilidade de 8000 m.

CONDIÇÕES DE TEMPO

Usado em conformidade com as regras para a codificação do código METAR.

Este grupo poderá ser omitido, ou dar origem ao termo CAVOK ou, ainda, substituído por NSW (NO SIGNIFICANT WEATHER), quando a condição de tempo deixar de ser significativa.

Ex.: SHRA.

Pancada de chuva moderada.

NEBULOSIDADE

No mesmo formato do código METAR.

FEW – few (pouco) – 1/8 e 2/8.

SCT – scattered (esparso) – 3/8 a 4/8.

BKN – broken (nublado) – 5/8 a 7/8.

OVC – overcast (encoberto) – 8/8.

Para a informação da quantidade de nuvens prognosticadas.

A altura da base das nuvens é informada por três dígitos, em centenas de pés.

As nuvens Cumulonimbus (CB) poderão ser incluídas imediatamente após o grupo da altura.

Quando for previsto céu obscurecido será utilizado o grupo de visibilidade vertical: VV, seguido do valor da visibilidade vertical, em centenas de pés.

NSC = sem nuvens significativas; não poderá ser utilizada com a previsão de CB. Somente as nuvens CB serão indicadas, passando o grupo a ter oito dígitos.

Ex.: SCT005 SCT018 BKN025 SCT010CB.

GRUPO DE TEMPERATURA

Indicará a temperatura prognosticada para a hora indicada; é iniciado por TX = Temperatura maXíma e TN = Temperatura míNima, seguido pela temperatura prevista e a hora da previsão. Temperatura entre -9°C e 9°C serão precedidas de 0; temperaturas negativas serão precedidas da letra "M" (minus).

Ex.: TX28/1815Z, TN20/1806Z, TNM04/2405Z, TX10/1214Z.

GRUPO DE INDICAÇÃO DE MODIFICAÇÕES DAS CONDIÇÕES DE TEMPO

1- VARIAÇÕES ou FLUTUAÇÕES

– **TEMPO** (temporariamente): indica as variações intermitentes e temporárias das condições de tempo que são esperadas durarem menos que uma hora em cada situação e, somadas, deverão ocorrer no máximo até a metade do período de validade do TAF.

TAF SBCT 101200/111200 24003KT 9999 SCT015 T20/00Z TEMPO 1018/1024 4000 +SHRA BKN012.

Condições previstas para o período das 18Z às 24Z:

Visibilidade: 4000m.

Condições de tempo: pancadas de chuva forte.

Nebulosidade: 5 a 7 oitavos com base a 1200 pés.

– **PROB** (probabilidade): indica as variações intermitentes *prováveis* nas condições de tempo que deverão ocorrer no máximo até a metade do período de validade do TAF. Por recomendação do ICAO somente serão utilizadas as probabilidades de 30% e 40%.

Ex.: TAF SBSP 051200 / 052400 25004KT 3000 BR BKN006 PROB40 0519 / 0522 0400 FG VV001.

Condições previstas para o período entre 19Z e 22Z:

Visibilidade: 400m.

Condições de tempo: nevoeiro.

Teto (visibilidade vertical): 100 pés.

OBS.: As condições de tempo previstas pelos grupos TEMPO e PROB voltam às condições anteriores após o término do período de validade destas variações.

2- MUDANÇAS

– **FM** (FROM): a partir de mudanças significativas nas condições de tempo. As novas condições de tempo previstas após o FM substituirão as anteriores dadas antes deste grupo:

Ex.: TAF SBCT 081200/0812400 34015KT 8000 SHRA SCT005 BKN025 SCT015CB 081830/082400 30012KT 4000 + SHRA BKN020.

As condições de tempo previstas após 1830Z até 2400Z são:

Vento: 30012KT.

Visibilidade: 4000m.

Condições de tempo: pancadas de chuva forte.

Nebulosidade: 5 a 7 oitavos com base a 2000 pés.

– **BECMG** (BECOMING) = indica mudança lenta para novas condições de tempo que deverão permanecer após o período previsto de mudança.

O período de mudança BECMG é de no máximo 4 horas, excepcionalmente, poderá se estender até 6 horas, normalmente não excederá de 2 horas.

Ex.: TAF SBGL 101200/111200 29015G30KT 6000 SHRA BKN020 BECMG 0002 3000 BKN012.

As mudanças estão previstas ocorrerem das 1000 / 1102.

As condições relatadas após BECMG prevalecerão até o final do período da mensagem.

As condições previstas das 02Z às 12Z são:

Vento: 29012G30KT.

Visibilidade: 3000m.

Condições de tempo: pancadas de chuva moderada.

Nebulosidade: 5 a 7 oitavos com base a 1200 pés.

RMK (REMARKER) = introdução do indicativo operacional no TAF do código de 3 letras do previsor que confeccionou o referido TAF.

EMENDAS DO TAF ORIGINAL

Se o TAF original necessitar de correções (emendas) estas serão indicadas pela colocação da abreviatura AMD após a sigla TAF. A nova mensagem cobrirá o restante do período de validade do TAF original.

Ex.: TAF AMD SBGR 191730Z 191803...

Os critérios de emendas do TAF são estabelecidas por alterações de valores significativos para as operações com respeito a:

- Vento de superfície.
- Visibilidade.
- Condições de tempo.
- Nebulosidade.
- CAVOK.

AIREP e AIREP ESPECIAL

AIREP - Informação meteorológica regular proveniente de uma aeronave em vôo (sessão 3 da mensagem de posição).

A notificação de posição se fará em formulários de aeronotificação (AIREP) quando uma aeronave em rota tenha que informar condições meteorológicas em pontos ou horas previstos como fixos obrigatórios.

A mensagem de posição compõe-se de 3 sessões:

Sessão 1 - informações de posição da aeronave.

Sessão 2 - informações operacionais.

Sessão 3 - informações meteorológicas.

A sessão 3 é obrigatória em todos os fixos indicados nas cartas de radionavegação da AIP-BRASIL, onde estiver impressa a abreviatura MET, nos vôos realizados acima do FL 100 e nos casos de AIREP especial. A sessão 3 não é obrigatória para vôos de duração inferior a trinta minutos, ou quando a aeronave estiver a uma distância inferior a uma hora de vôo do próximo pouso.

A aeronotificação de rotina que contém a sessão 3 será notificada em formulário AIREP; esta informação levará o designador "ARP".

A aeronotificação conterá os seguintes elementos:

Sessão 1 - informações de posição:

- a) identificação da aeronave,
- b) posição,
- c) hora,
- d) nível de vôo ou altitude,
- e) próxima posição e hora de sobrevôo;

Sessão 2 - informação operacional:

- f) hora prevista de chegada,
- g) autonomia;

Sessão 3 - informação meteorológica:

- h) temperatura do ar,
- i) vento instantâneo ou vento médio e posição respectiva,
- j) turbulência,
- k) formação de gelo na aeronave,
- l) informação suplementar.

As mensagens de posição são exigidas pelo ACC ou interessados:

- a) sobre os pontos de notificação obrigatória (fixos compulsórios) previstos nas cartas de radionavegação da AIP-BRASIL em vigor, ou imediatamente após passá-los;

- b) em rotas não definidas por pontos de notificação especificados as aeronaves transmitirão a sua posição após a primeira hora de voo e depois, a intervalos de uma hora;
- c) quando julgar necessárias à segurança de tráfego aéreo;
- d) no cruzamento de limite lateral de área de controle ou região de informação de voo;
- e) quando houver condições meteorológicas que exigem “AIREP ESPECIAL”.

AIREP ESPECIAL: Informação meteorológica especial proveniente de uma aeronave em voo (sessão 3 da mensagem de posição).

Mensagem de posição destinada a informar condições meteorológicas perigosas à navegação aérea: área de trovoadas, ciclone tropical, linha de instabilidade forte, turbulência forte, saraiva forte, formação de gelo forte, ondas orográficas acentuadas, tempestade extensa de poeira ou areia.

A mensagem AIREP SPECIAL leva o designador “ARS”.

Exs.:

ARPPT IZT IL 40 F 110 SV 16 ETA SBRF 1510 0350 MS2 100/20
TURB MOD BKN.

ARPFAB 2010 UP00 F090 DN30 ETA SBLO 55 0430 PS05 030/10
TURB LEV SCT.

ARS PP SRR ME 35 F 110 CP MS 1 VRV/35 TURB SEV TS.

VOLMET**CÓDIGO VOLMET
(VOLMET CODE)**

1 FORMA DOMÉSTICA (DOMESTIC FORM)	2 FORMA IN- TERNACIONAL (INTERNA- TIONAL FORM)	3 CONDIÇÕES DE TEMPO (PRESENTE WEATHER)	4 LIMITES CONSIDERADOS (CONSIDERATE LIMITS)
Cavok	Cavok	Ausência de precipitação ou tormenta No precipitation of storm	Visibilidade 10 km ou mais e nenhuma nebulosidade abaixo de 1500 m Visibility 10 km ou more and no clouds below 5000 ft
Aberto	Open	Boas condições de tempo Good weather conditions	Visibilidade entre 5000 m e 10 km – teto entre 450 m e 1500 m Visibility between 5000 m and 10 km – cloud bases between 450 m and 1500 m
Operacional	Operational	Céu encoberto, base de nuvens baixas Overcast, low cloud bases	Visibilidade entre 3200 m e 5000 m – teto entre 250 m e 450 m Visibility between 3200 m and 5000 m – cloud bases between 250 and 450 m
Marginal	Marginal	Condições adversas de tempo, com precipitação ou névoa Bad weather with precipitation, fog or haze	Visibilidade inferior a 3200 m – teto abaixo de 250 m Visibility below 3200 m – cloud bases below 250 m
Fechado	Closed	Condições péssimas de tempo com precipitação forte, nevoeiro ou fumaça Bad weather severe precipitation, fog or smoke	Condições abaixo dos mínimos especificados para operações por instrumentos. Weather conditions below minima for IFR operations

OBSERVAÇÃO:

A condição "MARGINAL" é relatada por meio de previsão para pouso completo, seguida da última observação à superfície (informe MET).

REMARKS:

"MARGINAL" condition is reported as a complete landing forecast followed by weather information.

TIPOS DE PREVISÃO

As previsões meteorológicas para fins aeronáuticos poderão ser dos seguintes tipos:

- a) PREVISÃO DE ÁREA;
- b) PREVISÃO DE ROTA;
- c) PREVISÃO DE AERÓDROMO (TAF);
- d) PREVISÃO PARA POUSO;
- e) PREVISÃO PARA DECOLAGEM;
- f) PREVISÃO PARA AERONAVE SUPERSÔNICA DE TRANSPORTE;
- g) PREVISÃO DE ÁREA (GAMET);
- h) PREVISÕES ESPECIAIS;
- i) AVISO DE AERODROMO;
- j) SIGMET;
- k) AIRMET;
- l) AVISO DE CORTANTE DO VENTO ; e
- m) EMENDA DE PREVISÃO.

PREVISÃO DE ÁREA - ÁREA FCST

1- As previsões de área de vento e temperatura em altitude serão elaboradas pelo WAFC Washington, o qual deverá transmitir para o RAFC BR as informações necessárias à composição das cartas com esse tipo de previsão, para a área de cobertura do RAFC BR (Centro Regional de Previsão de Área - Brasília).

2 - A previsão de área, de tempo significativo, será confeccionada 4 (quatro) vezes por dia sendo válida para 0000, 0600, 1200, 1800 UTC, devendo ser difundida até 12 (doze) horas antes da hora da respectiva validade.

A previsão de área de tempo significativo elaborado pelo RAFC-BR refere-se a uma área compreendida entre os paralelos 12°N e 35°S e os meridianos 25°W e 130°W (ÁREA DE RESPONSABILIDADE).

Deverão ser confeccionadas pelo RAFC -BR previsões de área de forma que abranjam as seguintes camadas:

- a) camada compreendida entre os níveis de vôo de 100 a 250;
- b) camada compreendida entre os níveis de vôo 250 e 450;
- c) camadas compreendidas entre os níveis de vôo 450 e 600 para os vôos de aeronaves supersônicas, quando previsto em acordos regionais, neste caso deverá ser feita uma combinação desta com a camada prevista em " b". Esta previsão só será confeccionada quando solicitada.

PREVISÃO DE ROTA

A previsão de rota deverá ser elaborada pelos Centros Meteorológicos, baseadas nas previsões de áreas emitidas pelo RAFC-BR, de acordo com o vôos de suas responsabilidades.

PREVISÃO PARA POUSO

Previsão para pouso tipo completa consiste em uma declaração concisa das condições meteorológicas previstas para um determinado aeródromo e deverá conter os seguintes elementos:

VENTO DE SUPERFÍCIE;
VISIBILIDADE;
CONDIÇÕES DE TEMPO;
NUVENS.

A previsão para pouso tipo completa será confeccionada mediante solicitação, para atender planejamento durante o vôo de uma aeronave que esteja a menos de 2 (duas) horas para pouso no aeródromo.

A previsão para pouso tipo tendência consistirá de uma observação regular ou especial, a qual o previsor agregará uma declaração concisa da tendência prevista das condições meteorológicas. Essa declaração será expressa a partir do grupo de variação

A previsão para pouso tipo tendência será confeccionada sempre que houver uma observação regular ou especial, por acordo estabelecido entre o CMA-1 e os órgãos de tráfego aéreo local, sendo que o período do de validez será de 2 (duas) horas e o início do período será a hora da observação.

PREVISÃO PARA DECOLAGEM

A previsão para decolagem será preparada pelos CMA-1, será fornecida no máximo até 2 (duas) horas, antes do horário previsto para decolagem.

A previsão para decolagem só será confeccionada mediante solicitação e se relacionará somente ao aeródromo onde estiver localizado o centro que recebeu a solicitação.

A previsão para decolagem deverá referir-se a um período especificado, considerando a hora prevista para decolagem e deverá conter informações concisas de condições meteorológicas previstas com relação à pista de decolagem, no que diz respeito a vento de superfície, temperatura, pressão, inversão pronunciada de temperatura e outros elementos julgados necessários de acordo com o local.

PREVISÃO PARA AERONAVE SUPERSÔNICA

Será confeccionada pelo CMA-1, mediante entendimentos entre o chefe do referido centro e o usuário.

A previsão para aeronave supersônica de transporte será confeccionada para a saída e chegada da aeronave. A previsão para a saída constará de **três fases** (subida, aceleração transônica e cruzeiro) e para a chegada constará de **duas fases** (desaceleração transônica e descida).

A previsão para a saída será confeccionada **2 (duas) horas** antes da hora prevista para decolagem. A previsão relativa a fase cruzeiro será recebida do RAFC -BR, **mediante solicitação prévia**.

A previsão para chegada de aeronave supersônica deverá ser confeccionada pelo CMA-1 que estiver localizado no aeródromo de destino, ou em aeródromo de sua responsabilidade, com **2 (duas) horas** de antecedência da hora estimada do pouso.

Esta previsão meteorológica para chegada não será incluída na documentação de voo, e deverá ser fornecida ao Centro de Controle interessado contendo: temperatura, vento e altitude, condições de tempo significativo para as fases da aceleração e desaceleração transônica.

O Centro Meteorológico deverá ser informado, com antecedência suficiente, da hora estimada de chegada e da trajetória de descida da aeronave.

Os principais fenômenos a serem relatados nas previsões meteorológicas para aeronaves supersônicas são:

- a) **Para a fase subsônica** – As mesmas feitas para jatos comuns e os níveis de inversão de temperatura.
- b) **Para a fase de aceleração transônica** – Informações detalhadas com relação a ventos e temperatura, localização e extensão de tempos severos, tais como: turbulência, gelo, precipitação, desenvolvimento vertical e de todos os Cumulonimbus, saraiva e inversões de temperaturas.
- c) **Para a fase de cruzeiro supersônico** – Informações sobre o vento e temperatura em altitude, gradiente horizontal de temperatura, níveis de inversão superior, corrente de jato, turbulência, topos de CB e presença de granizo.
- d) **Para a fase de desaceleração transônica e fase de descida** – Informação sobre turbulência, gelo, precipitação e presença de nuvem Cumulonimbus.

PREVISÃO DE ÁREA (GAMET)

GAMET é uma previsão de área em linguagem clara abreviada para vôos em níveis baixos, para uma região de informação de vôo ou para uma sub-área dela, preparada por uma CMA-1 e intercambiada com os demais CMA-1, e é transmitidas aos CMV das regiões (FIR) e sub-áreas adjacentes.

As GAMET deverão ser intercambiadas entre os órgãos de Meteorologia responsáveis pela divulgação da documentação de vôo para níveis baixos na suas regiões de informação de vôo.

Nas previsões de área para vôos nos níveis baixos intercambiadas entre os CMA-1 e transmitidas para os CMV, para dar suporte a emissão da informação AIRMET, será usada a linguagem clara abreviada e a previsão **deverá ser preparada como uma Previsão de Área GAMET** com período de validade de **6 horas** iniciando-se nos horários 00, 06, 12 e 18 UTC, empregando-se as abreviaturas aprovadas pela **ICAO** e valores numéricos. As previsões de área deverão ser emitidas para cobrir a camada entre o solo e o nível de vôo 100 ou até o nível 150, nas regiões montanhosas, e deverá conter informações sobre os fenômenos meteorológicos em rota perigosos para vôos em níveis baixos.

As previsões de área deverão conter as seguintes informações quando necessárias e, quando preparadas no formato GAMET, na ordem indicada:

- a) Indicativo de localidade dos serviços de tráfego aéreo que servem a(s) região(ões) pelo qual a previsão de área para níveis inferiores se refere.
Ex.: "SBRE".
- b) Identificação da mensagem usando a abreviatura "GAMET".
- c) Grupos data-hora indicando o período de validade em UTC.
Ex.: "VALID 220600/221200".
- d) Indicativo de localidade do órgão de meteorologia originador da mensagem, seguido por um hífen para separar o preâmbulo do texto.
Ex.: " SBRF".
- e) Na próxima linha, nome da FIR , ou sub-área desta, para a qual a previsão de área para níveis inferiores está sendo emitida.
Ex.: "RECIFE FIR".

- f) Média do vento de superfície em área extensa, se a velocidade exercer 30kt.
Ex.: SFC WSPD: 10/12 35KT (velocidade média geral do vento de superfície).
- g) Áreas extensas de visibilidade da superfície abaixo de 5000m.
Ex.: "SFC VIS: 06/08 N OF 12 DEG S 3000M".
- h) Tempo significativo, isto é, trovoadas e tempestades de areia ou poeira (exceto para fenômenos que um SIGMET já tiver divulgado).
Ex.: "SIGWX: 11/12 ISOL TS".
- i) Obscurecimento de montanhas.
Ex.: "MT OBSC: MT SERRA DO MAR S OF 22 DEG S OBSC".
- j) Áreas extensas de nebulosidade dispersa (BKN) ou cobertura total (OVC) com altura da base menor que 300m (1000 pés) sobre o solo e/ou qualquer ocorrência de cumulonimbus (CB) sem trovoadas.
Ex.: "CLD: 06/09 OVC 800FT N OF 18 DEG S".
- k) Formação de gelo (exceto para as ocorridas em nuvens convectivas e para formação de gelo severo que se tenha expedido um SIGMET).
Ex.: "ICE: MOD FL080/100".
- l) Turbulência (exceto para aquelas ocorridas em nuvens convectivas e para turbulência severa que se tenha expedido um SIGMET).
Ex.: "TURB: MOD ABV FL090".
- m) Ondas orográficas (exceto para ondas orográficas severas que se tenha expedido um SIGMET).
Ex.: "MTW: MOD ABV FL080 E OF 13 DEG S".
- n) Mensagens SIGMET aplicáveis à FIR ou sub-área desta, pela qual a previsão de área é válida.
Ex.: "SIGMET APPLICABLE: 3 AND 5".

