

Tipos de nuvens e sua relação com o quadro sinótico

Nebulosidade

- Aglomeração de um grande número de gotículas de água e/ou cristais de gelo;
- Diâmetro das gotículas varia de 5 a 15 μm ;
- Importância do conhecimento e observação de nuvens, pois as características da atmosfera estão refletidas na forma, quantidade e estrutura das nuvens;
- A formação da nuvem ocorre quando parte do vapor d'água contido na atmosfera se transforma no estado líquido ou sólido e para isso:
 - Ar saturado ou próximo à saturação;
 - Presença de um número suficiente de núcleos de condensação ou aerossóis, ao redor dos quais se fixa o vapor por condensação ou sublimação;
 - Resfriamento por levantamento ou por acréscimo de umidade;
 - O processo mais comum de resfriamento é quando o ar sobe e, por diminuição da pressão atmosférica, se expande;
 - Movimento horizontal contra a topografia;

- Ar próximo ao solo que se aquece por contato com a superfície, fica mais leve e sobe;
- Encontro de massas de ar quentes e frias;
- Observações demonstraram que as nuvens se encontram geralmente numa faixa de altitudes que varia segundo a posição latitudinal:

Estágio	Região tropical	Região temperada	Região polar
Baixo	superfície a 2 km	superfície a 2 km	superfície a 2 km
Médio	2 a 8 km	2 a 7 km	2 a 4 km
Alto	6 a 18 km	5 a 13 km	3 a 8 km



Figura 1

Classificação internacional quanto à forma e à altura

- Cumulus e Cumulonimbus: normalmente com as bases no estágio baixo e quando bem desenvolvidos, seus topos atingem os estágios médio e alto;
- Stratocumulus e Stratus: estágio baixo;

- Nimbostratus: estágio médio, comumente estendendo-se aos demais estágios;
- Altostratus: estágio médio, comumente estendendo-se ao alto;
- Alto cumululus: estágio médio;
- Cirrus, Cirrocumululus e Cirrostratus: estágio alto.

Baixas

Cumululus (Cu)

- Nuvens isoladas, geralmente densas e de contornos bem definidos, desenvolvendo-se verticalmente em forma de mamilões, domos ou torres;
- Quando iluminado pelo sol apresenta um branco bem brilhante e sua base é sensivelmente horizontal;
- Constituídos principalmente por gotículas de água, podem apresentar cristais de gelo nos topos;
- Pode apresentar diferentes estágios de desenvolvimento vertical; em regiões tropicais, os maiores exemplares provocam abundante chuva na forma de pancadas;
- Originam-se sob o efeito de correntes convectivas, associadas a consideráveis decréscimos de temperatura nas camadas baixas da atmosfera;
- Podem provir de alto cumululus ou de evolução de stratocumululus e stratus (verificado freqüentemente de manhã sobre os continentes);

- Algumas espécies:

➤ *Humilis*

- Massas destacadas com algum desenvolvimento vertical, mas aparentemente lisa no topo (quando possuem topos arredondados se chamam mediocris); quando desfeitas pela turbulência se designam fractocumulus.
- Tem marcado crescimento diurno sobre o continente, desenvolvendo-se até o meio da tarde e decaindo depois; sobre a costa ou sobre o oceano ocorrem freqüentemente pela noite.
- Cada célula representa a camada condensada de uma corrente ascendente úmida imersa em meio claro, seco e subsidente.
- Em geral está associado com bom tempo, e sendo assim são também chamados "cumulus de bom tempo".



Figura 2

➤ *congestus*

- Nuvens com considerável desenvolvimento vertical, cujos topos têm bordas protuberantes, indicando fortes ascensões (mas ainda sem exibir franjas e fibras);
- Indica uma camada úmida mais espessa do que no caso do *humilis*;
- Podem ter altura de topos limitados por camadas com menor lapse rate ou mesmo inversões; ou então por camadas subjacentes muito secas;
- Sua existência indica camadas profundas de instabilidade e favorecimento por escoamento ciclônico em altitude, geralmente acima de 500 hPa; pode ter importantes implicações no desenvolvimento de pancadas e tempestades.

