



## NUVENS E PRECIPITAÇÃO

As nuvens constituem o efeito visível de uma série de fatores dinâmicos e termodinâmicos que se produzem na atmosfera. Em qualquer momento, cerca de metade da superfície do planeta encontra-se coberta de nuvens com espessuras bastante variadas. Todas estas nuvens sofrem grandes variações tanto no tempo como no espaço e algumas têm usualmente uma duração efémera. Um Cumulonimbo pode desenvolver-se tão rapidamente que 30 minutos após o seu aparecimento, como uma pequena nuvem, já poderá ter uma extensão vertical na ordem dos 10 Km ou mais e, passada mais uma hora, ter dissipado. Cada tipo de nuvem apresenta para a aeronáutica os mais diversos condicionalismos, daí a necessidade de as conhecer.

### **Classificação internacional das nuvens (*Descrição, altura, Altitude extensão vertical*).**

A identificação das formas de nuvens baseia-se em definições específicas e descrições dadas no Atlas Internacional de Nuvens. As nuvens encontram-se num processo contínuo de evolução e aparecem numa variedade infinita de formas. É, no entanto, possível definir um número limitado de formas características, frequentemente observadas em todo o mundo, nas quais se podem agrupar, em linhas gerais, as nuvens.

Foi estabelecida uma classificação das formas características das nuvens, em termos de géneros, espécies e variedades. No âmbito desta disciplina interessa apenas referir os géneros, em número de dez e que são:

- **Cirros (Ci)** - Nuvens isoladas - filamentos brancos e delicados - bancos ou faixas estreitas brancas ou quase brancas - aspeto fibroso ou sedoso.
- **Cirrocúmulos (Cc)** - Banco, lençol ou cantada delgada de nuvens brancas, sem sombras próprias, constituídas por elementos muito pequenos em forma de grãos, de pregas, etc.; ligados ou não, e dispostos mais ou menos regularmente;

a maioria dos elementos tem largura aparente inferior a um grau.

- **Cirrostratos (Cs)** - Véu nebuloso transparente e esbranquiçado, de aspeto fibroso ou liso, que cobre total ou parcialmente o céu. Pode produzir fenómenos de halo.
- **Altostratos (As)** - Lençol ou camada de nuvens brancas ou cinzentas, geralmente com sombras próprias, constituídas por lâminas, massas globulares, rolos, etc.; às vezes parcialmente fibrosos ou difusos, ligados ou não. A maioria dos elementos dispostos regularmente têm largura aparente entre um e cinco graus.
- **Altostratos (As)** - Lençol ou camada de nuvens acinzentadas ou azuladas de aspeto esfriado, fibroso ou uniforme, que cobre total ou parcialmente o céu, e tem porções suficientemente ténues para que se veja o Sol, pelo menos vagamente, como através de vidro despolido. O altostrato não produz fenómenos de halo.
- **Nimbostratos (Ns)** - Camada nebulosa cinzenta, muitas vezes sombria. O aspeto torna-se difuso pela queda mais ou menos contínua de chuva ou neve. É suficientemente espesso, em todos os pontos, para ocultar o Sol. Por baixo da camada existem frequentemente nuvens baixas esfarrapadas, ligadas ou não a ela.
- **Estratocúmulos (Sc)** - Banco, lençol ou camada de nuvens cinzentas ou esbranquiçadas, ou cinzentas e esbranquiçadas, quase sempre - com porções escuras, constituídas por massas em mosaico, glóbulos, rolos, etc.; de aspeto não fibroso, ligados ou não. A maioria dos pequenos elementos dispostos regularmente tem largura superior a 5 graus.
- **Estratos (St)** - Camada nebulosa, geralmente cinzenta, de base bastante uniforme. Quando se vê o Sol através da camada, o contorno é nítido. Às vezes os St apresentam-se em forma de bancos esfarrapados. A precipitação, quando existe, é sob a forma de chuvisco.
- **Cúmulos (Cu)** - Nuvens isoladas, geralmente densas e de contornos nítidos. Desenvolvem-se verticalmente em forma de montículos, cúpulas, torres, etc.; cuja região superior parece muitas vezes uma couve-flor. As posições iluminadas pelo Sol são quase sempre de um branco brilhante, enquanto a base é realmente sombria, e sensivelmente horizontal. Estas nuvens (Cu) são, às vezes, esfarrapadas.
- **Cumulonimbo (Cb)** - Nuvem densa e forte, de grande extensão vertical, em

forma de montanha ou enormes torres. A região superior, pelo menos em parte é, em regra lisa, fibrosa ou estriada, e quase sempre achatada. Esta parte espalha-se frequentemente em forma de bigorna ou grande penacho.