Cada um dos itens de (f) até (n) deverá, quando for o caso, ser incluído na Previsão de Área GAMET começando uma nova linha. Os itens sobre fenômenos não perigosos que são previstos ocorrer, ou aqueles que já estiverem cobertos por um SIGMET, deverão ser omitidos da previsão de área. Quando nenhum fenômeno meteorológico perigoso para vôos em níveis baixos ocorrer e nenhum SIGMET for aplicável, o tempo "HAZARDOUS WXNIL" deverá substituir todos os itens de (f) até (n).

Quando um fenômeno perigoso para vôos em níveis baixos tiver sido incluído no GAMET e a previsão do fenômeno não ocorrer, ou não for mais previsto, uma AMD GAMET deverá ser divulgada, emendando somente o elemento necessário.

EXEMPLO DE PREVISÃO DE ÁREA GAMET

SBRE GAMET VALID 220600/221200 SBRF-
RECIFE FIR
SFC WSPC: 10/12 35 KT
SPC VIS: 06/08 N OF 12 DEG S 3000 M
SIGWX: 11/12 ISOL TS
CLD: 06/09 OVC 800 FT N 18 DEG S
ICE: MOD FL080/100
TURB: MOD ABV FL090
SIGMET APPLICABLE: 3 AND 5

Significado: Uma previsão de área para vôos em níveis baixos (GAMET) divulgada para a FIR Recife (identificada por SBRE Recife Centro de Controle de Área) pelo CMA-1; Recife (SBRF); a mensagem é válida da 0600 UTC às 1200 UTC do dia 22; velocidades dos ventos de superfície: entre 1000UTC e 1200UTC 35KT, visibilidade 0600UTC e 0800UTC 3000 metros ao norte de 12° sul, fenômenos de tempo significativo, entre 1100UTC e 1200UTC trovoadas isoladas sem granizo, nebulosidade, entre 0600UTC e 0900UTC céu encoberto com 800 pés de altura ao norte de 18° sul, formação de gelo: moderado entre os níveis de vôo 080 e 100; turbulência: moderada acima do nível de vôo 090 (no mínimo até o nível de vôo 100); mensagens SIGMET 3 e 5 aplicáveis ao período de validade e sub-área que dizem respeito.

PREVISÕES ESPECIAIS

As previsões especiais constarão de uma descrição concisa das condições meteorológicas das previstas para atenderem casos que não estejam especificados e deverão ser confeccionadas pelos CMA-1, mediante solicitação dos interessados.

O período de validade e a forma de fornecimento serão estabelecidos pelos chefes do Centros Meteorológicos e os interessados, porém, a terminologia, as unidades e escalas empregadas, serão as mesmas utilizadas em outras previsões.

AVISOS DE AERÓDROMO

Avisos de Aeródromo são informações de condições meteorológicas concisas previstas, que possam afetar a segurança das aeronaves no solo (inclusive as que já estejam estacionadas), as intalações e os serviços de aeródromos. Eles serão confeccionados pelos CMA-1 e deverão estar relacionados aos aeródromos de sua responsabilidade.

Os avisos deverão, ainda, conter informações de um ou mais dos seguintes elementos:

- ↗ CICLONE TROPICAL;
- ↗ TROVOADA;
- ↗ GRANIZO;
- ↗ NEVE;
- ↗ PRECIPITAÇÃO CONGELANTE;
- ↗ ESCARCHA;
- ↗ TEMPESTADE DE AREIA;
- ↗ TEMPESTADE DE POEIRA;
- ↗ AREIA OU POEIRA LEVANTADA PELO VENTO;
- ↗ VENTOS E RAJADAS FORTES EM SUPERFÍCIE;
- ↗ TROVOADAS COM AGUACEIRO;
- ↗ GEADAS.

Os Avisos de Aeródromo são mensagens concisas em linguagem clara **não abreviada**, e não deverão ter período de validade maior que 06 horas e, preferencialmente, máximo de 04 horas. Eles deverão ser encaminhados aos órgãos de tráfego aéreo e comunicação locais tais como TWR, APP, ZW e Sala AIS.

Exemplo:

AVISO DE AERÓDROMO VÁLIDO 192000/192400 PARA SBME
PREVISTO VENTO FORTE E RAJADA SUPERFÍCIE 31020/45KT=

SIGMET

A mensagem SIGMET será expedido por um CMV e dará uma descrição concisa em linguagem clara e abreviada relativa à ocorrência prevista de fenômenos meteorológicos na rota, que possam afetar a segurança das operações aéreas e a evolução desses fenômenos no tempo e no espaço.

Os SIGMET são redigidos usando-se as abreviaturas aprovadas pela OACI e valores numéricos que não exijam explicações como complemento. Se for necessário, abreviaturas aprovadas e adequadas, do vocabulário nacional, considerando-se o seu sentido na aviação.

Os SIGMET que contenham informações para aeronaves supersônicas durante vôos transônicos ou supersônicos serão indetificados como **SIGMET SST**, os que tenham informações para aeronaves subsônicas são identificados somente como **SIGMET**.

O período de validade do SIGMET será de 4 (quatro) horas e em casos excepcionais poderá ser de 6 (seis) horas. Deve ser informado pelo termo **VALID**, seguido dos grupos data/hora indicando o começo e o fim do período, com seis algarismos em cada grupo, separados por barra (/).

Ex.: Período de 1215UTC às 1600UTC do dia 22:

Valid 221215/221600.

O SIGMET será cancelado quando os fenômenos deixem de ocorrer ou já não se espere que venham a ocorrer na área.

Formato do SIGMET

O SIGMET conterão as seguintes informações, conforme for necessário e na ordem indicada:

- a) Indicador de lugar da unidade de serviço de tráfego aéreo que presta serviço a região de informação de vôo ou área de controle a que se refira o SIGMET.

Ex.: SBCW.

NOTA: No caso onde o espaço aéreo esteja dividido numa Região de Informação de vôo (FIR) e uma Região Superior de Informação de vôo (UIR), o SIGMET é identificado mediante o indicador de lugar da unidade de serviço de tráfego aéreo que presta serviço à FIR.

Apesar disso, o SIGMET é aplicado a totalidade do espaço aéreo dentro de limites laterais da FIR, quer dizer, FIR e UIR. As áreas especificadas e/ou os níveis afetados por um fenômeno meteorológico que tenha provocado um SIGMET formam parte do texto da mensagem.

b) Identificação da mensagem e número de série.

Ex.: SIGMET 5.

c) Grupos data/hora indicando o período de validade em UTC.

Ex.: VALID 221215/221600.

d) Indicador de lugar do CMV que originou a mensagem seguido de um hífen (-) para separar o preâmbulo do texto.

Ex.: SBCT-.

e) Na linha seguinte, o nome da Região de Informação de Voo (FIR) ou área de controle (CTA) para qual o SIGMET foi emitido.

Ex.: CURITIBA FIR ou CURITIBA CTA.

f) Fenômeno que tenha motivado a emissão do SIGMET e sua descrição.

Ex.: FRQ TS.

g) Indicação se a informação é observada e esperada que continue, usando a abreviatura **OBS** e quando for relevante, a hora da observação em UTC, ou prevista usando a abreviatura **FCST**.

h) Lugar (com referência, se possível, à latitude e longitude e/ou lugares ou características geográficas muito conhecidas internacionalmente) e nível.

Ex.: CURITIBA FIR FCST TS TOPS FL350 S OF 28.0S 45 0W MOV E 20KT NC.

CURITIBA CTA OBS TS SECTOR NW 30NM TOPS FL 350 MOV E 20KT INTSF.

i) Movimento ou movimentos previstos, dado em um dos oito pontos cardeais e colaterais, em nós, ou estacionário (**STNR**).

Ex.: MOV E 20KT.

j) Mudança de intensidade: empregando conforme o caso as abreviaturas "INTSF, WKN ou NC".

Ex.: MOV E 20KT WKN - MOV NE 10KT NC.

EXEMPLO DE SIGMET

SBCW SIGMET 5 VALID 221215/221600 SBCT-
CURITIBA FIR SEV TURB OBS AT 1210 UTC SBFL FL250 MOV
E 20KT WKN.

Significado: O quinto SIGMET emitido para FIR CURITIBA, identificado em linguagem clara por SBCW CURITIBA (Centro de Controle de Área) e pelo SBCT (Centro Meteorológico de Vigilância de Curitiba); a mensagem é válida das 1215UTC até 1600UTC do dia 22; turbulência severa foi observada às 1210UTC sobre o aeródromo de Florianópolis (SBFL) no nível 250; previsto deslocamento da turbulência para este com 20KT, diminuindo de intensidade.

AIRMET

O AIRMET é uma informação sobre os fenômenos meteorológicos observados ou previstos, em rota, que possa afetar a segurança de operações de aeronaves em níveis baixos e que ainda não tenha sido incluída na previsão para vôos em níveis baixos, para a região de informação de vôo correspondente ou sub-área dela.

A informação AIRMET será expedida por um CMV, e dará uma descrição concisa de linguagem clara e abreviada relativa à ocorrência e/ou previsão de fenômenos meteorológicos em rota, que não tenham sido incluídos na previsão de área GAMET, que possam afetar a segurança das operações aéreas e a evolução desses fenômenos no tempo e no espaço. A informação será indicada pela utilização de uma das seguintes abreviaturas, em níveis de cruzeiro abaixo do nível de vôo 100 (ou abaixo do FL150 para áreas montanhosas), conforme o caso e na ordem indicada (o AIRMET será cancelado quando os fenômenos deixem de ocorrer ou já não se espere que venham a ocorrer na área):

- a) Indicador de lugar de serviço de tráfego aéreo que presta serviço à região de informação de vôo ou área de controle a que se refira o AIRMET.
Ex.: SBRE.
- b) Identificação da mensagem e número de série.
Ex.: AIRMET 2.
- c) Grupos data/hora indicando o período de validade em UTC.
Ex.: VALID 221215/221600.

- d) Indicador de lugar do CMV que originou a mensagem seguido de um hífen (-) para separar o preâmbulo do texto.
Ex.: SBRF-.
- e) Na linha seguinte, o nome da Região de Informação de Vôo (FIR) ou sub-área dela para qual o AIRMET foi emitido.
Ex.: RECIFE FIR.
- f) Fenômeno que tenha motivado a emissão do AIRMET e sua descrição.
Ex.: MOD MTW.
- g) Indicação se a informação é observada e esperada que continue, usando a abreviatura "OBS" e quando for relevante, a hora da observação em UTC, ou prevista usando a abreviatura "FCST".
- h) Lugar (com referência, se possível, à latitude e longitude e/ou lugares ou características geográficas muito conhecidas internacionalmente) e nível.
Ex.: OBS 07 DEG S 39 DEG W AT FL080.
- i) Movimento ou movimentos previstos, dado(s) em um dos oito pontos cardeais e colaterais, em nós, ou estacionário (STNR).
Ex.: MOV E 20KT ou STNR.
- j) Mudança de intensidade: empregando conforme o caso as abreviaturas "INTSF", "WKN" ou "NC".
O período de validade de um AIRMET deverá ser, no máximo, de 4 (quatro) horas, e em casos excepcionais poderá ser de 6 (seis) horas.

EXEMPLO DE AIRMET

SBRE AIRMET 2 VALID 221215/221600 SBRF-
RECIFE FIR MOD MTW OBS AT 1205 07 DEG S 39 DEG W
AT FL080 STNR NC.

Significado: Segundo AIRMET expedido para a FIR Recife pelo Centro de Vigilância Meteorológica de Recife (SBRF) desde 0001 UTC do dia 22 do

mês corrente. Esta segunda mensagem é válida de 1215 até 1600 UTC; ondas orográficas moderadas foram observadas às 1205 UTC a 07° sul e 39° oeste no FL 080; as ondas orográficas são previstas permanecerem estacionárias e sem mudanças de intensidade.

AVISO DE CORTANTE DE VENTO (tesoura de vento)

Os Avisos de Cortante de Vento consistem em uma informação concisa da presença observada ou prevista de gradiente de vento, que possa afetar adversamente as aeronaves na trajetória de aproximação ou de decolagem ou durante o procedimento de aproximação, entre o nível da pista e uma altura de 500 metros (1600 pés) acima desta, e aeronaves na pista durante a corrida do pouso ou da decolagem.

Normalmente, cortantes de vento estão associados com os seguintes fenômenos:

- ✦ trovoadas, micro-rajadas, nuvens funil (tornado ou tromba d'água) e frentes de rajada;
- ✦ superfícies frontais;
- ✦ ventos fortes associados à topografia local;
- ✦ frentes de brisa marítima;
- ✦ ondas orográficas (inclusive rotoras de baixo nível na área terminal);
- ✦ inversão de temperatura à baixa altura.

Os Avisos de Cortante de Vento serão preparados em linguagem clara e abreviada. Quando forem confeccionados como previsão, o período de validade será de, no máximo, 2 (duas) horas; caso contrário, os avisos serão divulgados sem período de validade. Eles serão cancelados quando não for previsto ocorrerem ou, após o decurso de duas horas a contar da última informação de aeronave constatando sua experiência.

EXEMPLOS DE CORTANTE DE VENTO

WS WRNG VALID 071200/071600 FOR SBGR
SURFACE WIND 320/10KT WIND AT 60M 360/25KT IN
APCH

WS WRGN FOR SBSP
B 747 REPORTED MOD WS IN APCH RWY 34 AT 5 1510

EMENDAS DE PREVISÃO

Emendas de previsão são correções, preparadas pelo RAFC BR e pelos CMA-1, para previsão de área e de aeródromo, respectivamente.

As emendas de previsão de área, rota e aeródromo deverão conter os mesmos elementos, dispostas na mesma ordem das respectivas previsões expedidas.

As previsões de aeródromo poderão sofrer emendas até terem decorridos no máximo 1/6 de seus períodos de validade.

RADIODIFUSÃO VOLMET

Fornecimento de Informações Meteorológicas para Aeronaves em Vôo

O fornecimento de informações meteorológicas às aeronaves em vôo é feito por meio da radiodifusão VOLMET, a qual é atribuição do CMV.

A radiodifusão VOLMET difunde as informações meteorológicas em linguagem clara mediante solicitação.

Esses informes meteorológicos normais e os especiais somente deverão ser fornecidos à aeronaves que estejam a menos de 2 (duas) horas de vôo da localidade a que se refere.

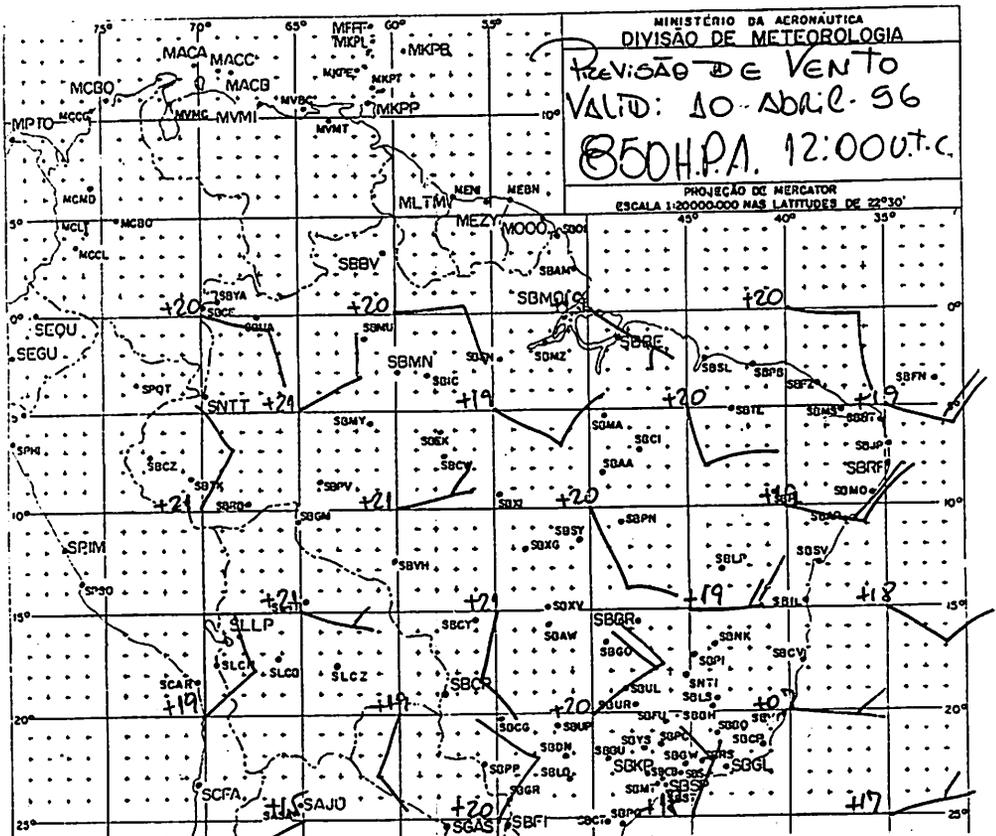
Sempre que for solicitada alguma informação meteorológica através da radiodifusão VOLMET e existir SIGMET e AIRMET na rota dessa aeronave eles deverão ser informados **compulsoriamente**.

A radiodifusão VOLMET realizada pelos CMV, no território nacional, difundirá os seguintes tipos de informações meteorológicas:

- a) **INFORME MET** - São as observações meteorológicas à superfície e as previsões para pouso tipo **Tendência**.
- b) **ESPECIAL** - São as observações meteorológicas à superfície classificadas como **especial**.
- c) **FCST POUSO** - São as previsões para pouso tipo **completo**.
- d) **FCST** - São as previsões de aeródromo (**TAF**).
- e) **AMD FCST** - São as emendas às previsões de aeródromo (**TAF**).
- f) **SIGMET e AIRMET** - São informações sobre condições meteorológicas observadas ou previstas que possam afetar a segurança das aeronaves em vôo.
- g) **AVISO DE CORTANTE DE VENTO** - Este tipo de informação meteorológica será divulgada, para aeronaves que se destinam à trajetória de aproximação, durante o período que essa condição meteorológica perdurar, sendo ela prevista ou observada.

APÊNDICE

INFORMAÇÕES METEOROLÓGICAS



São confeccionadas duas vezes por dia, com validade para: 0000Z e 1200Z.