➤ *Cumulonimbus (Cb)*

- Nuvem densa e possante de grande dimensão vertical, em forma de montanha ou de enormes torres; as dimensões horizontais e verticais são tão grandes que a forma característica da nuvem só pode ser vista a longa distância;
- Uma parte da região superior é geralmente lisa, fibrosa ou estriada e quase sempre achatada; esta parte pode se desenvolver em forma de bigorna ou vasto penacho;
- Constituídos por gotículas de água em suas partes inferiores e por cristais de gelo nas superiores; pode conter grandes gotas de chuva e granizo;

- Seu aspecto é sombrio e ameaçador, habitualmente sendo acompanhado por trovões, relâmpagos e fortes pancadas de chuva;
- Sua formação está associada a cumulus bastante volumosos e desenvolvidos, sendo portanto análoga à de cumulus;
- Após a fase de cumulus congestus, ocorre o cumulonimbus calvus, quando existe um limite claro da nuvem (sem fibras ou franjas ou formações do tipo bigorna); daí para a fase madura (cumulonimbus capillatus) o desenvolvimento é bastante rápido;
- A fase calvus implica no início de fortes pancadas, culminando no estágio capillatus;
- Pode se desenvolver de um altocumulus ou de um altostratus cujas partes superiores apresentam protuberâncias (nesse caso, sua base está bem elevada);
- A existência de cumulonimbus implica, praticamente sempre, em intensa precipitação, forte turbulência, presença de rajadas e avanço de linhas de instabilidade;
- Podem conter granizo, que é um dos hidrometeoros mais destrutivos e também ocasionar tornados.

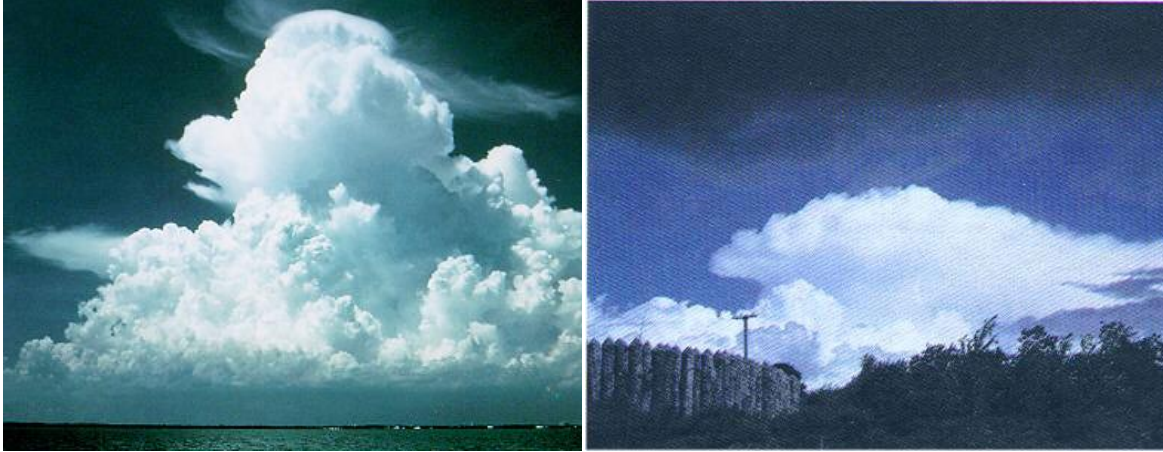


Figura 3

Stratocumulus (Sc)

- Camada de nuvens cinzentas e/ou esbranquiçadas, tendo quase sempre partes escuras em formas de lajes, seixos ou rolos em geral agrupados;
- Constituídos de gotículas de água, por vezes acompanhada por gotas de chuva;
- Frequentemente são observados lençóis de stratocumulus em dois ou mais níveis, simultaneamente;
- Raramente se apresentam na forma de amêndoas com contornos bem delineados ou na forma de torres com base comum;
- Pode ser espesso o bastante para ocultar totalmente o sol (opacus), bem como pode permitir a identificação da posição do sol (translucidus);
- Alguns tipos:
 - *Cumulogenitus*: formam-se frequentemente em consequência da expansão das partes superiores e medianas de cumulus ou

cumulonimbus, perdurando enquanto houver o aquecimento e a inversão em pequena altitude;

- *Vesperalis*: pode resultar do enfraquecimento dos cumulus, no final da tarde ou à noite;

✓ Ambos são em geral seguidos de céu claro (durante a noite).