Esquemáticamente, os dez géneros podem representar-se segundo o quadro seguinte, agrupados em famílias.

FAMILIA	GÉNERO	
Nuvens Altas	Cirro	Ci
	Cirrocúmulo	Cc
	Cirrostrato	Cs
Nuvens Médias	Altocúmulo	Ac
	Altostrato	As
	Nimbostrato	Ns
Nuvens Baixas	Estratocúmulo	Sc
	Estrato	St
	Cúmulo	Cu
	Cunulonimbo	Cb

Importantes são também os conceitos de altura, altitude e extensão vertical. Assim define-se como a:

**Altura** de um ponto, por exemplo a base ou o topo de uma nuvem, é a distância vertical entre o nível do local de observação (que pode estar situado numa colina ou montanha) e o nível do ponto considerado.

**Altitude** de um ponto, por exemplo a base ou o topo de uma nuvem, é a distância vertical entre o nível médio do mar e o nível do ponto considerado.

**Extensão vertical** de uma nuvem é a distância vertical entre o nível da base e o nível do topo da nuvem.

No quadro seguinte, as nuvens encontram-se agrupadas em três famílias, correspondendo cada uma delas a um andar: superior, médio ou inferior, consoante a altura das suas bases.

Assim, os andares sobrepõem-se e os seus limites dependem da latitude. As alturas aproximadas destes limites são as que constam no quadro seguinte. Importa ainda

referir que alguns dos géneros de nuvens têm as suas bases num determinado andar mas prolongam-se até outros andares. Nesta situação encontram-se os cúmulos e cumulonimbos que têm em regra a base no andar inferior, mas apresentam frequentemente tal extensão vertical que os seus topos podem penetrar no andar médio e até no andar superior.

<b>Andar</b>	<b>Regiões polares</b>	<b>Regiões temperadas</b>	<b>Regiões tropicais</b>
<b>Superior</b>	de 3 a 8 Km	de 5 a 13 Km	de 6 a 18 Km
<b>Médio</b>	de 2 a 4 Km	de 2 a 7 Km	de 2 a 8 Km
<b>Inferior</b>	Da superfície do Globo até 2 Km	Da superfície do Globo até 2 Km	Da superfície do Globo até 2 Km

## **Processo físicos de formação e dissipação das nuvens**

### **Condições para a formação de nuvens**

Uma nuvem é um aglomerado de gotículas de água ou/e de cristais de gelo em suspensão na atmosfera. As nuvens formam-se quando se dá a condensação do vapor de água existente no ar. Para que ocorra a condensação é necessário que se atinja a saturação através do aumento da humidade ou do arrefecimento do ar. Nestas condições e em presença de núcleos de condensação (partículas de dimensões minúsculas constituídas por poeiras sólidas, fumos ou sais de diversa ordem) o vapor de água condensa-se, dando origem ao aparecimento da nuvem.

Assim, as condições que têm de se verificar para que uma nuvem se forme são:

- Existência de núcleos de condensação;
- Existência de humidade;
- Arrefecimento do ar até à temperatura de saturação;
- Processo que eleve o ar.

## Causas gerais para a elevação do ar

### Causas térmicas

#### Nuvens convectivas

Chama-se convecção térmica ao transporte de calor por movimentos verticais do ar. Estes movimentos estão diretamente relacionados com a estabilidade do ar.

Se há instabilidade, desencadeando o movimento vertical, o ar continua a mover-se até que essa instabilidade termine. No seu movimento ascendente a massa de ar irá arrefecer até alcançar o nível de condensação - nível a partir do qual se começa a formar a nuvem - ocorrendo aí a saturação. As nuvens assim formadas podem atingir níveis bastante elevados na atmosfera e são conhecidas por nuvens convectivas ou de desenvolvimento vertical.

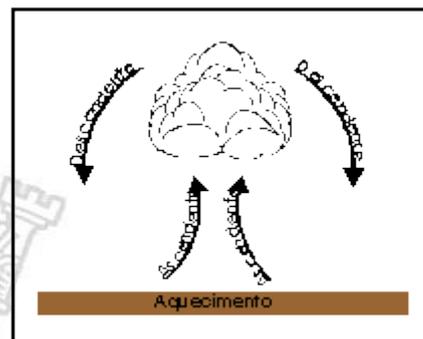


Fig. 6-1 Formação de nuvens convectivas

Os principais processos que podem levar à formação das nuvens convectivas são:

- Aquecimento do solo por radiação solar direta (Fig. 6-1);
- Aquecimento, pela base de uma massa de ar frio que se move sobre uma superfície mais quente.