Para fins aeronáuticos práticos costuma-se usar a seguinte relação:

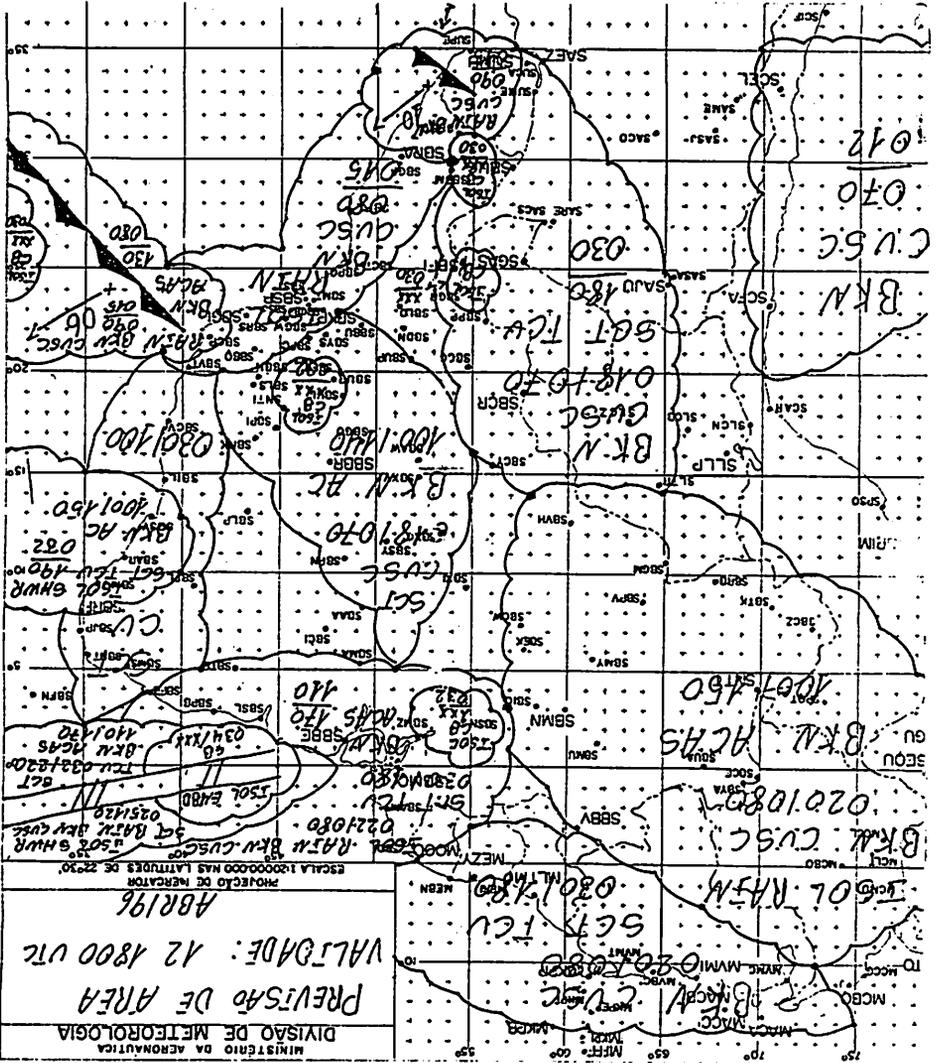
850 hPa-FL 050-1500 m-5.000 pés

700 hPa-FL 100-3000 m-10.000 pés 300 hPa-FL 290/310-9200 m-30.000 pés

500 hPa-FL 180-5600 m-18.000 pés 250 hPa-FL 330/350-10.400 m-34.000 pés

400 hPa-FL 240-7200 m-24.000 pés 200 hPa-FL 370/390-11.800 m-39.000 pés

Com a análise da carta sinótica de superfície e a elaboração da carta prognosticada correspondente, o previsor tem condições de fornecer previsões de tempo significativo a superfície. São confeccionadas quatro vezes por dia, com validade para: 0000Z, 0600Z, 1200Z e 1800Z.



Carta prognosticada de superfície - SIG WX PROG

Com a análise das cartas de ar superior e elaboração das cartas prognosticadas correspondentes, o previsor tem condições de fornecer previsões de vento, temperatura, áreas de convergência, áreas de turbulência, áreas de formação de gelo para os níveis de vôo.

Com a análise do corte vertical da atmosfera o previsor terá elementos para fornecer previsão de áreas de ventos máximos, áreas de ventos mínimos, localização da corrente de jato, turbulência de céu claro, áreas de formação de gelo, localização da tropopausa. Esta análise é feita traçando-se isótagas e isotermas.

TABELA 4678
W'W' - Tempo significativo presente e previsto

Qualificador		Fenômeno de tempo		
Intensidade ou Proximidade 1	Descritor 2	Precipitação 3	Obscurecedor 4	Outros 5
-Leve	MI baixo	DZ chuvisco	BR névoa úmida	PO poeira/areia em redemoinhos bem desenv.
Moderada (sem sinal)	BC banco PR parcial DR flutuante à baixa altura	RA chuva SN neve	FG nevoeiro FU fumaça	SQ tempestade FC nuvem funil (tornado ou tromba d'água)
+ Forte	BL soprada	SG grãos de neve	VA cinzas vulcânicas	
VC nas vizinhanças	SH pancada TS trovoadas FZ congelante	IC cris. de gelo PE gr. de gelo GR granizo GS granizos pequenos e/ou grãos de neve	DU poeira extensa SA areia HZ névoa seca	SS tempestade de areia DS tempestade de poeira

"Os grupos W' W' serão construídos pela consideração das colunas de 1 a 5 da tabela acima, em sequência que contém a intensidade seguida da descrição e pelo fenômeno de tempo."

+ SHRA (pancada forte de chuva).

RESUMO DA TABELA 4678 W'W'

INTERNACIONAL				
Qualif.		Fenômenos de tempo		
I/P	D	PRP	OBC	OUTROS
-		DZ		FC
		RA		SS
		GR		DS
+		GS		
		SN		
		SG		
+	BL	IC		
		PE		
		SN	DU	
+	SH	TS	SA	
		PE		
		GR		
+	MI		FG	
		PR		
		BC		
+	FZ	DR	FG	
		SN	DU	
		SA		
+	SH	DZ	FG	
		RA		
VC				FC DS
			FG	PO SS
		SH		
VC	BL	SN	DU	SQ
		DZ	SA	
		RA	BR	
VC		GR	FU	
		GS	HZ	

BRASIL				
Qualif.		Fenômenos de tempo		
I/P	D	PRP	OBC	OUTROS
-		DZ		FC
		RA		
		GR		
+	SH	GS		
		SN		
		RA		
+	MI	GR		
		TS		
		GS		
+	PR		FG	
		BC		
VC	SH			
			FG	
VC		DZ	BR	PO
		RA	FU	FC
		GR	HZ	SQ
VC		GS		
		SN		

ABREVIATURAS USADAS NAS CARTAS PROGNOSTICADAS DE SUPERFÍCIE

ABREVIATURA	INGLÊS	PORTUGUÊS
ABT	ABOUT	AO REDOR DE... CERCA DE...
ABT	ABOUT	AO REDOR DE... CERCA DE...
ABV	ABOVE	ACIMA... SOBRE...
ACTVTY	ACTIVITY	ATIVIDADE
ACYC	ANTICYCLONE	ANTICLONE
ADVCTN	ADVECTION	ADVEÇÃO
ALG	ALONG	AO LONGO
ALT	ALTITUDE	ALTITUDE
BD	BLOWING DUST	POEIRA SOPRADA
BKN	BROKEN	NUBLADO 5-7/8
BLSA	BLOWING SAND	AREIA SOPRADA
CAT	CLEAR AIR	TURBULÊNCIA EM AR CLARO
	TURBULENCE	
CAVOK	CLEAR SCATTERED CLOUDS AND VISIBILITY GREATER THAN TEN MILLES	CLARO OU NENHUMA NUVEM ABAIXO DE 1 500 M NÃO HÁ PRECIPITAÇÃO NEM TROVOADA E VISIBILI- DADE SUPERIOR A 10 MILHAS
		FRENTE FRIA
CDFNT	COLD FRONT	TETO
CIG	CEILING	NUVEM
CLD	CLOUD	CLARO
CLR	CLEAR	CONVECTIVO
CNVTV	CONVECTIVE	FRIO
COLD	COLD	CICLOGÊNESIS
CYCLGN	CYCLOGENESIS	CICLÔNICO
CYC	CYCLONIC	POEIRA
D	DUST	GRAU
DEG	DEGREE	CHUVISCO
DZ	DRIZZLE	DISSIPAR
DSIPT	DISSIPATE	EMBUTIDO
EMBD	EMBUTED	PREVISÃO
FCST	FORECAST	POUCO
FEW	FEW	NEVOEIRO
FOG	FOG	RAJADA
FLRY	FLURRY	

ABREVIATURA	INGLÊS	PORTUGUÊS
FNT	FRONT	FRENTE
FNTLYS	FRONTOLYSIS	FRONTÓLISE
FNTGNS	FRONTOGENESIS	FRONTOGÊNESE
FROSF	FRONTAL-SURFACE	SUPERFÍCIE FRONTAL
FRZLVL	FREEZING LEVEL	NÍVEL DE CONGELAÇÃO
FT	TERMINAL FORECAST	PREVISÃO TERMINAL
FT	FORT	FORTE
FU	SMOKE	FUMAÇA
GF/GFG/GNDFG	GROUND FOG	NEVOEIRO DE SUPERFÍCIE
GRDL/GRADU	GRADUALYT	GRADUALMENTE
GSTS	GUSTS	RAJADAS
H/HZ	HAZE	NÉVOA SECA
HISTO/A	HAILSTONE	GRANIZO
H	HIGH	ALTA
ICG	ICING	FORMAÇÃO DE GELO
ICGTC	ICING IN CLOUDS	FORMAÇÃO GELO NAS NUVENS
INSTBY	INSTABILITY	INSTABILIDADE
INTMT	INTERMITTENT	INTERMINENTE
INSTLN	INSTABILITY LINE	LINHA DE INSTABILIDADE
INVRN	INVERSION	INVERSÃO
ISOL	ISOLATED	ISOLADO
ITCZ	INTERTROPICAL CONVERGENCE ZONE	ZONA INTERTROPICAL DE CONVERGÊNCIA
JTSTR/JTST	JET STREAM	CORRENTE DE JATO
KT	KNOTS	NÓS
L	LOW	BAIXA
LCL	LOCAL	LOCAL
LN	LINE	LINHA
LXR	LAYER	CAMADA
MIST	MIST	NÉVOA ÚMIDA
MDT	MODERATE	MODERATO
MDV/G	MOVE/ING	MOVER-SE / MOVENDO-SE
MSL	MEAN SEA LEVEL	NÍVEL MÉDIO DO MAR
OBSC	OBSCURE	OBSCURECIDO
OCNL	OCCASIONAL/Y	OCCASIONALMENTE
OCFNT	OCCLUDE FRONT	OCLUSÃO
OVC	OVERCAST	ENCOBERTO 8/8
PCPN	PRECIPITATION	PRECIPITAÇÃO

ABREVIATURA	INGLÊS	PORTUGUÊS
PRMT	PREDOMINANT	PREDOMINANTE
PROB	PROBABILITY	PROBABILIDADE
PROG	PROGNOSTIC	PROGNÓSTICO
QSTNRY	QUASI STATIONARY	QUASE ESTACIONÁRIO
RAIN	RAIN	CHUVA
RPD	RAPID	RÁPIDO
SCT	SCATTERED	(ESPARSO) PARCIALMENTE
		NUBLADO 1-4/8
SFC	SURFACE	SUPERFÍCIE
SHWR	SHOWER	AGUACEIRO
SKC	SKY CLEAR	CÉU CLARO
SQLN	SQUAL LINE	LINHA DE INSTABILIDADE
STNRY	STATIONARY	ESTACIONÁRIO
STM	STORM	TEMPESTADE
TCU	TOWERING CUMULUS	GRANDES CUMULUS
TEMPO	TEMPORARY	TEMPORARIAMENTE
TSTM	THUNDERSTORM	TROVOADAS
TSHWR	THUNDERSHOWER	TROVOADAS C/ AGUACEIRO
WRM	WARM	QUENTE
WRMFNT	WARM FRONT	FRENTE QUENTE
W	WEATHER	TEMPO

- 010** - Circulo polar Antártico encontra-se a:
a) $66^{\circ}33'$ do pólo sul
b) $66^{\circ}33'$ do equador terrestre
c) $23^{\circ}27'$ do equador terrestre
d) $23^{\circ}27'$ do pólo sul
- 011** - As estações do ano originam-se:
a) na rotação da Terra
b) na translação da Terra
c) na maior distância do Sol à Terra
d) devido a eclíptica
- 012** - O valor médio da constante solar é:
a) $1,94 \text{ cal/min/cm}^2$
b) $1,94 \text{ cal/s/cm}^2$
c) $1,94 \text{ cal/cm}^2/\text{min}$
d) $1,94 \text{ cal/cm}^2/\text{s}$
- 013** - O albedo médio da Terra é:
a) 0,35
b) 0,55
c) 0,60
d) 0,75
- 014** - Ozonosfera está situada na:
a) estratosfera
b) camada D
c) exosfera
d) camada F
- 015** - O gradiente térmico médio da troposfera é:
a) $2^{\circ}\text{C}/100 \text{ ft}$
b) $2^{\circ}\text{C}/1000 \text{ m}$
c) $2^{\circ}\text{C}/1000 \text{ ft}$
d) $1^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$
- 016** - O “efeito estufa” ocorre:
a) nos dias claros
b) nos dias com nuvens
c) diretamente para o espaço
d) absorção da radiação solar
- 017** - O ar seco é mais pesado que o ar úmido em virtude:
a) do peso molecular de seus componentes
b) do conteúdo do vapor d'água diminuir com a altitude
c) de o peso de uma molécula de vapor d'água ser maior que o peso de uma molécula de ar seco
d) de sua capacidade de reter o vapor d'água ser de 4% do volume total
- 018** - O processo pelo qual o calor se propaga através do espaço chama-se:
a) condução
b) convecção
c) radiação
d) absorção

- 019** - O ar aquecido próximo a terra torna-se mais quente, mais leve e tende a subir produzindo:
- a) advecção
 - b) convecção
 - c) condução
 - d) radiação
- 020** - A variação vertical da temperatura com altura chama-se:
- a) gradiente adiabático úmido
 - b) gradiente vertical
 - c) gradiente pseudo-adiabático
 - d) gradiente adiabático seco
- 021** - O piloto deve estudar meteorologia para:
- a) ter mais cultura
 - b) melhor utilizar a aeronave com chuva
 - c) saber interpretar as informações sobre o tempo
 - d) saber identificar as camadas da atmosfera
- 022** - No ar atmosférico figuram como componentes variáveis:
- a) oxigênio
 - b) nitrogênio
 - c) vapor d'água e impurezas
 - d) argônio
- 023** - Albedo vem a ser uma relação entre a energia luminosa:
- a) absorvida e a difundida
 - b) refletida e absorvida
 - c) refletida e a difundida
 - d) refletida e a que incide sobre uma superfície
- 024** - A ordem correta das camadas da atmosfera é:
- a) troposfera, estratosfera, tropopausa, exosfera
 - b) troposfera, tropopausa, estratosfera, ionosfera
 - c) estratosfera, tropopausa, troposfera, ionosfera
 - d) troposfera, tropopausa, ionosfera, estratosfera
- 025** - A atmosfera terrestre mantém-se em constante movimentação por efeito exclusivo:
- a) do calor solar
 - b) da radiação terrestre
 - c) da difusão pelas partículas atmosféricas
 - d) da absorção pelos componentes da atmosfera

- 026** - Com relação ao ar úmido, o ar seco é:
- a) mais leve e mais denso
 - b) mais pesado e menos denso
 - c) mais pesado e mais denso
 - d) mais leve e menos denso
- 027** - Entre o ar frio e o ar quente podemos afirmar:
- a) o ar frio é mais leve
 - b) o ar quente é mais seco
 - c) o ar frio é mais pesado
 - d) o ar quente é mais pesado
- 028** - A quantidade do vapor d'água que sobe para atmosfera através da evaporação:
- a) diminui com o aumento da temperatura
 - b) aumenta com o decréscimo da temperatura
 - c) aumenta com o aumento da temperatura
 - d) não varia com a temperatura
- 029** - O ar úmido é uma mistura de ar seco e vapor d'água entre:
- a) 0% e 2%
 - b) 0% e 4%
 - c) 0% e 100%
 - d) 4% e 100%
- 030** - A coloração característica do céu ao nascer e por do sol é resultado da:
- a) difusão da luz solar
 - b) reflexão da luz solar
 - c) absorção da luz solar
 - d) absorção da radiação ultravioleta
- 031** - A razão de queda de temperatura será:
- a) maior nas camadas frias
 - b) menor nas camadas frias
 - c) maior nas camadas quentes
 - d) iguais em ambas
- 032** - A porcentagem de vapor d'água num volume de ar varia entre:
- a) 0% e 4%
 - b) 0% e 10%
 - c) 4% e 10%
 - d) 0% e 100%
- 033** - Um volume de ar quente com a sua capacidade de conter vapor d'água "repleta" chama-se:
- a) ar seco
 - b) ar úmido
 - c) ar saturado
 - d) ar puro
- 034** - Quanto maior a diferença entre a temperatura do ar, e do ponto de orvalho, pode-se dizer:
- a) o ar é mais úmido
 - b) o ar é mais seco
 - c) o ar está se saturando
 - d) poderá ocorrer chuva

- 035 - Aumentando-se a temperatura de um volume de ar, a umidade relativa:
- a) aumenta
 - b) permanece constante
 - c) atinge o valor máximo
 - d) diminui
- 036 - Se atmosfera de determinado local se satura com 120 litros de vapor d'água e tivermos 30 litros a umidade relativa será:
- a) 25%
 - b) 30%
 - c) 40%
 - d) 50%
- 037 - O aumento da temperatura determina:
- a) precipitação
 - b) formação de nuvens
 - c) aumento da densidade do ar
 - d) diminuição da densidade do ar
- 038 - A velocidade do som varia com a temperatura:
- a) diretamente
 - b) inversamente
 - c) depende da aceleração da gravidade
 - d) depende da composição do ar
- 039 - Qual a correspondência:
- a) $10^{\circ}\text{C} = 263^{\circ}\text{K}$
 - b) $10^{\circ}\text{C} = 50^{\circ}\text{F}$
 - c) $10^{\circ}\text{C} = 60^{\circ}\text{F}$
 - d) $10^{\circ}\text{C} = 293^{\circ}\text{K}$
- 040 - Corrente é o movimento:
- a) vertical do ar
 - b) horizontal do ar
 - c) horário do vento
 - d) anti-horário do vento
- 041 - Advecção é o movimento do calor ou ar aquecido:
- a) vertical do ar
 - b) do ar da alta para baixa pressão
 - c) descendente
 - d) horizontal do ar
- 042 - A razão de esfriamento padrão da atmosfera é:
- a) $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$
 - b) $1^{\circ}\text{C}/150\text{m}$
 - c) $1^{\circ}\text{C}/200\text{m}$
 - d) $1^{\circ}\text{C}/250\text{m}$
- 043 - Inversões de temperatura indicam que a temperatura aumenta ao invés de diminuir, com a altura, o gradiente térmico será:
- a) negativo
 - b) isotérmico
 - c) superadiabático
 - d) normal

- 044** - A quantidade de umidade que o ar contém em relação à quantidade máxima que ele poderia conter na mesma temperatura é:
- a) ponto de orvalho
 - b) condensação
 - c) umidade relativa
 - d) umidade específica
- 045** - A passagem do estado líquido para o estado de vapor d'água chama-se:
- a) saturação
 - b) condensação
 - c) evaporação
 - d) sublimação
- 046** - À pressão constante, a temperatura a que o ar deverá ser resfriado para obter saturação chama-se:
- a) ponto de orvalho
 - b) ponto de saturação
 - c) umidade relativa
 - d) umidade absoluta
- 047** - A condensação é produzida pelo acréscimo de umidade ao ar ou pelo seu resfriamento:
- a) vapor d'água passa para líquido
 - b) líquido passa para forma de vapor d'água
 - c) vapor d'água passa para sólido
 - d) sólido passa para vapor d'água
- 048** - Gradiente térmico na tropopausa é:
- a) isotérmico
 - b) negativo
 - c) positivo
 - d) equivale a $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$
- 049** - Calor solar se propaga até a Terra por:
- a) radiação
 - b) condução
 - c) convecção
 - d) advecção
- 050** - A condução do calor é:
- a) máxima nos líquidos
 - b) máxima nos metais
 - c) mínima nos metais
 - d) máxima no ar
- 051** - Gradiente térmico negativo significa:
- a) isoterma
 - b) aumento da temperatura na vertical
 - c) decréscimo de temperatura na vertical
 - d) variação irregular da temperatura