- Pode ser também do aumento dos elementos de um altocumulus, sendo que um stratocumulus alto é facilmente confundível com um altocumulus baixo, com a diferença básica de que o stratocumulus não produz o fenômeno de coroa;
- Estão associados à precipitação de intensidade sempre fraca, relacionado com o pequeno deslocamento vertical dentro da nuvem; freqüentemente produzem diminuição da visibilidade.

Stratus (St)

- Camada de nuvens geralmente cinzenta, com base bastante uniforme, podendo dar lugar a chuvisco; o contorno do sol e da lua são visíveis através dessa camada, porém é mais comum estarem completamente encobertos;
- Constituído por pequeninas gotículas d'água; em temperaturas muito baixas, pequenas partículas de gelo;
- Apresenta-se sob a forma de uma camada cinzenta, de aspecto turvo e muito uniforme, cuja base é suficientemente baixa para encobrir obstáculos relativamente altos; em geral sua superfície inferior apresenta algumas ondulações;

- Stratus em camada resulta da queda da temperatura nos níveis mais baixos da atmosfera; stratus em fragmentos representam um estado transitório de curta duração da formação ou desagregação de camadas contínuas (fractostratus);
- Seu processo de formação é semelhante ao stratocumulus, entretanto com menos turbulência (associado a um campo de vento menos intenso) e conseqüentemente com camada limite mais rasa; assim, o topo de stratus é mais baixo do que de stratocumulus;
- Um dos mecanismos de resfriamento também deve existir:
 - Ascensão orográfica, produzindo nevoeiro de encosta que é erguido por mistura;
 - Resfriamento radiativo ou advectivo, ocasionando nevoeiro de radiação-advectação que é erguido por mistura;
 - Evaporação por chuva, produzindo nevoeiro pré-frontal (conhecido como stratus de mau tempo).
- Pouco significado sinótico, em comparação com demais nuvens; pode servir como indicativo do limite de ar frio próximo à frente quente.

Médias

Nimbostratus (Ns)

- Camada de nuvens cinzentas baixas de grande extensão com base difusa, muitas vezes sombria, com espessura suficiente para ocultar completamente o sol; é também denominado altostratus opacus;

- Constituído de gotículas de água, gotas de chuva, cristais ou flocos de gelo ou de uma mistura de todas; apresenta coloração cinza bem escuro e não apresenta fibras;
- Nas regiões tropicais, durante intervalos de chuva, é possível observar os nimbostratus de dividirem em nuvens distintas e tornarem a se juntar rapidamente;
- Resulta da lenta ascensão de camadas de ar de grande extensão horizontal, a alturas suficientemente elevadas; pode provir do espessamento de um altostratus precipitante ou da expansão de um cumulonimbus;
- Produz chuva mais acentuada do que stratus;
- Frequentemente denota a existência de uma frente na qual ocorre o levantamento forçado (ou dinamicamente induzido);
- Sua evolução é de grande valia para previsão local; pode também facilitar a detecção de novos sistemas em desenvolvimento.

Altostratus (As)

- Lençol de nuvens cinzentas ou azuladas, de aspecto estriado e fibroso, cobrindo inteira ou parcialmente o céu, com partes suficientemente finas para se avistar o sol;
- Formado por gotículas de água, gotas de chuva e cristais de gelo; não apresenta halo;
- Quase sempre, com grande extensão horizontal (várias centenas de km) e dimensão vertical considerável (milhares de metros);

- Pode ser composto por duas ou mais camadas superpostas em níveis próximos, muitas vezes soldadas;
- Não ocorre precipitação intensa;
- Pode resultar do espessamento do véu de cirrostratus ou de altocumulus precipitantes;
- Principalmente nas regiões tropicais, é proveniente da expansão da parte mediana ou superior de um cumulonimbus;



Figura 4

Altocumulus (Ac)

- Camada de nuvens brancas e/ou cinzentas, tendo geralmente sombras próprias (pouco acentuadas) e apresentando formas de lâminas e rolos;
- Aspecto pode ser fibroso ou difuso, agrupados ou não;
- Em sua maioria são constituídos por gotículas d'água, porém podem haver cristais de gelo;

