

## 5 – 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 $\mu$ m;
- 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 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:

<b>Estágio</b>	<b>Região Tropical</b>	<b>Região Temperada</b>	<b>Região Polar</b>
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



---

## Classificação internacional quanto à forma e a altura

---

- Cumulus e cumulonimbus → normalmente com as bases no estágio baixo, 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.
- Altocumulus → estágio médio.
- Cirrus, cirrocumulus e cirrostratus → estágio alto.

---

## Baixas

---

### Cumulus (Cu)

- Nuvens isoladas, geralmente densas e de contornos bem definidos, desenvolvendo-se verticalmente em forma de domos ou torres.
- Quando iluminados pelo sol apresentam um branco bem brilhante e sua base é sensivelmente horizontal.
- Constituídos principalmente por gotículas de água, podem apresentar cristais de gelo nos topos.
- Podem 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 altocumulus ou da evolução de stratocumulus e stratus (verificado freqüentemente de manhã sobre os continentes).
- Algumas espécies:

#### ➤ *Humilis:*

- massas destacadas com algum desenvolvimento vertical, mas aparentemente lisas no topo (quando possuem topos arredondados se chamam *mediocris*); quando desfeitas pela turbulência se designam *fractocumulus*.
- têm 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 à noite.
- cada célula representa a camada condensada de uma corrente ascendente úmida imersa em meio claro, seco e subsidente.

- em geral estão associados a bom tempo, sendo assim são também chamados "cumulus de bom tempo".



➤ *Congestus:*

- nuvens com considerável desenvolvimento vertical, cujos topos têm bordas protuberantes, indicando fortes ascensões (mas ainda sem exhibir franjas e fibras).
- indicam uma camada úmida mais espessa do que no caso *humilis*.
- podem ter altura do topo limitada por camadas com menor lapse-rate ou mesmo inversões, ou então por camadas sobrejacentes muito secas.
- sua existência indica camadas profundas de instabilidade e favorecimento por escoamento ciclônico em altitude, geralmente acima de 500 hPa; podem 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.
- constituído 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.
- pode conter granizo, que é um dos hidrometeoros mais destrutivos e também ocasionar tornados.



### 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 freqüentemente 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).
- Podem ser também do aumento dos elementos de um altocumulus, de modo 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 a precipitação de intensidade sempre fraca, relacionada ao 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 do stratus é mais baixo que do stratocumulus.
- Um dos seguintes 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.



### 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.
- Frequentemente 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.



➤ *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), onde 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 grandes variações de temperatura.



➤ *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 respectivo deslocamento.

➤ *Cumulogenitus:*

- formado a partir do crescimento vertical de cumulus, que ao atingir um nível estável não consegue subir e 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 freqüentemente 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 limitados) 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, são observados 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, 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 indica a aproximação de pancadas ou tempo tormentoso.



### 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.
- Constituídos 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 devem ser confundidos com pequenos altocumulus.
- Existem nos 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.



### 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.



---

### Questionário

---

- 1 - Como as nuvens podem ser classificadas?
- 2 - Como a estabilidade do ar influencia o desenvolvimento vertical?
- 3 - Como e por que a composição das nuvens varia com a altitude?
- 4 - Distinga as nuvens estratiformes e 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 uma nuvem?
- 7 - Esquematize a evolução do Cumulus (do *humilis* até o Cb).
- 8 - Associe perdas radiativas (ROL) com nuvens opacas e translúcidas.

---

### Bibliografia:

Manual de Meteorologia, Ministério da Aeronáutica, Diretoria de Rotas Aéreas.  
Apostila Clouds do PLSD.