- 052** - Qual a composição do ar atmosférico:
- a) 21% nitrogênio, 78% oxigênio, 1% de outros gases
 - b) 21% oxigênio, 78% nitrogênio, 1% de outros gases
 - c) 21% hidrogênio, 78% oxigênio, 1% de outros gases
 - d) 21% nitrogênio, 78% hidrogênio, 1% de outros gases
- 053** - A propagação do calor de molécula à molécula de um corpo constitui:
- a) radiação
 - b) convecção
 - c) advecção
 - d) condução
- 054** - O termômetro de mercúrio serve para medir a temperatura:
- a) do ponto de orvalho
 - b) potencial do ar
 - c) do ar
 - d) do vapor d' água
- 055** - Linhas isotérmicas são de iguais:
- a) pressões
 - b) declinações
 - c) temperaturas
 - d) velocidades do vento
- 056** - A condensação começa quando:
- a) a temperatura do ar atinge 0°C
 - b) o ar está instável
 - c) o ar está indiferente
 - d) a temperatura do ar atinge a temperatura do seu ponto de orvalho
- 057** - Quanto menor for a diferença entre a temperatura e o ponto de orvalho, que condição de tempo poderá ocorrer:
- a) ar seco, pouca nebulosidade
 - b) nevoeiro
 - c) mau tempo, chuvas
 - d) é indiferente
- 058** - O efeito turbulento na atmosfera caracterizado por agitação vertical é provocado por:
- a) convecção
 - b) radiação
 - c) advecção
 - d) absorção da luz
- 059** - O ar descendo em correntes descendentes se contrai, aquecendo-se e:
- a) aumenta a umidade relativa
 - b) forma nuvens CB
 - c) diminui a umidade relativa dissipando as nuvens
 - d) aumenta o ponto de orvalho

- 060** - À noite, a temperatura do solo diminui por causa da:
a) irradiação
b) convecção
c) condução
d) reflexão
- 061** - A temperatura decresce com a altitude de acôrdo com o gradiente normal de temperatura:
a) 0,5°C para cada 100 m
b) 1°C para cada 100 m
c) 2°C para cada 1000 ft
d) 2°C para cada 1000 m
- 062** - Qual a superfície que conserva mais calor:
a) líquida
b) sólida
c) as duas por igual
d) depende da altitude
- 063** - A temperatura indicada corrigida para o erro de aquecimento dinâmico (fricção) é:
a) IAT
b) BAT
c) CAT
d) TAT
- 064** - Uma área de precipitação na carta sinótica será representada pela cor:
a) azul
b) amarela
c) verde
d) marrom
- 065** - Isoietas são linhas que unem pontos de iguais:
a) ponto de orvalho
b) pressões
c) precipitações
d) temperatura
- 066** - Inversões de temperatura indicam que a temperatura:
a) diminui acentuadamente com a altura
b) diminui com a altura
c) aumenta com a altura
d) não varia com a altura
- 067** - A ionosfera é formada pela:
a) difusão da luz
b) absorção da radiação solar permanente
c) reflexão da radiação solar
d) difusão do calor solar
- 068** - Qual a camada intermediária entre a troposfera e a estratosfera:
a) clorosfera
b) mesosfera
c) tropopausa
d) ozonosfera
- 069** - A mudança do estado físico do vapor d'água ao estado líquido chama-se:
a) saturação
b) ponto de orvalho
c) cristalização
d) condensação

- 070** - O ar ao passar do estado de vapor d'água para o estado sólido sofre o processo de:
- a) saturação
 - b) condensação
 - c) sublimação
 - d) liquefação
- 071** - Isotermas são traçadas a cada:
- a) 10°C
 - b) 5°C
 - c) 2hPa
 - d) 0°C
- 072** - O fator responsável pela restrição à visibilidade é:
- a) difusão
 - b) reflexão
 - c) absorção
 - d) refração
- 073** - Orvalho e geada são produtos da:
- a) evaporação
 - b) condução
 - c) radiação
 - d) advecção
- 074** - O resfriamento da camada inferior da atmosfera pode dar origem a:
- a) frente fria
 - b) frente quente
 - c) instabilidade
 - d) inversão
- 075** - A advecção do ar quente sobre uma superfície fria torna o ar:
- a) mais quente e estável
 - b) mais frio e estável
 - c) convectivo
 - d) mais quente e instável
- 076** - A advecção do ar frio sobre uma superfície quente torna o ar:
- a) mais quente e instável
 - b) mais frio e estável
 - c) mais quente e estável
 - d) mais frio e instável
- 077** - A temperatura do ponto de orvalho é obtida por meio de tabelas após a leitura do:
- a) termômetro
 - b) psicrômetro
 - c) geotermômetro
 - d) termômetro elétrico
- 078** - Temperatura do ar igual a temperatura do ponto de orvalho indica:
- a) cristalização
 - b) evaporação
 - c) sublimação
 - d) saturação
- 079** - As condições da atmosfera padrão ou ISA são:
- a) temperatura 0°C pressão 1013,2 hPa, latitude 45° ao nível do mar
 - b) temperatura 15°C pressão 1012,3 hPa, latitude 45° ao nível do mar
 - c) temperatura 15°C pressão 1013,2 hPa, latitude 40° ao nível do mar
 - d) temperatura 15°C pressão 1013,2 hPa, latitude 45° ao nível do mar

- 080** - "ISA" + 15 significa:
a) 45°C b) 30°C c) 25°C d) 15°C
- 081** - Temperatura padrão para o nível de 8000 pés é:
a) 0°C b) (-1°C) c) 1°C d) 3°C
- 082** - A temperatura de 30°C teremos:
a) ISA+10 b) ISA-15 c) ISA+30 d) ISA+15
- 083** - ISA + 5 para o nível de 7000 pés equivale a:
a) 5°C b) 6°C c) 10°C d) 15°C
- 084** - Cartas de níveis constantes são as que têm:
a) alturas constantes
b) pressões constantes
c) temperaturas constantes
d) umidades constantes
- 085** - ISA ao nível do mar tem o valor de:
a) 15°C b) 10°C c) 0°C d) 20°C
- 086** - Isoípsas são linhas que ligam:
a) pontos de igual temperaturas
b) pontos de iguais altitudes pressões
c) pontos de iguais pressões
d) pontos de iguais velocidades do vento
- 087** - Uma superfície isobárica:
a) se aproxima do NMM num ciclone
b) se afasta do NMM num ciclone
c) se aproxima do NMM num anticiclone
d) se afasta do nível padrão num ciclone
- 088** - Fator "D" crescendo indica que estamos voando para uma:
a) baixa pressão
b) alta pressão
c) baixa pressão com alta temperatura
d) baixa pressão com baixa temperatura
- 089** - O nível de pressão padrão acha-se a 180 pés acima do NMM. Qual o valor aproximado da pressão ao NMM:
a) 1012,3 hPa c) 1016,2 hPa
b) 1013,2 hPa d) 1019,2 hPa

- 090** - A distância vertical que separa uma superfície isobárica do nível de pressão padrão chama-se:
- a) altura
 - b) espessura
 - c) altitude de pressão
 - d) altura padrão
- 091** - O nível de pressão padrão acha-se a 90 pés abaixo do NMM. Qual o valor aproximado da pressão ao NMM:
- a) 1010,2 hPa
 - b) 1012,3 hPa
 - c) 1013,2 hPa
 - d) 1016,2 hPa
- 092** - A pressão atmosférica é exercida:
- a) de baixo para cima
 - b) da direita para a esquerda
 - c) de cima para baixo
 - d) em todos os sentidos
- 093** - Em um cavado as pressões decrescem para:
- a) o centro
 - b) a periferia
 - c) o colo
 - d) a crista
- 094** - Numa crista ou cunha, as pressões:
- a) decrescem para a periferia
 - b) decrescem para o centro
 - c) aumentam para a periferia
 - d) são iguais no centro e na periferia
- 095** - Uma baixa quente em superfície:
- a) apresenta temperaturas mais elevadas na periferia
 - b) aumenta de intensidade com a altura
 - c) diminui de intensidade com a altura
 - d) apresenta pressões constantes em altura
- 096** - As isóbaras são traçadas a cada:
- a) 2 hectopascal, pares
 - b) 2 hectopascal, ímpares
 - c) 3 hectopascal, pares
 - d) 3 hectopascal, ímpares
- 097** - Pressão média ao nível do mar equivale a:
- a) 1013,2 gramas
 - b) 1013,2 mm
 - c) 29,92 pol.
 - d) 1013,2 cm
- 098** - O nível em que o valor QFF é igual ao QFE chama-se:
- a) nível médio do mar
 - b) nível de pressão da estação
 - c) nível de pressão padrão
 - d) nível da altitude da estação

- 099** - A elevação de uma pista é calculada pela diferença entre:
a) QNH e QNE
b) QFF e QNE
c) QFF e QNH
d) QFF e QFE
- 100** - Colo é definido como:
a) garganta entre duas altas e duas baixas pressões
b) prolongamento de uma alta pressão
c) área de uma alta pressão
d) prolongamento de uma baixa pressão
- 101** - Pressão atmosférica é definida como peso por unidade de área:
a) é exercida em todos os sentidos
b) só varia com a temperatura
c) não varia com altitude
d) não varia com a densidade do ar
- 102** - Num aeroporto o valor QFF é 1018,3 hPa e o valor QFE é 1012,3 hPa. A altitude do aeródromo será:
a) 180 pés
b) 210 pés
c) 300 pés
d) 360 pés
- 103** - Um centro de baixas pressões é caracterizado por:
a) afundamento de ar e ventos fortes
b) afundamento de ar e ventos fracos
c) elevação do ar e ventos fortes
d) ar estável e ventos fracos
- 104** - Um centro de alta é caracterizado por:
a) elevação do ar e ventos fortes
b) ar instável e ventos fracos
c) afundamento de ar e ventos fracos
d) afundamento de ar e ventos fortes
- 105** - No colo:
a) os ventos são fortes e invariáveis
b) os ventos são fracos e variáveis
c) os ventos são fracos e invariáveis
d) as altas se opõem às baixas pressões, diretamente
- 106** - Área de alta pressão no hemisfério sul apresenta circulação:
a) anti-horária convergente
b) anti-horária divergente
c) horária divergente
d) horária convergente

- 107** - Ciclone é uma área de pressão:
a) alta b) máxima c) constante d) baixa
- 108** - A pressão decresce com a altitude:
a) 1 hPa para cada 100 m c) 1 hPa para cada 9 m
b) 1 hPa para cada 50 m d) 1 hPa para cada 5 m
- 109** - A diferença entre um “cavado” e uma “crista” é que:
a) as pressões mais baixas se dispõem no centro da crista
b) as pressões mais altas se dispõem na periferia do cavado
c) um cavado é um centro de alta
d) as pressões mais altas se dispõem na periferia da crista
- 110** - A altura da coluna de mercúrio do barômetro fornece o valor chamado:
a) altura da estação c) altitude pressão
b) pressão da estação d) QFF
- 111** - Isóbaras são traçadas:
a) ligando-se valores QFE iguais
b) ligando-se valores QFF iguais
c) a cada 2 hPa, ímpares
d) ligando-se valores de temperaturas iguais
- 112** - Pressão isobárica reduzida ao NMM significa ajuste:
a) do altímetro c) padrão
b) a zero d) da estação
- 113** - Uma linha que une pontos de igual pressão atmosférica, chama-se:
a) isóbara c) isotérmica
b) isoclínica d) isalóbara
- 114** - Qual o fator que não influi na variação da pressão atmosférica:
a) temperatura c) densidade
b) umidade d) visibilidade
- 115** - Os valores máximos de pressão são obtidos entre os seguintes horários:
a) 1500/1800 local c) 0300/0600 local
b) 0900/1200 local d) 0200/0400 local
- 116** - Quantas vezes por dia, normalmente, são traçadas as cartas sinóticas:
a) quatro b) três c) duas d) uma

- 117 - A carta onde se plotam as observações meteorológicas de hora fixa chama-se:
a) eorologia b) altitude c) sinótica d) orografia
- 118 - O fundamento num anticiclone significa:
a) estabilidade no centro
b) instabilidade no centro
c) convergência em níveis inferiores
d) ventos de rajada
- 119 - Cavado é:
a) prolongamento de uma alta pressão
b) prolongamento de uma baixa pressão
c) de origem anticiclônica
d) a região de formação de massas de ar
- 120 - A pressão parcial de oxigênio ao NMM é:
a) 29,92 hPa c) 760 hPa
b) 200 hPa d) 1013,2 hPa
- 121 - Os máximos de pressões sobre as latitudes tropicais ocorrem:
a) na frente intertropical
b) nos cinturões subtropicais
c) na circulação dos alíseos
d) ao longo do equador meteorológico
- 122 - 760 milímetros de mercúrio correspondem a:
a) 29,92 hPa c) 760 hPa
b) 580 hPa d) 1013,2 hPa
- 123 - Anticiclone é uma área de pressão:
a) constante b) alta c) baixa d) mínima
- 124 - Na prática considera-se que a pressão atmosférica varia verticalmente na base de:
a) 1 hPa = 0,30 m c) 1 hPa = 30ft
b) 1 hPa = 30m d) 1 hPa = 0,30 ft
- 125 - Os valores QFF são ligados por:
a) isógonas c) isóbaras
b) isoípsas d) isotermas

- 126 - Pressão atmosférica ao nível do mar quando utilizada para fins aeronáuticos é designada:
- a) QFE b) QNH c) QNE d) ASI
- 127 - Gradiente térmico do ponto de orvalho é:
- a) $0,2^{\circ}\text{C}/100\text{ ft}$ c) $2^{\circ}\text{C}/100\text{ ft}$
b) $0,2^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ d) $2^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$
- 128 - O gradiente térmico de ($1,3^{\circ}\text{C}/100\text{m}$) é:
- a) normal
b) adiabático seco
c) adiabático úmido
d) superadiabático
- 129 - Gradiente adiabático seco é aquele em que a temperatura:
- a) decresce mais lentamente que o gradiente adiabático úmido
b) decresce mais lentamente que o gradiente normal
c) decresce igual ao gradiente normal da atmosfera
d) decresce mais rapidamente que o gradiente normal
- 130 - Se uma parcela de ar ao elevar-se resfria-se de modo igual à temperatura do ar que a envolve, teremos:
- a) equilíbrio estável c) equilíbrio instável
b) equilíbrio neutro d) equilíbrio absoluto
- 131 - O processo em que não é adicionado e nem subtraído calor ao ar que se resfria por expansão e se aquece por compressão chama-se:
- a) adiabático c) térmico
b) meteorológico d) convectivo
- 132 - Nuvens cumulus são formadas a 1.500 metros de altura. Calcular a temperatura convectiva no solo, sabendo-se que a temperatura do ponto de orvalho a 500 metros de altura é 10°C :
- a) 30°C c) 20°C
b) 23°C d) 10°C
- 133 - Uma parcela de ar ao elevar-se encontra-se, num determinado ponto, com sua temperatura mais elevada do que a do ar que a cerca temos, então:
- a) estabilidade absoluta
b) instabilidade absoluta
c) estabilidade neutra
d) formação eminente de nuvens

- 134** - A camada de ar:
1800m.....10°C
200m.....30°C
Apresenta condição de equilíbrio:
a) estável
b) neutro
c) instável
d) indiferente
- 135** - A camada de ar:
200m.....0°C
NMM20°C
Apresenta condição de equilíbrio:
a) estável
b) instável
c) neutro
d) mecânico
- 136** - No FL 070, a temperatura é 10°C. Considerando o mesmo gradiente térmico, se uma aeronave estiver no FL 100, ela estará:
a) acima da altitude verdadeira
b) acima da altitude de pressão
c) abaixo da altitude de pressão
d) no próprio FL 100
- 137** - A temperatura ao nível de vôo 070 é 10°C. Neste caso teremos:
a) altitude de densidade igual à altitude de pressão
b) altitude de densidade maior que a altitude de pressão
c) altitude de densidade menor que a altitude de pressão
d) altitude de pressão maior que a altitude de densidade
- 138** - Condições mais críticas para o vôo, resultando em insegurança de vôo é aquela em que ocorrem:
a) pressões elevadas e temperaturas elevadas
b) pressões elevadas e temperatura baixas
c) pressões baixas e temperaturas elevadas
d) pressões baixas e temperaturas baixas
- 139** - O altímetro de uma aeronave, em nível de vôo com ar mais frio que a atmosfera padrão, apresenta:
a) erro altimétrico para mais
b) erro de indicação para mais
c) erro de indicação para menos
d) erro altimétrico e de indicações para menos

- 140 - A diferença entre a altitude de pressão e a altitude de densidade é considerada como:
- a) fator "D"
 - b) fator "F"
 - c) fator "K"
 - d) índice "K"
- 141 - A altitude pressão corrigida para erro de temperatura do ar chama-se:
- a) altitude densidade
 - b) altitude absoluta
 - c) altitude indicada
 - d) altitude pressão
- 142 - O ajuste do altímetro indica:
- a) altitude de vôo
 - b) altitude pressão
 - c) altitude real
 - d) pressão padrão
- 143 - O ajuste do altímetro (QNH) é necessário para que indique, na aterragem:
- a) a altura da pista
 - b) a altitude verdadeira da pista
 - c) a altitude de pressão
 - d) o nível de vôo da aeronave
- 144 - O ajuste padrão do altímetro, obrigatório é:
- a) QFE
 - b) QNE
 - c) QFF
 - d) QNH
- 145 - Quando uma aeronave ajusta o altímetro para o QFE, temos:
- a) a altura da aeronave
 - b) altitude da aeronave
 - c) altitude densidade
 - d) altitude pressão
- 146 - QNH maior que o QNE significa:
- a) nível padrão abaixo do nível do mar
 - b) nível padrão acima do nível do mar
 - c) nível padrão coincidente com o nível do mar
 - d) é indiferente
- 147 - Um helicóptero está pousado no topo de um edifício de 500 pés de altura, numa cidade de 1.000 pés de altitude. O QNH do local é 1010,2 hPa. Qual a altitude pressão do helicóptero:
- a) 1590 pés
 - b) 1500 pés
 - c) 1410 pés
 - d) 1000 pés
- 148 - Uma aeronave em nível de vôo, tem seu altímetro ajustado para:
- a) QNH
 - b) QNE
 - c) QFF
 - d) QFE
- 149 - Uma aeronave sobrevoa um ponto cujo QNH é 1010,0 hPa. Ela estará:
- a) na sua altitude de pressão
 - b) abaixo de sua altitude de pressão
 - c) acima de sua altitude de pressão
 - d) com erro altimétrico para mais

- 150** - Uma aeronave está pousada numa pista situada a 2.000 pés de altitude. O QNH do local é 1009,2 hPa; o altímetro da aeronave ajustado QNE dá indicação de:
- a) 2.120 pés
 - b) 2.000 pés
 - c) 1880 pés
 - d) ZERO
- 151** - Uma aeronave está voando no FL 060 na direção de uma montanha de 5.800 pés: a temperatura de ar em vôo é (-10°C). A aeronave estará:
- a) em segurança de vôo
 - b) em perigo de colisão
 - c) com erro de pressão para menos
 - d) com erro de temperatura para mais
- 152** - Uma aeronave voando no FL 080 teve seu altímetro ajustado para o QNH do local que era 1018,0 hPa. O altímetro passou a indicar:
- a) FL 060
 - b) FL 080
 - c) FL 090
 - d) nenhum FL
- 153** - Uma aeronave sobrevoa um ponto na altitude de pressão de 3.150 pés. A altitude da pista é 2.000 pés e a altitude de vôo é 3.000 pés. Qual a altura do vôo:
- a) 150 pés
 - b) 1.000 pés
 - c) 1.150 pés
 - d) 2.150 pés
- 154** - A lei de BUYS-BALLOT enuncia que no hemisfério sul, se dermos as costas para o vento, a baixa pressão estará:
- a) ao nosso lado direito
 - b) ao nosso lado esquerdo
 - c) à nossa frente
 - d) à nossa retaguarda
- 155** - O efeito das brisas marítimas e terrestres depende diretamente de:
- a) desnível de temperatura e umidade
 - b) desnível de umidade e massa de ar
 - c) desnível de temperatura e pressão
 - d) desnível de umidade e frente fria
- 156** - Os ventos alísios do hemisfério norte sopram de:
- a) norte
 - b) nordeste
 - c) sul
 - d) noroeste
- 157** - O vento é função:
- a) da diferença de umidade entre 2 pontos
 - b) da diferença de pressão entre 2 pontos
 - c) das nuvens
 - d) da visibilidade