- Apresentam-se como lençol de grande extensão, com elementos isolados ou não, dispostos com bastante regularidade;
- Por vezes, elementos consecutivos em forma de seixos seguem uma ou duas direções, com suas bordas quase se tocando; esta configuração apresenta canais de céu claro;
- Freqüentemente são observados simultaneamente em dois ou mais níveis (*altocumulus duplicatus*), significando que esta nuvem ocorre em uma grande faixa de altitudes;
- Sua formação:
 - Nos níveis altos, pode se dar a partir do aumento de *cirrocumulus* ou pode ser derivado de *cumulonimbus*;
 - Quase sempre se dá em consequência de turbulência ou convecção em níveis médios, a partir da transformação de *altostratus* e *nimbostratus*;
 - Do desenvolvimento de um *cumulus* ou *stratocumulus* nos níveis baixos.
- Ocorre o fenômeno de coroa quando sua borda passa pelo sol e/ou lua;
- Variedades:
 - *translucidus*
 - Relativamente fina (semi-transparente) com coloração variando de branca a cinza escuro;

- Os elementos são estáveis em aparência, isto é, não variam muito;
- Formado pela transformação de altostratus com pequenas células de convecção própria;
- Sua presença indica pequeno movimento ascendente e é mais comum não ser seguido de precipitação.



Figura 5

➤ *lenticularis*

- Em forma de amêndoas ou peixes continuamente em transformação e/ou ocorrendo em diferentes níveis;
- Formadas por levantamento indireto em camadas estáveis (não turbulentas), na qual a camada é levemente erguida por movimentos das camadas inferiores; em geral, essas nuvens aparecem sobre montanhas onde o ar é forçado a subir;
- Sua formação requer, portanto, uma camada relativamente úmida pois em camadas estáveis não há grande deslocamento

vertical para grande variações de temperatura.



Figura 6

➤ *radiatus*

- Camadas que parecem radiar de um ponto no horizonte, em bandas paralelas, espalhando-se pelo céu, aumentando de espessura;
- Basicamente sua formação é baseada no espalhamento pelo levantamento em conjunto com instabilidade desenvolvida na própria camada de nuvem, como anteriormente, porém na presença de forte cisalhamento vertical;
- Tal cisalhamento é responsável pelo alinhamento das células em bandas paralelas; quanto maior o cisalhamento maior o paralelismo;
- Noção da posição do jato a partir de observações deste tipo de nuvem e respectivos deslocamentos.

➤ *cumulogenitus*

- Formado a partir do crescimento vertical de cumulus, que ao atingir um nível estável não consegue subir e portanto se espalha, formando folhas de nuvens; nesses casos, em geral, houve evaporação da base da nuvem;
- Geralmente associado e produzido em situações de bom tempo, na qual o céu sobre o continente passa por significativa evolução diurna;
- Se foi formado pelo aquecimento diurno, é de se esperar que a nuvem se dissipe durante a noite;
- Se persistir, indica que existe aquecimento por baixo e que existe inversão em altitude.

➤ *opacus*

- Envolve os seguintes casos: altocumulus em duas camadas (duplicatus) usualmente opacos e não aumentando, uma camada espessa de altocumulus não aumentando e altocumulus e altostratus presentes no mesmo nível ou em níveis diferentes;
- Ocorre muito frequentemente bem próximo a altostratus ou em combinação com ele;
- Geralmente indica a aproximação de um fraco distúrbio associado a pouca chuva; por si só raramente produz mais do que leves garoas.

➤ *floccus (ou castellatus)*

- Similar ao translucidus, com exceção de elementos com certo desenvolvimento vertical (embora limitado) em forma de tufos ou torres (crescem mais);
- Quando isolado de outras nuvens é comumente observado no começo do dia, antes de iniciar o ciclo diurno (isto indica que a perda radiativa no topo da nuvem durante a noite contribuiu para sua formação) e indica condições pré-tormentosas;
- Sua precipitação individual é quase negligenciável.

Altas

Cirrus (Ci)

- Nuvens isoladas, com textura fibrosa, em geral sem sombra própria, geralmente de cor branca e freqüentemente com brilho sedoso ;
- Constituídos por cristais de gelo de forma delgada em faixas largas e paralelas, parecendo convergir para o horizonte;
- Quase todas as formas são translúcidas, não necessariamente por sua espessura, mas principalmente por sua densidade limitada devido a:
 - pequena quantidade de vapor d'água disponível no nível de observação;
 - pequeno número de núcleos de condensação.
- Raramente apresentam halos circulares;
- Formam-se da evolução da bigorna de cumulonimbus, da evolução de cirrocumulus e também da transformação de cirrostratus;

- Algumas espécies:

- *Filosus (ou Fibratus)*

- Emaranhados de cirrus espalhando-se por todo o céu, sem aumentar em quantidade, sem formar camada contínua e não apresentando concentração em dada direção;
- Representam um estágio degenerado de cirrus e, portanto é observado bem distante da região de condensação do distúrbio sinótico.