- 158 - Os ventos de brisa são de natureza:
a) geostrófica
b) barostrófica
c) ciclostrófica
d) gradiente
- 159 - São considerados ventos de superfície os que:
a) ocorrem entre a superfície e 600 metros
b) ocorrem entre a superfície e 100 metros
c) começam no nível de gradiente
d) terminam no nível de gradiente
- 160 - O vento que sopra das altas subtropicais para a baixa equatorial é:
a) contra alíseo b) geostrófico c) gradiente d) alíseo
- 161 - A direção normal dos ventos alíseos no hemisfério sul é:
a) sul b) norte c) noroeste d) sudeste
- 162 - O vento é considerado de rajada quando a variação da velocidade for maior que:
a) 20 nós b) 15 nós c) 10 nós d) 5 nós
- 163 - Ventos catabáticos são:
a) os que sopram para baixo num declive
b) locais causados pelas frentes
c) de circulação anti-horária
d) que sopram para cima num vale
- 164 - O vento que sopra livre da camada de atrito, paralelo ao traçado das isoípsas retas chama-se
a) gradiente c) barostrófico
b) anabático d) geostrófico
- 165 - Linhas que ligam ponto de velocidades iguais do vento chamam-se
a) isógonas b) isóbaras c) isotermas d) isótacas
- 166 - A velocidade do vento é medida pelo:
a) anemômetro c) nefoscópio
b) barômetro d) barógrafo
- 167 - Ao voar-se de uma baixa para uma alta pressão, a deriva do avião será para:
a) direita, no hemisfério norte
b) direita e esquerda
c) esquerda, no hemisfério sul
d) direita, no hemisfério sul

- 168** - Uma aeronave com vento de proa no hemisfério sul, estará:
- a) à direita das pressões altas
 - b) à esquerda das pressões altas
 - c) à esquerda das pressões baixas
 - d) com valores D maiores à esquerda
- 169** - Quanto maior for a diferença de pressão, a velocidade do vento será:
- a) menor
 - b) maior
 - c) indiferente
 - d) a mesma
- 170** - A força de Coriolis desvia o vento no hemisfério sul:
- a) para a direita de sua trajetória
 - b) na direção das pressões mais altas
 - c) na direção das pressões mais baixas
 - d) para a esquerda de sua trajetória
- 171** - O efeito de Coriolis é consequência de:
- a) aquecimento solar
 - b) rotação da Terra
 - c) gradiente de pressão
 - d) eclíptica
- 172** - Força do gradiente de pressão é a força que impele o ar da:
- a) baixa para alta pressão
 - b) alta para a alta pressão
 - c) baixa para a baixa pressão
 - d) alta para a baixa pressão
- 173** - A circulação do ar está ligada ao parâmetro:
- a) velocidade
 - b) pressão
 - c) ponto de orvalho
 - d) umidade
- 174** - A circulação numa área de baixa pressão no hemisfério sul é:
- a) convergente-ascendente-NOSE
 - b) convergente-ascendente-NESO
 - c) convergente-descendente-NOSE
 - d) convergente-descendente-NESO
- 175** - Isóbaras mais próximas identificam ventos:
- a) fracos
 - b) fortes
 - c) de superfície
 - d) gradiente
- 176** - Linhas que ligam pontos de direções iguais nas análises do campo horizontal de ventos, chamam-se:
- a) isótacas
 - b) isógonas
 - c) linhas de fluxo
 - d) trajetórias

- 177 - Os ventos ciclostróficos ocorrem nas latitudes:
- a) temperadas
 - b) equatoriais e tropicais
 - c) polares
 - d) subtropicais
- 178 - Nas monções de inverno, o vento:
- a) sopra do continente para o mar
 - b) sopra do mar para o continente
 - c) provoca chuvas intensas
 - d) provoca chuvas esparsas
- 179 - Uma aeronave voando na direção de pressões mais baixas terá:
- a) valores "D" aumentando
 - b) vento da esquerda no hemisfério sul
 - c) vento da esquerda, no hemisfério norte
 - d) vento da direita, no hemisfério norte
- 180 - O efeito do atrito sobre o vento, em média, se faz sentir até:
- a) 2000 m
 - b) 1000 m
 - c) 600 m
 - d) 100 m
- 181 - O efeito da força de Coriolis é:
- a) nulo nos pólos
 - b) nulo no equador
 - c) mais intenso nas latitudes equatoriais
 - d) mais intenso nas latitudes tropicais
- 182 - Os ventos que sopram em superfície das latitudes aproximadas de 20°N e 20°S para o equador chama-se:
- a) alíseos
 - b) geostróficos
 - c) contra alíseos
 - d) gradiente
- 183 - Os ventos alíseos sopram de:
- a) oeste para este
 - b) norte para sul
 - c) este para oeste
 - d) sul para norte
- 184 - Vento geostrófico é o vento que sopra:
- a) paralelo às isoípsas retas, livre de atrito
 - b) paralelo às isoípsas curvas, livre de atrito
 - c) paralelo às isótacas
 - d) paralelo às isalóbaras retas

- 185** - O vento gradiente é resultado do equilíbrio das forças:
- a) centrífuga e do gradiente de pressão
 - b) coriolis, centrífuga e do gradiente de pressão
 - c) coriolis e do gradiente de pressão
 - d) coriolis e centrífuga
- 186** - Quais as forças em equilíbrio no vento geostrófico:
- a) atrito – centrífuga
 - b) Coriolis – centrífuga
 - c) atrito – gravidade
 - d) Coriolis – gradiente de pressão
- 187** - Durante o dia a brisa marítima sopra:
- a) da terra para o mar
 - b) do mar para a terra
 - c) paralelamente à orla marítima
 - d) não há brisa marítima durante o dia
- 188** - As brisas marítimas e terrestres:
- a) fazem parte da circulação geral
 - b) resultam da diferença de temperatura entre o mar e a terra
 - c) só se verificam no verão
 - d) sopram de cima para baixo
- 189** - O movimento de rotação da Terra, provoca um desvio dos corpos em movimento na sua superfície; esta força desviadora é chamada:
- a) força de gradiente
 - b) força de Coriolis
 - c) força centrífuga
 - d) força de atrito
- 190** - Camada limite estende-se à:
- a) 100 m
 - b) 500 m
 - c) 600 m
 - d) 1000 m
- 191** - Ao voar de uma alta para uma baixa pressão, no hemisfério sul, uma aeronave terá:
- a) vento pela esquerda
 - b) deriva para a esquerda
 - c) deriva para a direita
 - d) vento de cauda
- 192** - Com céu claro à noite, alto teor de umidade e ventos fracos, qual o fenômeno provável que acontecerá:
- a) convecção
 - b) evaporação
 - c) nevoeiro de radiação
 - d) sublimação

193 - Nevoeiro é uma nuvem colada à superfície, do tipo:

- a) ST b) AS c) CS d) CI

194 - A representação de uma área de nevoeiro na carta sinótica de superfície é feita por:

- a) uma área verde c) uma área azul
b) uma área amarela d) uma área marron

195 - O nevoeiro de vapor é do tipo:

- a) advecção b) frontal c) marítimo d) encosta

196 - O nevoeiro de radiação se forma com:

- a) céu claro, vento calmo, advecção
b) céu claro, vento forte, radiação
c) céu claro, vento fraco, resfriamento por radiação
d) nuvens altas, vento forte, resfriamento por radiação

197 - O nevoeiro de radiação é do tipo:

- a) advectivo c) de vapor
b) frontal d) de massa de ar

198 - O nevoeiro de advecção se forma em virtude:

- a) da variação de direção do vento
b) do deslocamento de uma massa de ar quente sobre uma superfície fria
c) do deslocamento de uma massa de ar frio sobre a superfície quente
d) da variação da pressão do vapor d'água

199 - Os nevoeiros ocorrem:

- a) com mais intensidade no verão
b) com menor frequência no litoral
c) à baixa altura sobre o solo
d) sobre superfície plana

200 - O nevoeiro é um fenômeno que restringe a visibilidade a menos de:

- a) 1000 m b) 500 m c) 200 m d) 100 m

201 - A nebulosidade baixa nas latitudes tropicais é formada por:

- a) advecção do vapor d'água
b) solidificação da água
c) evaporação da água
d) condensação do vapor d'água

202 - O instrumento que mede a altura das nuvens é:

- a) teodolito
- b) balão piloto
- c) nefoscópio
- d) clinômetro

203 - Nuvens características da região equatorial são tipicamente:

- a) cumuliformes
- b) estratiformes
- c) cirriformes
- d) de cristais de gelo

204 - Cristais de gelo ocorrem em nuvens:

- a) CI
- b) ST
- c) SC
- d) NS

205 - Nimbostratus são classificados como:

- a) nuvens baixas
- b) nuvens altas
- c) nuvens médias
- d) de desenvolvimento vertical

206 - As nuvens formadas por cristais de gelo são:

- a) stratus
- b) cumulus
- c) nimbostratus
- d) cirrus

207 - Nuvens médias nas latitudes temperadas ocorrem entre:

- a) 2 a 4 km
- b) 2 a 7 km
- c) 4 a 7 km
- d) 4 a 8 km

208 - As nuvens médias são:

- a) líquidas
- b) mistas
- c) sólidas
- d) de gelo opaco

209 - Nuvens médias são:

- a) AC - AS
- b) ST - AC - AS
- c) CI - AC
- d) ST - SC - FS

210 - Nuvens baixas são constituídas de:

- a) vapor d'água
- b) cristais de gelo
- c) vapor d'água e gelo
- d) núcleos de congelação

211 - Nuvens altas são compostas de:

- a) cristais de gelo
- b) vapor d'água e cristais
- c) vapor d'água
- d) núcleos de condensação

212 - As nuvens delgadas, com aparência de pluma, compostas inteiramente de cristais de gelo, são:

- a) AC
- b) CI
- c) ST
- d) CU

213 - As nuvens baixas são:

- a) ST, CS, AS
- b) AS, AC
- c) NS, CU, CB
- d) ST, SC

214 - As nuvens que freqüentemente surgem no eixo de uma corrente de jato são:

- a) CI
- b) CC
- c) CB
- d) CU

215 - O halo é:

- a) fenômeno elétrico
- b) microtempestade
- c) litometeoro
- d) fotometeoro

216 - O halo é fenômeno característico de:

- a) CI
- b) CC
- c) ST
- d) CS

217 - Base de nuvem corresponde a:

- a) distância vertical entre a base e o NMM
- b) distância vertical entre a base e o terreno
- c) distância entre o projetor e o detetor de um tetômetro
- d) distância vertical entre a base e o topo

218 - A base da nuvem indica o nível de:

- a) sublimação
- b) evaporação
- c) congelamento
- d) condensação

219 - A base de uma nuvem é dada em termos de:

- a) altitude
- b) altitude pressão
- c) altura
- d) altitude densidade

220 - Um CB é bem caracterizado por:

- a) chuva intensa sem relâmpagos
- b) chuva intensa com relâmpagos
- c) aspecto escuro
- d) relâmpagos sem chuvas

221 - A trovoada sempre ocorre em nuvens:

- a) CB
- b) CI
- c) CS
- d) TCU

222 - Trovoadas nas condições de tempo indicam presença de:

- a) CC
- b) CI
- c) CS
- d) CB

223 - A névoa úmida apresenta:

- a) umidade relativa inferior a 80%
- b) visibilidade superior a 1.000 m
- c) umidade relativa a 100%
- d) visibilidade zero

224 - No tocante à visibilidade, a névoa seca:

- a) é igual a fumaça por ter visibilidade inferior a 5000 m
- b) é o mesmo que nevoeiro, tendo UR superior
- c) é o mesmo que o nevoeiro, tendo umidade relativa inferior
- d) apresenta visibilidade inferior a 1000m e umidade relativa superior a 80%

225 - Os litometeoros são caracterizados pela:

- a) presença da água
- b) fenômenos luminosos
- c) manifestações da eletricidade do ar
- d) partículas sólidas em suspensão

226 - Névoa seca é um:

- a) hidrometeoro
- b) litometeoro
- c) fotometeoro
- d) eletrometeoro

227 - AVP vem a ser:

- a) visibilidade na reta final
- b) visibilidade que um piloto terá no momento da decolagem, ao longo da pista
- c) visibilidade predominante
- d) visibilidade oblíqua

228 - Visibilidade predominante é aquela:

- a) inferior a 500 m
- b) que abrange 180° ou mais do horizonte
- c) que abrange 180° ou menos do horizonte
- d) cujo setor restrito seja de interesse operacional

229 - Uma área marrom na carta sinótica representa área de:

- a) névoa seca/poeira/fumaça
- b) nevoeiro
- c) chuva/chuvisco
- d) pancadas

- 230** - Ciclone tropical tem início em:
- a) estágio de dissipação
 - b) estágio de maturidade
 - c) estágio de intensificação
 - d) estágio de formação
- 231** - Num ciclone frio encontramos:
- a) ar mais aquecido na periferia
 - b) ventos fortes em níveis inferiores
 - c) ar mais frio na periferia
 - d) nenhuma variação de temperatura
- 232** - Ciclone extratropical evolue de:
- a) uma onda frontal estável
 - b) ciclone tropical que se dirige ao equador
 - c) oclusão intensa
 - d) frente fria rápida
- 233** - Ciclone tropical é definido por ventos:
- a) máximos de 63 kt
 - b) mínimos de 63 kt
 - c) máximos de 33 kt
 - d) mínimos de 33 kt
- 234** - Fatores que ocasionam turbulências são:
- a) térmicos e mecânicos
 - b) térmicos e frontais
 - c) mecânicos e frontais
 - d) térmicos, mecânicos, frontais e cortantes do vento
- 235** - A turbulência formada em virtude do gradiente térmico chama-se:
- a) orográfica
 - b) mecânica
 - c) convectiva
 - d) advectiva
- 236** - A turbulência encontrada voando sobre montanhas é de origem:
- a) frontal
 - b) térmica
 - c) mecânica
 - d) jet stream
- 237** - Turbulência térmica é formada por:
- a) aquecimento regular da superfície
 - b) aquecimento irregular da superfície
 - c) resfriamento regular da superfície
 - d) resfriamento por radiação

- 238** - Turbulência de ar claro (CAT) está geralmente associada a:
- a) nuvens CB
 - b) massa de ar
 - c) corrente de jato
 - d) nuvens altas
- 239** - A CAT é:
- a) mais comum no verão
 - b) mais intensa sobre o mar
 - c) mais intensa sobre o continente
 - d) menos comum no inverno
- 240** - Uma corrente orográfica é formada por:
- a) ventos descendentes
 - b) gradiente isotérmico
 - c) ascensão forçada do ar frio pelas encostas
 - d) ascensão forçada do ar quente pelas encostas
- 241** - Corrente de jato ocorre:
- a) na estratosfera
 - b) na troposfera
 - c) fluindo de oeste
 - d) na tropopausa
- 242** - Sobre o Brasil a corrente de jato predomina:
- a) de sudoeste
 - b) de norte
 - c) de noroeste
 - d) de sudeste
- 243** - Corrente de jato é fenômeno:
- a) da circulação geral dos trópicos
 - b) da circulação nos pólos
 - c) da circulação superior de oeste
 - d) dos níveis inferiores
- 244** - Turbulência nos níveis inferiores caracteriza:
- a) massa de ar quente
 - b) massa de ar frio
 - c) massa de ar estável
 - d) massa de ar marítima
- 245** - Uma massa de ar tropical marítima leva o símbolo:
- a) CTW
 - b) MTW
 - c) CPW
 - d) MPK
- 246** - Massa de ar quente é caracterizada por:
- a) estabilidade, boa visibilidade, nuvens cumuliformes
 - b) estabilidade, nuvens estratiformes, nevoeiros
 - c) estabilidade, má visibilidade, nuvens cumuliformes
 - d) estabilidade, névoas, nuvens estratiformes

247 - Uma massa de ar marítima, fria e polar é classificada como:

- a) MPW
- b) MPK
- c) CPK
- d) MTK

248 - Frente em meteorologia é:

- a) o início do inverno
- b) zona limítrofe entre duas massas de ar com características diferentes
- c) a parte mais escura de um CB
- d) o fim do inverno

249 - Frentes frias no hemisfério sul deslocam-se:

- a) de SW
- b) de NE
- c) de SE
- d) de NW

250 - Com a passagem de uma frente fria têm-se:

- a) ar mais frio sendo empurrado e substituído pelo ar mais quente
- b) ar mais frio empurrando e substituindo ar mais quente
- c) ar mais frio empurrando e subindo ao longo de ar menos frio
- d) ar menos frio penetrando por baixo do ar mais frio

251 - Nuvens associadas a um sistema frio são tipicamente:

- a) estratiformes
- b) cumuliformes
- c) altas
- d) baixas

252 - Uma frente fria é representada numa carta sinótica por uma linha:

- a) azul interrompida
- b) vermelha interrompida
- c) vermelha contínua
- d) azul contínua

253 - Após a passagem de uma frente fria, geralmente ocorre:

- a) o ar se torna mais calmo
- b) aumento de umidade relativa
- c) aumento de temperatura
- d) significativa mudança na direção do vento

254 - Os ventos que antecedem uma frente fria no hemisfério sul sopram de:

- a) sul
- b) norte
- c) noroeste
- d) sudeste

255 - Ventos frontais de frente fria no hemisfério sul, fluem de:

- a) sudeste
- b) noroeste
- c) oeste
- d) este

- 256** - Uma frontólise fria na carta sinótica é representada por uma linha:
- a) contínua azul
 - b) contínua vermelha
 - c) tracejada inclinada azul
 - d) tracejada inclinada vermelha
- 257** - Nuvens associadas a uma frente quente são tipicamente:
- a) cumuliformes
 - b) de cristais de gelo
 - c) estratiformes
 - d) mistas
- 258** - A representação de uma frente quente na carta sinótica na superfície policromática é uma linha:
- a) azul tracejada
 - b) vermelha contínua
 - c) azul contínua
 - d) vermelha tracejada
- 259** - Uma frente quente superior é conhecida numa carta sinótica policromática por:
- a) Uma linha tracejada azul
 - b) uma linha contínua vermelha
 - c) uma linha tracejada roxa
 - d) uma linha tracejada vermelha
- 260** - Em relação às frentes quentes, as frentes frias são:
- a) mais violentas e mais rápidas
 - b) menos violentas e menos rápidas
 - c) menos violentas e mais rápidas
 - d) mais violentas e menos rápidas
- 261** - A zona limítrofe entre duas massas de ar de características diferentes chama-se:
- a) frente fria
 - b) frente quente
 - c) frente oclusa
 - d) frente
- 262** - A representação de uma frente estacionária na carta sinótica de superfície é feita por uma linha:
- a) vermelha tracejada
 - b) azul tracejada
 - c) alternada, vermelha e azul
 - d) vermelha contínua
- 263** - A representação de uma oclusão em carta sinótica policromática é feita por uma linha:
- a) azul
 - b) verde
 - c) vermelha
 - d) roxa

- 264** - Frontogênese significa:
- a) dissipação de frente fria
 - b) formação de frente
 - c) dissipação de ciclones
 - d) formação de ciclones tropicais
- 265** - Na leitura do instrumento indicador do vento, o ponteiro da direção marcava 120°, enquanto o da velocidade marcava zero. No METAR será registrado:
- a) 120/00
 - b) CLM/00
 - c) 00000 KT
 - d) 120/CLM
- 266** - Visibilidade igual ou superior a 10.000 metros será informada no METAR:
- a) 9999
 - b) 10 km
 - c) 10.000
 - d) 10.000 m
- 267** - No código Metar em substituição a visibilidade acima de 10 km, não havendo nuvens ou CB abaixo de 1500 m, se não houver precipitação, trovoada, nevoeiro de superfície e neve em suspensão, emprega-se:
- a) CAVOK
 - b) SYNOP
 - c) BRAVOK
 - d) AIREP
- 268** - Temperaturas do ar e do ponto de orvalho iguais respectivamente a 1°C e -2°C serão registrados no METAR como:
- a) 01/M02
 - b) 01/2
 - c) 01/-02
 - d) 1/-2
- 269** - Num METAR logo após o valor de visibilidade vem uma informação iniciada obrigatoriamente pela letra "R". Esta informação é:
- a) tempo presente
 - b) tipo de nuvens
 - c) alcance visual da pista
 - d) ajuste do altímetro
- 270** - Num METAR quando a temperatura do ar e a temperatura do ponto de orvalho são iguais pode-se afirmar que:
- a) a depressão é positiva
 - b) a umidade relativa é 100%
 - c) o ar está seco
 - d) o ar está úmido
- 271** - A velocidade do vento no METAR é dada em:
- a) km/hora
 - b) m/seg.
 - c) nós/hora
 - d) m/min.
- 272** - Dado o METAR: METAR SBSP 241000Z 02010KT 0000 FG OVC002 20/20 Q1015, sabemos que o teto é:
- a) 100 pés
 - b) 200 pés
 - c) 200 m
 - d) 2000 pés

283 - Formações de gelo mais severas são encontradas em:

- a) Frentes frias
- b) nos mais altos níveis da troposfera
- c) Massa de ar frio
- d) massa de ar úmido

284 - Formação de gelo numa aeronave ocorrerá quando a temperatura estiver entre:

- a) 0°C a 0,5°C
- b) 0°C a -1°C
- c) 0°C a -2°C
- d) 0°C a -10°C

285 - Gelo extremamente forte é encontrado em:

- a) AS elevados
- b) NS com chuva glacial
- c) frente estacionária
- d) CB

286 - Gelo claro forma-se em:

- a) nuvens cumuliformes, até -10°C
- b) nuvens estratiformes, até -10°C
- c) nuvens estratiformes, até -40°C
- d) nuvens cumuliformes, abaixo de -20°C

287 - O gelo do tipo escarcha é encontrado em:

- a) CU
- b) CB
- c) CI
- d) AS

288 - Gelo intenso depositado sobre uma aeronave acarreta:

- a) diminuição da resistência do ar
- b) aumento da sustentação
- c) alteração do perfil aerodinâmico
- d) nenhuma alteração do perfil aerodinâmico

289 - Formação de gelo em hélice é percebido por:

- a) queda de RPM
- b) queda de compressão
- c) queda da velocidade indicada
- d) aumento de RPM

290 - A possibilidade de formação de gelo numa aeronave:

- a) aumenta com temperaturas mais altas em níveis saturados
- b) aumenta com temperaturas mais baixas em níveis elevados e menos saturados
- c) diminui com temperaturas mais altas em níveis saturados
- d) diminui com temperaturas mais baixas em níveis saturados

- 291** - Trovoadas orográficas formam-se por:
- a) advecção
 - b) radiação
 - c) convecção
 - d) efeito de massa de ar elevando-se à barlavento de uma montanha
- 292** - A precipitação intensa proveniente de uma trovoada na fase de maturidade ocasiona em superfície
- a) aumento de pressão
 - b) diminuição de pressão
 - c) aumento de temperatura
 - d) pressão constante
- 293** - Relâmpagos horizontais predominam:
- a) na vanguarda das trovoadas
 - b) na traseira das trovoadas
 - c) no topo das trovoadas
 - d) na base das trovoadas
- 294** - A predominância de correntes descendentes caracteriza uma trovoada na fase de:
- a) expansão
 - b) formação
 - c) dissipação
 - d) maturidade
- 295** - A predominância de correntes ascendentes caracteriza uma trovoada na fase de:
- a) dissipação
 - b) formação
 - c) maturidade
 - d) expansão
- 296** - O equilíbrio entre as correntes ascendentes e descendentes caracteriza uma trovoada na fase de:
- a) formação
 - b) maturidade
 - c) expansão
 - d) dissipação
- 297** - Previsão de aeródromo é dada pelo código:
- a) TAF
 - b) TEMP
 - c) SYNOP
 - d) SIGMET
- 298** - No TAF a palavra que identifica mudança de tempo em meia hora ou menos é:
- a) BCMG
 - b) FM
 - c) NSW
 - d) TEMPO
- 299** - A mensagem meteorológica SIGMET significa:
- a) observação de superfície
 - b) previsão de rota
 - c) observação de ar superior
 - d) tempo significativo previsto para a área de um aeródromo

- 300** - Um piloto verifica ocorrência de tempo muito importante na rota e reporta num:
- | | | | |
|-----------|----------|--------|----------|
| a) SIGMET | b) PREVU | c) TAF | d) AIREP |
|-----------|----------|--------|----------|
- 301** - O aquecimento diurno e o resfriamento noturno local tem como causa o movimento da Terra de:
- | | |
|---------------|--------------|
| a) translação | c) oscilação |
| b) precessão | d) rotação |
- 302** - A inclinação que a Terra faz com o plano da órbita damos o nome de:
- | | |
|--------------|--------------|
| a) Elíptica | c) Eclítica |
| b) Encíclica | d) Solstício |
- 303** - O ângulo formado pela inclinação do eixo Polar e a perpendicular ao plano de órbita da Terra é de:
- | | |
|------------|------------|
| a) 27° 23' | c) 23° 27' |
| b) 27° 33' | d) 23° 37' |
- 304** - No movimento em torno do Sol, quando é verão no HS, a Terra estará mais próxima no:
- | | |
|-------------|--------------|
| a) Afélio | c) Equinócio |
| b) Periélio | d) Solstício |
- 305** - Uma posição importante e equidistante do Sol ao longo da órbita terrestre é:
- | | |
|--------------|-------------|
| a) Solstício | c) Afélio |
| b) Equinócio | d) Periélio |
- 306** - Nas Latitudes Tropicais, áreas que ficam sob o efeito direto da ITCZ são:
- Latitudes Tropicais
 - Latitudes Equatoriais
 - Latitudes Polares
 - Latitudes Temperadas
- 307** - Sob o ponto de vista meteorológico o constituinte mais importante da atmosfera é:
- | | |
|---------------|------------------|
| a) oxigênio | c) vapor de água |
| b) nitrogênio | d) gases raros |
- 308** - O conteúdo de vapor d'água é maior nas regiões:
- | | |
|----------------|------------------|
| a) polares | c) temperadas |
| b) equatoriais | d) sub-tropicais |

- 309 - Qual o elemento que desempenha importante papel na filtragem da Radiação Solar, absorvendo, parte da radiação infra-vermelha:
- a) cortiça
 - b) amianto
 - c) vapor d'água
 - d) metal
- 310 - Partículas sólidas microscópicas que poluem a atmosfera e que aceleram o processo da saturação são núcleos de:
- a) condensação
 - b) absorção
 - c) saturação
 - d) difusão
- 311 - A variação da temperatura com a altitude e que se estende até a base da tropopausa é chamada de **Gradiente Térmico**:
- a) normal
 - b) isotérmico
 - c) indiferente
 - d) negativo
- 312 - Uma estreita faixa de transição que separa a Troposfera da Estratosfera chama-se:
- a) Mesosfera
 - b) Ionosfera
 - c) Tropopausa
 - d) Hidrosfera
- 313 - A faixa de transição Tropopausa é mais fria sobre:
- a) pólo
 - b) equador
 - c) trópico
 - d) latitude temperada
- 314 - A camada que segue a Troposfera, entendendo-se até aproximadamente 70 km da superfície terrestre é:
- a) Tropopausa
 - b) Troposfera
 - c) Estratosfera
 - d) Mesosfera
- 315 - Uma camada da atmosfera que é caracterizada por um gradiente térmico negativo é:
- a) Troposfera
 - b) Tropopausa
 - c) Estratosfera
 - d) Mesosfera
- 316 - A camada acima da Estratosfera, eletrizada e que afeta a transmissão das ondas Hertzianas é:
- a) Mesosfera
 - b) Estratosfera
 - c) Ionosfera
 - d) Exosfera
- 317 - O conteúdo do vapor de água, com o aumento de latitude:
- a) aumenta
 - b) diminui
 - c) não varia
 - d) depende da época do ano

- 318 - O ponto a partir do qual a energia termal das moléculas desaparece é denominado zero absoluto e corresponde a:
- a) 0°F/273°K
 - b) 0°C/273°K
 - c) 0°K/-273°C
 - d) 32°F/-273°K
- 319 - A atmosfera padrão Internacional (ISA) estabelece a temperatura padrão, ao nível médio do mar de:
- a) 0°C
 - b) 15°C
 - c) 273°K
 - d) 32°F
- 320 - A quantidade de energia solar que consegue alcançar a superfície da Terra é:
- a) radiação
 - b) insolação
 - c) irradiação
 - d) convecção
- 321 - As nuvens Cumulus apresentam, às vezes, um desenvolvimento vertical e são chamadas Grandes Cumulus, cuja abreviatura é:
- a) CU
 - b) CB
 - c) TCU
 - d) TCB
- 322 - Cumulus que surgem colados às montanhas são:
- a) Cumulus Topográficos
 - b) Cumulonimbus
 - c) Cumulus Capilatus
 - d) Cumulus Orográficos
- 323 - Nuvem densa, de grandes dimensões, com a base escura e o topo em forma de bigorna ou penacho é:
- a) CU
 - b) TCU
 - c) CB
 - d) AC
- 324 - As nuvens Cumulonimbus podem ser:
- a) frontais
 - b) oriundas de NS
 - c) estáveis
 - d) com base em forma de bigorna
- 325 - Uma nuvem, por ocorrer baixa, oculta obstáculos próximos à pista e pode provocar a interdição do aeródromo é:
- a) Stratus
 - b) Altostratus
 - c) Cirrostratus
 - d) Cirrus
- 326 - O nevoeiro que se forma associado a uma frente quente é:
- a) pós-frontal
 - b) pré-frontal
 - c) advectivo
 - d) vapor

- 327** - O nevoeiro que se forma associado a uma frente fria lenta é:
- a) pós-frontal
 - b) pré-frontal
 - c) advectivo
 - d) vapor
- 328** - É um hidrometeoro:
- a) névoa úmida
 - b) fumaça
 - c) névoa seca
 - d) poeira
- 329** - Gotas de água depositadas por condensação do vapor de água, esfriadas por radiação noturna é:
- a) geada
 - b) orvalho
 - c) escarcha
 - d) sincelos
- 330** - Obstrução à visibilidade produzida por litometeoros de 1.000m ou mais é:
- a) névoa úmida
 - b) nevoeiro
 - c) névoa seca
 - d) chuva
- 331** - Numa névoa seca, o teor de umidade considerado é:
- a) igual a 80%
 - b) menor de 80%
 - c) maior de 80%
 - d) igual a 100%
- 332** - As transformações que ocorrem no interior de uma parcela de ar, sem troca de calor com o meio ambiente são:
- a) isotrópicas
 - b) adiabáticas
 - c) isotérmicas
 - d) isométricas
- 333** - O ar seco à temperatura de 18°C foi forçado a subir de Santos até São Paulo à uma altitude de 750 metros. Qual a sua temperatura final:
- a) 9,5°C
 - b) 10°C
 - c) 10,5°C
 - d) 11°C
- 334** - O ar seco desce de São Paulo a uma altitude de 750 metros para Santos. Se em São Paulo, a temperatura era de 22°C, qual a temperatura do ar ao chegar em Santos:
- a) 30°C
 - b) 29,5°C
 - c) 29°C
 - d) 28,5°C
- 335** - O gradiente superadiabático máximo na atmosfera recebe o nome de:
- a) gradiente auto-adiabático
 - b) gradiente auto-térmico
 - c) gradiente auto-convectivo
 - d) gradiente normal

- 336** - O ar ao ser elevado se expande e se resfria atingirá seu ponto de orvalho (PO). A variação da temperatura média de (PO) é:
a) $0,1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ c) $2^{\circ}\text{C}/200\text{m}$
b) $0,2^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ d) $0,2^{\circ}\text{C}/300\text{m}$
- 337** - Uma parcela de ar que se eleva e atinge o nível de condensação convectiva continuará se elevando numa razão adiabática:
a) úmida c) normal
b) seca d) neutra
- 338** - Nas condições de equilíbrio na atmosfera não é considerado o equilíbrio:
a) estável c) neutro
b) instável d) mecânico
- 339** - Quando o gradiente térmico do ar ambiente for menor que $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ teremos o ar:
a) estável c) neutro
b) instável d) absoluto
- 340** - Sempre que o gradiente térmico for maior que $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ teremos o ar:
a) estável c) neutro
b) instável d) indiferente
- 341** - Ocasionalmente a temperatura passa a aumentar com a altitude ao invés de diminuir, nesse caso teremos uma:
a) convecção c) inversão
b) advecção d) radiação
- 342** - Aumentando a quantidade de umidade no ar a pressão atmosférica:
a) aumenta c) não se altera
b) diminui d) não há relação
- 343** - A pressão atmosférica apresenta uma variação diurna com dois máximos e dois mínimos em 24 horas à final damos o nome de:
a) variação atmosférica c) variação padrão
b) maré barométrica d) variação barométrica
- 344** - A pressão atmosférica sobre um ponto, corrigida para o erro de instrumento, gravidade e temperatura na estação é:
a) QFF c) QNE
b) QFE d) QNH

- 345** - Num sistema onde as isóbaras indicam as pressões diminuindo do centro para fora, temos:
- a) centro de baixas pressões
 - b) centro de altas pressões
 - c) centro de pressões estáveis
 - d) centro de pressões
- 346** - Num sistema onde as isóbaras indicam as pressões aumentando do centro para fora temos:
- a) centro de baixas pressões
 - b) centro de altas pressões
 - c) centro de pressões estáveis
 - d) centro de pressões
- 347** - Um certo volume de ar tem sua capacidade satisfeita e sua umidade relativa é de 100%, logo teremos:
- a) ar não saturado
 - b) ar saturado
 - c) ar úmido
 - d) ar seco
- 348** - A umidade relativa do ar é expressa em:
- a) graus centígrados
 - b) graus Kelvin
 - c) graus Fahrenheit
 - d) porcentagem
- 349** - Quando o vapor de água passa direto para o estado sólido teremos:
- a) condensação
 - b) liquefação
 - c) sublimação
 - d) vaporização
- 350** - A nuvem se forma quando parte do vapor de água na atmosfera se condensa ou se sublima; para isso é necessário:
- a) núcleos higroscópicos
 - b) ar semi-saturado
 - c) umidade em forma de cristais de gelo
 - d) ar instável e vaporização
- 351** - Normalmente em vôo as turbulências estão associadas às correntes:
- a) advectivas
 - b) orográficas
 - c) convectivas
 - d) cortantes
- 352** - Nuvens que se desenvolvem horizontalmente cobrindo grande área são:
- a) estratiformes
 - b) cumuliformes
 - c) orográficas
 - d) noctilucentes
- 353** - A precipitação leve e contínua é característica das nuvens:
- a) estratiformes
 - b) cumuliformes
 - c) orográficas
 - d) noctilucentes

- 354** - Nuvens que surgem isoladas e que se desenvolvem verticalmente são:
- a) estratiformes
 - b) cumuliformes
 - c) orográficas
 - d) noctilucetes
- 355** - A precipitação forte e descontínua é característica das nuvens:
- a) estratiformes
 - b) cumuliformes
 - c) orográficas
 - d) noctilucetes
- 356** - Grande círculo luminoso, conhecido como fenômeno do Halo é característico da nuvem:
- a) CI
 - b) CC
 - c) CS
 - d) ST
- 357** - As nuvens do estágio médio quanto a sua estrutura são:
- a) líquidas
 - b) mistas
 - c) sólidas
 - d) gasosas
- 358** - A nuvem que normalmente dá lugar a precipitações, sob a forma de chuva ou neve é:
- a) CC
 - b) AC
 - c) AS
 - d) CB
- 359** - Nuvem cinzenta e sombria, que foge do estágio médio para o baixo, cobre grandes extensões e dá condições IMC é:
- a) AS
 - b) AC
 - c) CB
 - d) NS
- 360** - A constituição física das nuvens baixas é:
- a) sólida
 - b) mista
 - c) líquida
 - d) sólida e mista
- 361** - Sempre que o gradiente térmico do ar ambiente for igual à razão adiabática seca, o ar será:
- a) estável
 - b) instável
 - c) neutro
 - d) seco
- 362** - As nuvens do tipo cumuliformes (cirrocumulus, altocumulus, cumulus e cumulonimbus) identificam o ar:
- a) estável
 - b) instável
 - c) neutro
 - d) úmido
- 363** - As nuvens do tipo estratiformes (cirrostratus, altostratus, nimbostratus e stratus) identificam o ar:
- a) estável
 - b) instável
 - c) neutro
 - d) indiferente

- 364** - Na condição do céu claro ou nebulosidade estratiforme, visibilidade reduzida, presença de névoa úmida ou seca, chuva leve e contínua a condição atmosférica será:
- a) estável
 - b) instável
 - c) neutro
 - d) condicional
- 365** - Na condição de precipitação tipo pancada, presença de cumulus (CU), grandes cumulus (TCU), cumulonimbus (CB), a condição atmosférica será:
- a) estável
 - b) instável
 - c) neutro
 - d) indiferente
- 366** - Na atmosfera Padrão OACI, a pressão ao nível do mar é de:
- a) 28,92 pol Hg
 - b) 750 mm Hg
 - c) 1012,3 h Pa
 - d) 1013,25 hPa
- 367** - A leitura do altímetro de pressão quando ajustado para um valor de ajuste do momento (QNH) é:
- a) altitude indicada
 - b) altitude padrão
 - c) altitude absoluta
 - d) altitude verdadeira
- 368** - Quando o QNH for maior que o QNE, a altitude indicada em relação a altitude pressão será:
- a) maior
 - b) menor
 - c) igual
 - d) não há relação
- 369** - Um valor de pressão (QNH) ao ser introduzido no altímetro de bordo faz com que ele indique quando a aeronave pousar:
- a) altura do nível do mar
 - b) altura do nível médio do mar
 - c) altura da pista em relação ao nível do mar
 - d) altitude pressão
- 370** - Um valor de pressão na estação (QFE), introduzido no altímetro de bordo faz com que indique quando a aeronave pousar:
- a) altura do campo
 - b) altura do nível do mar
 - c) indicação será zero
 - d) altura da estação
- 371** - Estando o altímetro ajustado em QNE, e voando para uma área de menor temperatura, teremos um erro de indicação para mais com erro altimétrico para:
- a) menos
 - b) mais
 - c) igual
 - d) não há relação

- 372 - Se o ar ambiente é mais quente que o da atmosfera padrão, o avião estará em relação ao indicado no altímetro:
- a) mais alto
 - b) mais baixo
 - c) igual
 - d) não há relação
- 373 - Sempre que a temperatura ao nível de vôo for menor que a padrão, haverá,
- a) erro altimétrico para menos
 - b) erro altimétrico para mais
 - c) erro de indicação para menos
 - d) erro altimétrico e de indicação para menos
- 374 - A força que desloca o ar, no sentido das pressões mais baixas, é denominada:
- a) força de Coriolis
 - b) força centrífuga
 - c) força do gradiente e pressão
 - d) força resultante de pressão
- 375 - Um vento que flui regido exclusivamente pela força do gradiente de pressão é:
- a) ciclostrófico
 - b) barostrófico
 - c) anabático
 - d) catabático
- 376 - O vento que sopra como resultante do equilíbrio entre o Gradiente de Pressão, Força Coriolis e Força Centrífuga é chamado de vento:
- a) ciclostrófico
 - b) gradiente
 - c) geostrófico
 - d) barostrófico
- 377 - O vento que tem boa aproximação do vento real é:
- a) ciclostrófico
 - b) barostrófico
 - c) geostrófico
 - d) brisa marítima
- 378 - A camada que vai da superfície até 100m chama-se:
- a) fricção
 - b) limite
 - c) planetária
 - d) inicial ou primária
- 379 - Os ventos que sopram dentro da camada limite são:
- a) barostróficos
 - b) superfície
 - c) ciclostróficos
 - d) gradiente