- *Uncinus*

- Cirrus em forma de ganchos ou anzóis com a característica de aumento gradual por todo o céu;
- Estão relacionados com o jato de altos níveis, e o gancho indica o cisalhamento vertical do vento na altitude do jato;
- Podem indicar a aproximação de frente quente; isto é geralmente certo se for seguido de cirrostratus.

- *Spissatus (ou Nothus ou Densus)*

- É originado da parte superior de um cumulonimbus ou pode ainda estar fazendo parte dele;
- Geralmente indicam a aproximação de pancadas ou tempo tormentoso.



Figura 7

Cirrocumulus (Cc)

- Camada fina de nuvens brancas, sem sombra própria, composta de elementos em forma de grânulos, rugas, agrupados ou não e dispostos aproximadamente de maneira regular;
- Constituído por cristais de gelo quase que exclusivamente; as poucas gotículas existentes rapidamente se transformam em cristais;
- São sempre suficientemente transparentes para deixarem aparecer a posição do sol ou da lua, e podem ser observadas coroas;
- Não deve ser confundido com pequenos altocumulus;
- Existem todos os estágios de transição entre cirrocumulus e altocumulus, o que era esperado, uma vez que seu processo de formação é o mesmo;
- O termo cirrocumulus é usado quando a nuvem satisfaz um ou mais dos critérios;
- Há conexão evidente com cirrus e cirrostratus;
- Resulta de uma transformação de cirrus e cirrostratus;

- Apresenta características de nuvens de cristais de gelo;
- Algumas espécies:
 - *Stratiformis*
 - *Lenticularis*
 - *Castellatus*
- Na região adiante de um distúrbio sinótico, em geral os cirrus estão acompanhados por cirrocumulus;
- Seu significado sinótico depende da transformação que o originou, e portanto, não possui regra geral.



Figura 8

Cirrostratus (Cs)

- Véu de nuvens transparente e esbranquiçado, de aspecto fibroso ou liso, cobrindo inteiramente ou parcialmente o céu e dando lugar a fenômenos de halo;

- Algumas vezes a camada é tão tênue que o halo é o único indício de sua presença, e o céu fica "leitoso";
- Constituído basicamente por cristais de gelo, com bordas em geral franjadas de cirrus;
- Espécies:
 - *fibratus*
 - *nebulosus*
- Sua formação pode ser:
 - Ascensão lenta, a níveis bastante elevados, de camadas de ar de grande extensão horizontal;
 - Fusão de cirrus ou de elementos do cirrocumulus;
 - Pela expansão da bigorna de um cumulonimbus;
- Geralmente indica a aproximação de uma frente quente e que o distúrbio está apenas entrando na área;
- A seqüência de nuvens cirrus a cirrostratus e altostratus dá a expectativa de nimbostratus e chuva;
- Existem as sub-divisões:
 - Cirrostratus com azimute acima e abaixo de 45° para efeitos de coloração segundo a posição do sol;
 - Cobrindo todo o céu;
 - Ambas significando aproximação do distúrbio;

- Não aumentando e não cobrindo todo o céu;
- Ocorrem nas bordas laterais do distúrbio, nas altitudes onde o espalhamento lateral por levantamento é bem fraco;
- Geralmente indica que o distúrbio está passando pelo setor mais quente (ao norte, no HS) do observador.



Figura 9

Questionário

- 1) Como as nuvens podem ser classificadas?
- 2) Como a estabilidade do ar influencia o desenvolvimento vertical?
- 3) Como e porque a composição das nuvens varia com a altitude?
- 4) Distinga as nuvens estratiformes e as cumuliformes.
- 5) Selecione duas imagens de satélite no infravermelho (em horários diferentes!!) e detecte algumas formas de nuvem.
- 6) Quais os requisitos para a formação de nuvem?
- 7) Esquematize a evolução do Cumulus (do Humilis até o Cb).

8) Associe perdas radiativas (ROL) com nuvens opacas e translucidas.

Referências

Manual de Meteorologia, Ministério da Aeronáutica, Diretoria de Rotas Aéreas.

Apostila Clouds do PLSD.