- 380** - Ventos que sopram velozmente nas latitudes Equatoriais e Tropicais equilibrados pelas forças do Gradiente de Pressão e Centrífuga, são chamados de:
- a) barostróficos
 - b) geostróficos
 - c) ciclostróficos
 - d) superiores
- 381** - Os ventos que sopram numa alta pressão constituem uma circulação:
- a) ciclônica
 - b) anticiclônica
 - c) convergente
 - d) ascendente
- 382** - Numa circulação anticiclônica teremos ventos:
- a) convergentes
 - b) divergentes
 - c) horários
 - d) ascendentes
- 383** - No hemisfério sul, num sistema de alta pressão, teremos os ventos fluindo no sentido:
- a) horário divergente
 - b) anti-horário divergente
 - c) horário convergente
 - d) anti-horário convergente
- 384** - Os ventos que sopram nas baixas pressões constituem uma circulação:
- a) ciclônica
 - b) anticiclônica
 - c) divergente
 - d) descendente
- 385** - Numa circulação ciclônica teremos ventos:
- a) convergentes
 - b) divergentes
 - c) anti-horários
 - d) descendentes
- 386** - No hemisfério sul num sistema de baixa pressão teremos os ventos fluindo no sentido:
- a) horário convergente
 - b) anti-horário divergente
 - c) horário divergente
 - d) anti-horário convergente
- 387** - A velocidade do vento para fins meteorológicos é dada em:
- a) m/s
 - b) kt
 - c) km/h
 - d) kt/s
- 388** - O instrumento que mede a direção do vento à superfície é:
- a) anemoscópio
 - b) anemômetro
 - c) derivômetro
 - d) nefoscópio
- 389** - O instrumento destinado a medir a velocidade do vento à superfície é:
- a) anemômetro
 - b) anemoscópio
 - c) derivômetro
 - d) ceilômetro

- 390** - Os ventos bem definidos que sopram na direção do equador, tendo início nas latitudes de 20°N e 20°S são:
- a) Vale
 - b) Montanha
 - c) Alíseos
 - d) Catabáticos
- 391** - Faixas de altas pressões, compostas de anticiclones marítimos e semi-estacionários e que mantém posição média de 30° em ambos os hemisférios são cinturões:
- a) tropicais
 - b) subtropicais
 - c) equatoriais
 - d) polares
- 392** - A circulação que tem origem sobre as latitudes equatoriais e tropicais no retorno do ar equatorial para os pólos acima de 20.000 ft, é de:
- a) norte
 - b) sul
 - c) este
 - d) oeste
- 393** - Fluxo de ventos fortes predominando de oeste, em ambos os Hemisférios sobre as latitudes temperadas associado à uma frente fria é:
- a) corrente de Berson
 - b) corrente de Jato
 - c) vórtices polares
 - d) ventos krakatoa
- 394** - Circulação local resultante do aquecimento solar que ocorre sobre o litoral, chama-se:
- a) brisa marítima
 - b) brisa terrestre
 - c) brisa oceânica
 - d) ventos do mar
- 395** - Circulação local, resultante do resfriamento noturno e que ocorre sobre o litoral, chama-se:
- a) brisa marítima
 - b) brisa terrestre
 - c) brisa oceânica
 - d) ventos do mar
- 396** - Os ventos que sopram à barlavento das montanhas, subindo, expandindo e resfriando, são:
- a) anabáticos
 - b) catabáticos
 - c) montanha
 - d) vales
- 397** - Os ventos que descem à sotavento das montanhas, comprimindo e se aquecendo adiabaticamente são:
- a) anabáticos
 - b) catabáticos
 - c) montanha
 - d) vales
- 398** - A advecção do ar mais frio sobre uma superfície mais quente teremos:
- a) névoa
 - b) correntes convectivas
 - c) estabilidade
 - d) má visibilidade

- 399** - As massas frias (K) caracterizam-se por:
- a) gradiente térmico menor que $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$
 - b) estabilidade/nuvens estratiformes
 - c) turbulência/boa visibilidade
 - d) névoa/nevoeiro
- 400** - A advecção do ar mais quente sobre uma superfície mais fria teremos:
- a) boa visibilidade
 - b) ar instável
 - c) má visibilidade
 - d) turbulência
- 401** - As massas quentes (W) caracterizam-se por:
- a) gradiente térmico maior que $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$
 - b) instabilidade
 - c) má visibilidade/névoa/nevoeiros
 - d) nuvens cumuliformes
- 402** - No hemisfério sul as frentes frias deslocam-se de:
- a) NW para SW
 - b) SW para NE
 - c) NE para SW
 - d) N para S
- 403** - Uma frente fria localiza-se sempre numa área de pressão:
- a) alta
 - b) média
 - c) baixa
 - d) em crista
- 404** - Com o avanço de uma frente fria os ventos serão:
- a) divergentes
 - b) convergentes
 - c) ascendentes
 - d) calmos
- 405** - A condição de tempo numa frente fria rápida é:
- a) nebulosidade cumuliforme
 - b) ausência de trovoadas
 - c) precipitação leve
 - d) nebulosidade estratiforme
- 406** - Numa carta sinótica de superfície uma frente fria é identificada pelo contraste de temperatura e pela maior concentração de:
- a) isóbaras
 - b) isotermas
 - c) isodrosotermas
 - d) isolpsas
- 407** - À formação de uma frente damos o nome de:
- a) frente
 - b) frontólise
 - c) frontogênese
 - d) frontogenética

- 408** - À dissipação de uma frente damos o nome de:
a) frente
b) frontólise
c) frontogênese
d) frontogenética
- 409** - Uma série de traços alternados em azul e vermelho numa carta sinótica de superfície significa:
a) frente estacionária
b) frente fria
c) frente quente
d) frente oclusa
- 410** - Uma massa de ar mais quente avançando sobre outra mais fria teremos uma frente:
a) fria
b) quente
c) estacionária
d) oclusa
- 411** - As frentes quentes em relação às frentes frias são:
a) mais rápidas
b) mais lentas
c) não se movem
d) mais frias
- 412** - As frentes quentes no hemisfério sul, deslocam-se:
a) SW para NE
b) NW para SE
c) E para N
d) N para S
- 413** - A condição de tempo numa frente quente é:
a) má visibilidade
b) instabilidade
c) precipitação forte
d) boa visibilidade
- 414** - Numa área ciclônica teremos o vento:
a) calmo
b) médio
c) fraco
d) forte
- 415** - As trovoadas formadas pelo ascenso do ar quente e úmido sobre montanhas são:
a) frontais
b) termais
c) orográficas
d) advectivas
- 416** - Trovoadas induzidas pela convecção térmica local são:
a) frontais
b) advectivas
c) orográficas
d) convectivas
- 417** - Um CB no Hemisfério Sul tem circulação ciclônica no sentido:
a) horário
b) anti-horário
c) horário divergente
d) anti-horário convergente

- 418** - No Hemisfério Sul voando na direção de um CB deve-se:
- a) contorná-lo pela direita
 - b) contorná-lo pela esquerda
 - c) atravessá-lo nos níveis médios
 - d) atravessá-lo nos níveis inferiores
- 419** - O gelo opaco, amorfo ou granular que se forma nas aeronaves, típicos do ar estável é:
- a) escarcha
 - b) geada
 - c) claro
 - d) cristal
- 420** - O gelo que se forma nas aeronaves, de aspecto brilhante, liso, entre 0°C e -10°C e próprio do ar instável é:
- a) escarcha
 - b) geada
 - c) claro
 - d) amorfo
- 421** - O código que designa uma observação de superfície de rotina para fins aeronáuticos é:
- a) TAF
 - b) METAR
 - c) SYNOP
 - d) SIGMET
- 422** - Troposfera se estende na vertical sobre o equador terrestre até:
- a) 19 km
 - b) 12 km
 - c) 9 km
 - d) 5 km
- 423** - A dispersão da Luz começa a ocorrer na:
- a) Ionosfera
 - b) Tropopausa
 - c) Estratosfera
 - d) Exosfera
- 424** - A filtragem seletiva da radiação solar se processa na atmosfera por:
- a) albedo
 - b) insolação
 - c) convecção
 - d) difusão
- 425** - Zero absoluto tem o valor de:
- a) -273°C
 - b) 273°C
 - c) 273°K
 - d) 459°F
- 426** - A temperatura do ponto de orvalho num METAR serve de orientação para se avaliar a umidade do ar; teremos a saturação total quando ao compararmos com a temperatura do ar:
- a) houver diferença de 4° C
 - b) houver diferença de 2°C
 - c) ambas iguais
 - d) a 1ª for menor que a 2ª

427 - Visibilidade no ar é uma consequência direta da:

- a) difusão da luz
- b) absorção da luz
- c) refração
- d) reflexão da luz

428 - Albedo é maior sobre:

- a) areia de praia
- b) neve
- c) gramado
- d) floresta

429 - ISA para a Tropopausa padrão tem o valor de:

- a) $-56,5^{\circ}\text{C}$
- b) 0°C
- c) 15°C
- d) $56,5^{\circ}\text{C}$

430 - Um volume de ar satura quando contém vapor d'água bastante para ocupar parte do volume equivalente a:

- a) 100% do total
- b) 25% do total
- c) 10% do total
- d) 4% do total

431 - Um dos fatores fundamentais para a manutenção do equilíbrio térmico da atmosfera é:

- a) condensação do vapor d'água
- b) processo da condução
- c) radiação solar
- d) evaporação d'água

432 - Em ar saturado a potência de um motor:

- a) aumenta
- b) diminui
- c) depende da aeronave
- d) é indiferente

433 - Coloração vermelha das montanhas ao por do sol identifica na atmosfera presença de:

- a) névoa úmida
- b) chuva
- c) névoa seca
- d) areia em suspensão

434 - A VA de uma aeronave varia:

- a) na razão direta da densidade do ar
- b) na razão inversa da altitude
- c) na razão direta da altitude
- d) na razão inversa da velocidade do som

435 - No FL 50 a temperatura está 12°C . Quantos graus o ar está mais elevado que a condição ISA:

- a) 12°C
- b) 7°C
- c) 5°C
- d) 0°C

436 - Umidade absoluta vem a ser:

- a) quantidade de vapor d' água em %
- b) massa de vapor por massa de ar
- c) massa de vapor por volume de ar
- d) volume de vapor por volume de ar

437 - A temperatura do ar num aeródromo desce continuamente e se aproxima do valor de seu ponto de orvalho. Isto significa:

- a) ar saturado
- b) ar cada vez mais seco
- c) umidade relativa diminuindo
- d) ar cada vez mais úmido

438 - Ponto de orvalho varia na vertical na razão média de:

- a) $0,2^{\circ}\text{C}/100\text{ft}$
- b) $0,8^{\circ}\text{C}/100\text{m}$
- c) $1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$
- d) $2^{\circ}\text{C}/1000\text{m}$

439 - Um piloto espera instabilidade do ar quando:

- a) o céu estiver totalmente encoberto
- b) o céu estiver coberto por camada cumuliforme
- c) houver nevoeiro
- d) o vento for calmo

440 - Uma massa de ar cuja origem é a região central do Brasil é classificada como:

- a) mTk
- b) cTw
- c) cPk
- d) mTw

441 - Nebulosidade inicial que identifica a aproximação de frente fria é:

- a) camada crescente de CI associada a CS
- b) CI isoladas no céu
- c) AS e AC associadas
- d) CB

442 - Um cm de mercúrio exerce pressão de:

- a) 1013,2 hPa
- b) 33,86 hPa
- c) 13,33 hPa
- d) 1,33 hPa

443 - Uma aeronave encontra-se pousada num aeródromo cuja elevação média da pista é 3450ft. A pressão QNH do local no momento é 1008,2 hPa. Qual será a AP da aeronave:

- a) 3600 ft
- b) 3450 ft
- c) 3300ft
- d) 150 ft

- 444** - Uma aeronave na altura de 800m, verifica temperatura do ar de 20°C e ponto de orvalho 13°C. Qual a base das nuvens convectivas aí formadas:
a) 1.575 m b) 1.600m c) 1.675 m d) 1.855 m
- 445** - A nuvem SC é classificada como:
a) alta
b) média
c) de desenvolvimento vertical
d) baixa
- 446** - Visibilidade que define nevoeiro propriamente dito é:
a) igual a 1000 m c) igual a 1000 ft
b) superior a 1000 m d) inferior a 1000 m
- 447** - Nevoeiro marítimo resulta:
a) da radiação terrestre
b) do contato entre ar mais aquecido e água mais fria
c) do contato entre ar mais frio e água mais aquecida
d) do contato entre ar aquecido e úmido e superfície mais fria
- 448** - A turbulência orográfica ou onda de montanha ocorre em relação à montanha:
a) à sotavento c) na base
b) à barlavento d) ao redor da montanha
- 449** - O granizo comunica à nuvem de trovoada na área onde se forma uma coloração:
a) verde b) azul c) negra d) cinza
- 450** - Relâmpagos atingem aeronaves em voo com mais frequência na faixa térmica de:
a) 0°C a -10°C c) 10°C a -10°C
b) 0°C a 10°C d) -10°C a -20°C
- 451** - A operação de pouso e decolagem em condições IFR é obrigatoriamente realizada com ajuste:
a) QNE b) QFE c) QNH d) qualquer
- 452** - Altímetro indicando AP estará ajustado:
a) QNH b) QNE c) QFE d) QFF
- 453** - Um valor de QNH igual a 1017,8 hPa é reportado no METAR como:
a) Q9999 b) Q1018 c) Q1017,8 d) Q1017

454 - Relâmpagos verticais permitem identificar à noite:

- a) trovoadas orográficas
- b) a parte dianteira de uma trovoadas
- c) a parte superior de uma trovoadas
- d) a parte trazeira de uma trovoadas

455 - As seguintes nuvens constituem o grupo de nuvens altas:

- a) AS, CI, CS
- b) CI, CC, CS
- c) AS, NS, ST
- d) CI, CC, SC

456 - O METAR é preparado num órgão de meteorologia chamado:

- a) EMA
- b) EMS
- c) CM
- d) CPA

457 - Num METAR uma visibilidade dada 9999 deve ser interpretada como:

- a) 10 km ou mais
- b) 9 km até 10 km
- c) menor que 9 km
- d) 9 km até 9,5 km

458 - Gelo claro predomina:

- a) abaixo de 0° C em NS
- b) acima de 0° C em CB
- c) entre 0° C e -10° C em CB
- d) Entre -10° C e -20° C em NS

459 - A mensagem meteorológica METAR serve para indicar:

- a) previsão da rota
- b) as condições de tempo em um lugar, em determinada hora
- c) os ventos em altura
- d) o índice de estabilidade

460 - Um avião voa no FL050, ora dentro de nuvens, ora VFR; o piloto observa turbulência dentro de nuvem, porém, estabilidade em céu claro. A nuvem é do tipo:

- a) AC
- b) CU
- c) SC
- d) NS

461 - Monção de verão predomina:

- a) à tarde sobre o litoral
- b) da terra para o mar
- c) do mar para a terra
- d) ao longo de encostas extensas à beira-mar

462 - Ventos que fluem próximos à superfície do mar formam com as isóbaras um ângulo médio de:

- a) 70°
- b) 45°
- c) 25°
- d) 10°

- 463** - O vento provoca transporte de calor na atmosfera por:
- a) radiação
 - b) condução
 - c) advecção
 - d) convecção .
- 464** - Ventos catabáticos são ventos:
- a) da circulação superior
 - b) que descem as encostas alongadas
 - c) que sobem as encostas alongadas
 - d) alíseos
- 465** - Brisa marítima ocorre mais intensificada à:
- a) arde no inverno
 - b) noite no inverno
 - c) noite no verão
 - d) tarde no verão
- 466** - Um vento 18012KT significa vento que flui:
- a) para 180° com 12 km/h.
 - b) de 180° com 12 kt
 - c) de 180° com 12 km/h
 - d) para 180° com 12 kt
- 467** - Estamos estimando nossa aterrissagem em Porto Alegre às 20:00 Z. Ao consultarmos a previsão de tempo do aeroporto (TAF) ela é a seguinte: SBPA 251200 / 252400 0000KT CAVOK TX26/2518Z TEMPO 1921 0000KT 0100 FG VV001. Isto representa que ao chegarmos em Porto Alegre encontraremos o aeroporto:
- a) aberto VMC
 - b) fechado VMC
 - c) aberto IMC
 - d) fechado IMC
- 468** - A abreviatura TCU usada em meteorologia exprime a ocorrência de cumulus:
- a) Humilis
 - b) Mediocri
 - c) Congestus
 - d) Translucidus
- 469** - A inversão de temperatura sempre provoca modificações no tempo local. A mais acentuada é a formação de:
- a) trovoadas
 - b) nevoeiro
 - c) tempestades
 - d) cumulus
- 470** - De posse das temperaturas do ar e do ponto de orvalho dados numa observação meteorológica podemos calcular a altura da base das nuvens convectivas com boa precisão. Para isto devemos subtrair a segunda da primeira e o resultado multiplicarmos por uma constante obtendo o valor da base das nuvens em metros. Esta constante é:
- a) 50
 - b) 75
 - c) 100
 - d) 125

- 471** - Num aeroporto onde existe somente uma EMS (Estação Meteorológica de Superfície), devemos requisitar uma previsão de tempo para um vôo não regular com uma antecedência mínima de:
- a) 2 horas
 - b) 4 horas
 - c) 6 horas
 - d) 8 horas
- 472** - Ao solicitarmos, em fonia, para um CM (Centro Meteorológico): as condições de tempo de um determinado aeroporto, recebemos como resposta no código VOLMET, a palavra OPERACIONAL, isso informa que o aeroporto tem:
- a) visibilidade inferior a 3200m e teto abaixo de 250m
 - b) visibilidade entre 3200m/5000m e teto entre 250/450m
 - c) visibilidade entre 5000m e 10 km e teto entre 300/1500m
 - d) visibilidade maior que 10 km e teto acima de 1500m
- 473** - Se no caso anterior, a palavra em código VOLMET fosse MARGINAL, o Centro Meteorológico além de informar a previsão para pouso completa informaria também:
- a) a última observação à superfície
 - b) o último TAF
 - c) o último SIGMET
 - d) o último PILOT
- 474** - As cartas SIG WX PROG (Cartas de Previsão de Tempo) são confeccionadas diariamente para uso das tripulações:
- a) uma vez
 - b) duas vezes
 - c) três vezes
 - d) quatro vezes
- 475** - Nosso vôo está previsto para o FL 100. Ao consultarmos o vento do nível de vôo devemos fazê-lo na carta "WIND ALOFT PROG" de:
- a) 850hPa
 - b) 700 hPa
 - c) 500 hPa
 - d) 400 hPa
- 476** - Uma frente fria numa Carta de Previsão de Tempo (SIG WX PROG) é representada por uma linha:
- a) contínua
 - b) tracejada
 - c) de vetores triangulares
 - d) de vetores semi-circulares
- 477** - As informações sobre as nuvens são dadas nas cartas de previsão de tempo por uma fração ordinária com numerador e denominador, isto representa respectivamente o valor de:
- a) topo e base
 - b) base e topo
 - c) deslocamento e topo
 - d) base e deslocamento

- 478 - O vento que sopra por efeito do gradiente de pressão e força centrífuga nas proximidades do equador, chama-se:
- a) gradiente
 - b) geostrófico
 - c) barostrófico
 - d) ciclostrófico
- 479 - Correntes aéreas descendentes provocam na superfície:
- a) alta pressão permanente
 - b) alta pressão temporária
 - c) baixa pressão permanente
 - d) baixa pressão temporária
- 480 - Quando passa uma frente fria por um ponto do hemisfério sul, os ventos no ponto giram:
- a) horário
 - b) de SE para NW
 - c) de NW para SE
 - d) de S para N
- 481 - Trovoadas esparsas sobre grande área é a principal característica de trovoada tipo:
- a) oclusa
 - b) fria
 - c) quente
 - d) massa de ar
- 482 - A altitude de ocorrência do nível de formação de gelo é dada na carta de previsão em:
- a) metros
 - b) pés
 - c) hectopascal
 - d) quilômetros
- 483 - A trovoada de frente fria difere da de frente quente por ter:
- a) maior espessura
 - b) maior umidade
 - c) menor espessura
 - d) mais estabilidade
- 484 - A geada é formada por efeito de:
- a) radiação
 - b) advecção
 - c) orografia
 - d) convecção
- 485 - O estágio de maturidade de uma trovoada é definido quando:
- a) há início de convecção
 - b) há degeneração das correntes ascendentes
 - c) a precipitação atinge o solo
 - d) a precipitação termina
- 486 - A turbulência sobre montanhas ou onda orográfica estacionária pode ser denunciada pela presença de nuvens:
- a) cirriformes
 - b) lenticulares
 - c) estratiformes
 - d) cumuliformes

- 487 -** Voamos sobre uma região de baixa pressão, conseqüentemente a leitura de nosso altímetro é:
- a) menor que a real
 - b) maior que a real
 - c) igual à real
 - d) sempre constante
- 488 -** Pedras de gelo ovais, com diâmetro entre 5 e 50 mm e que se originam de nuvens cumuliformes (CB), denominam-se:
- a) saraiva
 - b) escarcha
 - c) granizo
 - d) grão de gelo
- 489 -** Brisa terrestre se tornará mais intensa:
- a) à tarde, no verão
 - b) à noite, no verão
 - c) pela madrugada, no inverno
 - d) à tarde, no inverno
- 490 -** Topo de trovoadas é constituído de massa de:
- a) CU
 - b) AS
 - c) CS
 - d) NS
- 491 -** Oclusão fria é representada em uma análise sinótica por linha:
- a) azul interrompida
 - b) azul e vermelha
 - c) vermelha interrompida
 - d) roxa e contínua
- 492 -** Uma polegada cúbica de mercúrio exerce a pressão de:
- a) 13,332 hPa
 - b) 33,86 hPa
 - c) 36,38 hPa
 - d) 38,33 hPa
- 493 -** As mensagens TAF (previsões de aeródromo) são confeccionadas diariamente para uso das tripulações:
- a) uma vez
 - b) duas vezes
 - c) três vezes
 - d) quatro vezes
- 494 -** Na etapa de cumulus, na formação da Trovoadas, teremos correntes:
- a) ascendentes
 - b) horizontais
 - c) descendentes
 - d) transversais
- 495 -** Uma estreita zona de transição que separa o ar frio e denso das latitudes polares, do ar mais quente e menos denso das latitudes menores chama-se:
- a) ITCZ
 - b) frente intertropical
 - c) frente polar
 - d) CIT

- 496** - De acordo com o enunciado de Buys Ballot, uma aeronave voando no hemisfério sul com vento de cauda, terá as pressões mais altas à:
- a) direita
 - b) para cima
 - c) esquerda
 - d) para baixo
- 497** - Uma aeronave voa a FL 050 com o altímetro ajustado padrão (QNE), sobre o ponto sobrevoado ao nível do mar, a pressão é de 1.009,2 hPa. Qual a altitude indicada da aeronave:
- a) 4.880 ft
 - b) 4.964 ft
 - c) 4.880 m
 - d) 4.964 m
- 498** - O ar mais frio movendo-se sobre uma superfície líquida mais quente teremos nevoeiro do tipo:
- a) orográfico
 - b) radiação
 - c) vapor
 - d) frontal
- 499** - A altura de uma nuvem é dada pelo nível médio do solo até:
- a) topo
 - b) base
 - c) metade
 - d) não há relação
- 500** - São nuvens de desenvolvimento vertical, aquelas que cruzam todos os estágios e se identificam pelas siglas:
- a) AC-AS
 - b) CC-CS
 - c) CU-CB
 - d) NS-CU

a) $\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \rho \right)$
 b) $\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \rho \right)$
 c) $\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \rho \right)$

d) $\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \rho \right)$
 e) $\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \rho \right)$
 f) $\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \rho \right)$

g) $\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \rho \right)$
 h) $\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \rho \right)$
 i) $\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \rho \right)$

j) $\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \rho \right)$
 k) $\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \rho \right)$
 l) $\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \rho \right)$

m) $\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \rho \right)$
 n) $\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \rho \right)$
 o) $\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \rho \right)$

RESPOSTAS

1- c	31-a	61-c	91-a	121-b	151-b	181-b	211-a
2- c	32-a	62-a	92-d	122-d	152-d	182-a	212-b
3- a	33-c	63-d	93-a	123-b	153-b	183-c	213-d
4- c	34-b	64-c	94-a	124-c	154-a	184-a	214-a
5- b	35-d	65-c	95-c	125-c	155-c	185-b	215-d
6- c	36-a	66-c	96-a	126-b	156-b	186-d	216-d
7- c	37-d	67-b	97-c	127-b	157-b	187-b	217-b
8- a	38-a	68-c	98-a	128-d	158-b	188-b	218-d
9- c	39-b	69-d	99-d	129-d	159-b	189-b	219-c
10-b	40-a	70-c	100-a	130-b	160-d	190-a	220-b
11-b	41-d	71-b	101-a	131-a	161-d	191-b	221-a
12-c	42-b	72-a	102-a	132-b	162-c	192-c	222-d
13-a	43-a	73-c	103-c	133-b	163-c	193-a	223-b
14-a	44-c	74-d	104-c	134-c	164-d	194-b	224-a
15-c	45-c	75-b	105-b	135-b	165-d	195-a	225-d
16-b	46-a	76-a	106-b	136-b	166-a	196-c	226-b
17-a	47-a	77-b	107-d	137-b	167-d	197-d	227-b
18-c	48-a	78-d	108-c	138-d	168-b	198-b	228-b
19-b	49-a	79-d	109-b	139-b	169-b	199-c	229-a
20-b	50-b	80-b	110-b	140-a	170-d	200-a	230-d
21-c	51-b	81-b	111-b	141-a	171-b	201-d	231-a
22-c	52-b	82-d	112-a	142-c	172-d	202-d	232-c
23-d	53-d	83-b	113-a	143-b	173-b	203-a	233-b
24-b	54-c	84-c	114-d	144-b	174-b	204-a	234-d
25-a	55-c	85-a	115-b	145-a	175-b	205-a	235-c
26-c	56-d	86-b	116-a	146-b	176-b	206-d	236-c
27-c	57-b	87-a	117-c	147-a	177-b	207-b	237-b
28-c	58-a	88-b	118-a	148-b	178-a	208-b	238-c
29-b	59-c	89-d	119-b	149-b	179-c	209-a	239-c
30-a	60-a	90-c	120-b	150-a	180-c	210-a	240-d

241-c	274-d	307-c	340-b	373-a	406-a	439-b	472-b
242-a	275-d	308-b	341-c	374-c	407-c	440-b	473-a
243-c	276-b	309-c	342-b	375-b	408-b	441-a	474-d
244-b	277-a	310-a	343-b	376-b	409-a	442-c	475-b
245-b	278-a	311-a	344-b	377-c	410-b	443-a	476-c
246-d	279-c	312-c	345-b	378-b	411-b	444-c	477-a
247-b	280-c	313-b	346-a	379-b	412-b	445-d	478-d
248-b	281-b	314-c	347-b	380-c	413-a	446-d	479-b
249-a	282-d	315-c	348-d	381-b	414-d	447-b	480-c
250-b	283-a	316-c	349-c	382-b	415-c	448-a	481-d
251-b	284-d	317-b	350-d	383-b	416-d	449-a	482-b
252-d	285-b	318-c	351-c	384-a	417-a	450-a	483-a
253-d	286-a	319-b	352-a	385-a	418-b	451-c	484-a
254-c	287-d	320-b	353-a	386-a	419-a	452-b	485-c
255-c	288-c	321-c	354-b	387-b	420-c	453-d	486-b
256-c	289-c	322-d	355-b	388-a	421-b	454-b	487-b
257-c	290-a	323-c	356-c	389-a	422-a	455-b	488-a
258-b	291-d	324-a	357-b	390-c	423-c	456-b	489-c
259-d	292-a	325-a	358-c	391-b	424-d	457-a	490-c
260-a	293-b	326-b	359-d	392-d	425-a	458-c	491-d
261-d	294-c	327-a	360-c	393-b	426-c	459-b	492-b
262-c	295-b	328-a	361-c	394-a	427-a	460-c	493-d
263-d	296-b	329-b	362-b	395-b	428-d	461-c	494-a
264-b	297-a	330-c	363-a	396-a	429-a	462-d	495-c
265-c	298-d	331-b	364-a	397-b	430-d	463-c	496-c
266-a	299-d	332-b	365-b	398-b	431-d	464-b	497-a
267-a	300-d	333-c	366-d	399-c	432-b	465-d	498-c
268-a	301-d	334-b	367-a	400-c	433-c	466-b	499-b
269-c	302-c	335-c	368-a	401-c	434-c	467-d	500-c
270-b	303-c	336-b	369-c	402-b	435-b	468-c	
271-c	304-b	337-a	370-b	403-b	436-c	469-b	
272-b	305-b	338-d	371-a	404-b	437-d	470-d	
273-a	306-b	339-a	372-a	405-a	438-d	471-d	

BIBLIOGRAFIA

Meteorologia Tropical – Herbert Riehl (Departamento de Meteorologia da Universidade de Chicago) USAID – 1965.

Manual de Meteorologia Aeronáutica – Farid Cezar Chede – ETA (Editora Técnica de Aviação Ltda) – 1976.

MMA-DR-105-2 – *Meteorologia para Pilotos* – MAER (Ministério da Aeronáutica).

MMA-DR-105-3 – *Meteorologia para Aeronavegantes* – MAER (Ministério da Aeronáutica).

MMA-105-2A – *Observação à Superfície* – MAER (Ministério da Aeronáutica).

IMA-105-1 (M2) – DEPV (Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Vôo) – janeiro, 96.

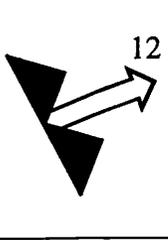
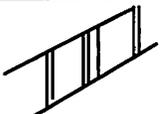
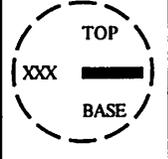
FCA – 105-2 – DEPV (Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Vôo) – agosto, 2000.

MMA 105-12 (M1) – DEPV (Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Vôo) – janeiro, 96.

FMA 105-11 DEPV (Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Vôo) – agosto, 97.

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

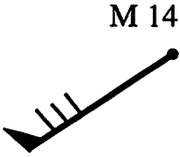
CARTAS DE SUPERFÍCIE DE TEMPO SIGNIFICATIVO DE HORA FIXA

	TROVOADA		CHUVA CONGELANTE
	TEMPESTADE TROPICAL	e	NEVE
	LINHA DE INSTABILIDADE	e	NEVE E CHUVA MISTURADAS
	GRANIZO	Δ	GRÃOS DE GELO
	PANCADA DE CHUVA	∞	NÉVOA SECA
	TURBULÊNCIA MODERADA	≡	NÉVOA ÚMIDA
	TURBULÊNCIA FORTE		FUMAÇA
	GELO MODERADO		PANCADA
	GELO FORTE		NEVE LEVANTADA PELO VENTO
	ONDAS OROGRÁFICAS	S	NÉVOA FORTE DE AREIA OU POEIRA
	TEMPESTADE DE AREIA OU POEIRA	'	CHUVISCO
	ZONA DE TURBULÊNCIA EM CÉU CLARO OU FORMAÇÃO DE GELO		CHUVA
			NEVOEIRO
			LIMITES DE ZONAS DE TEMPO SIGNIFICATIVO
	A SETA INDICA A DIREÇÃO DO DESLOCAMENTO DA FRENTE E OS NÚMEROS DA VELOCIDADE PREVISTA (EM NÓS)		
	ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL		ZONA DE CAT OU FORMAÇÃO DE GELO INCLUEM LIMITES SUPERIORES E INFERIORES EM CENTENAS DE PÉS

ABREVIATURAS

FRQ	FREQÜENTE	SCT	ESPARSA
LYR	CAMADA OU CAMADAS	OCNL	OCASIONAL
CLD	NUVENS	CAT	TURBULÊNCIA EM AR CLARO

CARTAS DAS SUPERFÍCIES ISOBÁRICAS PADRONIZADAS

H	CENTRO DE ÁREA DE DIVERGÊNCIA (HIGT)
L	CENTRO DE ÁREA DE CONVERGÊNCIA (LOW)
	O QUADRO GERAL DO FLUXO DO VENTO É REPRESENTADO POR LINHAS DE CORRENTE.
	O EIXO DA CORRENTE DE JATO É REPRESENTADO POR UMA LINHA GROSSA E O VALOR DO VENTO POR SETAS, BANDEIROLAS E REBARBAS.
	ÁREAS DE TURBULÊNCIA ASSOCIADAS COM A CORRENTE DE JATO SERÃO INDICADAS PELO GRAU DE INTENSIDADE NOS NÍVEIS SELECIONADOS.
	AS DIREÇÕES E VELOCIDADES DO VENTO SÃO INDICADAS EM PONTOS SELECIONADOS DE COORDENADAS, SEGUIDAS DO VALOR PREVISTO DA TEMPERATURA PARA O PONTO, EM GRAUS. OS VALORES DAS TEMPERATURAS SÃO PRECEDIDOS DAS LETRAS "P" OU "M", PARA TEMPERATURAS POSITIVAS OU NEGATIVAS RESPECTIVAMENTE.
	POSIÇÃO, VELOCIDADE E NÍVEL DO VNT MÁX.

FRENTES, LINHAS DE CONVERGÊNCIA

	FRENTE FRIA NA SUPERFÍCIE
	FRENTE FRIA SUPERIOR
	FRENTE QUENTE NA SUPERFÍCIE
	FRENTE QUENTE SUPERIOR
	FRENTE OCLUSA NA SUPERFÍCIE
	FRENTE OCLUSA SUPERIOR
	FRENTE SEMI-ESTACIONÁRIA NA SUPERFÍCIE
	FRENTE SEMI-ESTACIONÁRIA SUPERIOR
	LINHA DE CONVERGÊNCIA

LIVROS DESTA EDITORA

✕ TÉCNICOS AERONÁUTICOS

AERODINÂMICA DE ALTA VELOCIDADE – PLA – Newton Soler Saintive

AERODINÂMICA E TEORIA DE VÔO – Noções Básicas – PP – Jorge M. Homa

AERONAVES E MOTORES – Conhecimentos Técnicos – PP – Jorge M. Homa

AVIATION ENGLISH COURSE – Demostene Marinoto

CIV – CADERNETA INDIVIDUAL DE VÔO – AVIÃO E HELICÓPTERO

CIV – CADERNETA INDIVIDUAL DE VÔO – PLANADOR

COMISSÁRIO DE VÔO – 600 QUESTÕES – Adalberto Mohai Szabó Júnior

EXERCÍCIOS DE TEORIA DE VÔO – Newton Soler Saintive

HELICÓPTERO – Conhecimentos Técnicos – PP/PLA – Paulo Rodrigues

LEGISLAÇÃO AERONÁUTICA COMENTADA – Ênfase em Manutenção – MMA – Adílio Marcuzzo Júnior

MANUAL DE VÔO A VELA – Jorge R. Neumann

MEDICINA AERONÁUTICA – UIRATEONTEON – Dr. José Eduardo Helfenstein

MECÂNICO DE MANUTENÇÃO DE AERONAVES - 600 QUESTÕES - Adalberto M. S. Jr

METEOROLOGIA – PP/PC – João Baptista Sonnemaker

METEOROLOGIA AERONÁUTICA - 700 TESTES - VOL. I - PP - Ronaldo Gomes Brandão

METEOROLOGIA AERONÁUTICA - 800 TESTES - VOL. II - PC/IFR/PLA - Ronaldo G. Brandão

MODERNO VÔO DE DISTÂNCIA EM PLANADORES – J. A. Widmer

NOVA SÍNTESE DA NAVEGAÇÃO AÉREA – 1ª Parte – PP – Manoel Agostinho Monteiro

NOVA SÍNTESE DA NAVEGAÇÃO AÉREA – 2ª Parte – PC – Manoel Agostinho Monteiro

O VOO A VELA – PLANADORES – João Alexandre Widmer

PERFORMANCE DE AVIÕES A JATO, PESO E BALANCEAMENTO – PC – N. S. Saintive

REGULAMENTOS DE TRÁFEGO AÉREO – Vôo Instrumentos – PC – Plínio O. Lima Jr

REGULAMENTOS DE TRÁFEGO AÉREO – Vôo Visual – PP – Plínio de O. Lima Júnior
REGULAMENTOS DE TRÁFEGO AÉREO – 1 500 Questões – Plínio de O. Lima Júnior
ROTEIROS DE NAVEGAÇÃO AÉREA – Vol. I – PP – Manoel Agostinho Monteiro
ROTEIROS DE NAVEGAÇÃO AÉREA – Vol. II – PC – Manoel Agostinho Monteiro
TEORIA DE VÔO – Introdução à Aerodinâmica – PP/PC – Newton Soler Saintive

ESPORTES NÁUTICOS

ÁGUA, ÁGUA!!! Principais Regras de Regata a Vela – Trygve Bernhardsen, Cláudio E. Ferraz e Tereza Deutsch

DIVERSOS

ANJOS EM ALERTA – Romance – Alonir P. Gonçalves

COLHEITA NO TEMPO – Poesia – Celso Fonseca Júnior

FRAGMENTOS DO CORAÇÃO – Memórias – Agnesi Frascoli

LABAREDAS DO CORAÇÃO – Romance/ memórias – Agnesi Frascoli

MOMENTOS DE DECIDIR - Fatios e Reminiscências – Memórias – Alcebiades de Barros Calhao

O MISTÉRIO DO 707 – Romance – Oswaldo Profeta

O VÔO POÉTICO – Poesias – Célio de Abreu

PORTA DE HANGAR – Crônicas da Aviação – Crônicas – Celso Fonseca Júnior

WELCOME ABOARD – Bem vindo a bordo – Contos – Leon Romero

TURISMO

ASAS DO VENTO – Livro de fotos – Gerard Moss

EXTREMOS DAS AMÉRICAS – Fotos e texto – Gérard e Margi Moss

LIVRO DE VIAGEM – ASA

PÉ NA ESTRADA – Guia de Viagem pela América do Sul – Ricardo C. Abbamonte

CULINÁRIA

NA MEDIDA CERTA – Lise Aron



ASA – EDIÇÕES E ARTES GRÁFICAS LTDA.

Rua Estevão Baião, 217 – São Paulo – SP

04624-000 – Tels./fax 0 (11) 5542 2321 / 5542 3846

www.asaventura.com.br

e-mail: editora-asa@asaventura.com.br

O estudo da meteorologia é complexo dado às constantes mudanças que ocorrem sem terem sido previstas, advindas muitas vezes de fenômenos locais.

O autor deteve-se somente nas informações deste estudo, que fossem mais adequadas para a utilização aeronáutica.

*É um meteorologista e professor com larga experiência em Centros Meteorológicos, nas pesquisas e sondagens feitas por varios anos em aeroportos de todo Brasil onde pode conhecer a fundo a **METEOROLOGIA** e ainda, somam-se a isto os anos de cursos e aulas ministradas em diversas escolas civis e militares.*

*Esta obra é dirigida para um ensino mais objetivo que corresponde mais diretamente as necessidades do dia a dia, sem nunca esquecer o conteúdo integral para as provas do DAC. Agora esta nova obra, revitalizada, modernizada e atual conta com **fotos coloridas das principais nuvens**, o que é uma inovação no meio aeronáutico nacional.*



EDITORA
ASA

ISBN 978-85-86262-38-8



9 788586 262388