### Causas frontais

#### Nuvens frontais

**Ar frio empurrando o ar quente.** Em determinadas circunstâncias e compreendendo uma vasta área, uma extensa massa de ar frio empurra uma outra de ar quente, que arrefece e se satura. Como o ar frio é mais denso coloca-se de baixo do ar quente, formando uma superfície de cunha que obriga este a subir e a elevar-se, originando fortes correntes verticais e desencadeando-se assim a instabilidade. A nebulosidade que se forma é do tipo cumuliforme (Cu e Cb), e como as massas de ar em jogo cobrem vastas áreas, as nuvens formam uma extensa barreira que muitas vezes ultrapassa os 1000 km de comprimento.

**Ar quente movendo-se sobre ar frio.** Outra situação ocorre quando uma massa de ar quente choca com uma massa de ar frio. Neste, a massa de ar quente, menos denso que o ar frio, vai deslizar sobre a massa de ar frio e ao ascender vai arrefecer e condensar-se.

A nebulosidade é do tipo estratiforme e a profundidade do sistema nebuloso pode alcançar os 500 km.

## Causas orográficas

### Nuvens orográficas

As nuvens orográficas formam-se quando o vento tem uma componente perpendicular à montanha e a humidade relativa é suficientemente alta.

A barlavento (fig. 6-2) o ar é obrigado a subir, arrefece e alcança a saturação a partir do nível de condensação. A sotavento o ar vai descer, aquecendo e a nuvem vai-se dissipando. Este fenómeno é vulgarmente conhecido em meteorologia por efeito de Föhn.

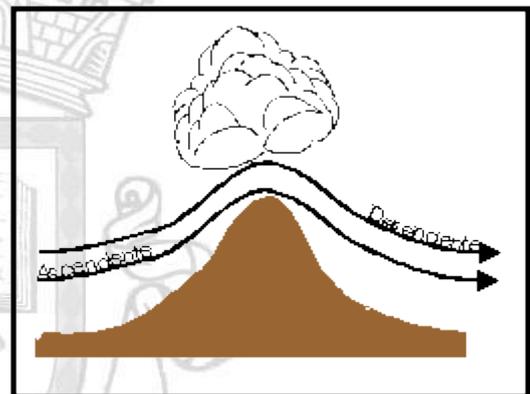


Fig. 6-2 Formação de nuvens convectivas

Outro fenómeno característico em zonas de montanha é o da formação de ondas estacionárias a sotavento da montanha. O esquema da figura 6-2 mostra que, nestas ondas, as nuvens podem igualmente formar-se e dissipar-se por um processo semelhante ao do efeito de Föhn. Geralmente estas nuvens, que se formam a sotavento, têm um perfil lenticular característico.

**Dissipação das nuvens.** As nuvens dissipam-se em presença de correntes verticais descendentes. Ao descer, a massa de ar aquece adiabaticamente e as gotículas de água que constituem as nuvens evaporam-se. A este movimento descendente, em grande escala, dá-se o nome de subsidência e é um fenómeno típico dos anticiclones.

Outros fatores que podem contribuir para a dissipação das nuvens são a precipitação, mistura com ar mais seco da vizinhança da nuvem e a insolação.

## Precipitação

**Definição e formas.** Chama-se precipitação à água que, sob a forma sólida ou líquida, atinge a superfície da Terra procedente das nuvens. A precipitação pode apresentar diversas formas:

- - **Chuva** - Precipitação contínua de água líquida cujas gotas têm um diâmetro superior a 0,5 mm;
- - **Chuvisco** - Precipitação bastante uniforme de gotas de água muito unidas e de diâmetros inferiores a 0,5 mm;
- - **Neve** - Precipitação de cristais de gelo que na sua maioria são ramificados;
- - **Granizo** - Precipitação de grãos de gelo de diâmetro inferior a 5 mm;
- - **Saraiva** - Precipitação de grânulos ou fragmentos de gelo de diâmetro superior a 5 mm;
- - **Aguaceiro** - Precipitação descontínua cuja queda raramente ultrapassa os 30 minutos. Pode ser constituído por chuva, saraiva ou granizo.
- - **Trovoada** - Descargas elétricas das nuvens associadas a fenómenos acústicos e óticos acompanhados ou não de queda de precipitação.



### Tipo de precipitação.

#### Precipitação convectiva

As nuvens de desenvolvimento vertical ou convectivas, Cu e Cb, dão normalmente precipitação sob a forma de aguaceiros. Se o nível de condensação está muito elevado a precipitação evapora-se antes de alcançar o solo, apresentando um aspeto esfriado por debaixo da nuvem. A este tipo de precipitação dá-se o nome de virga. Noutras ocasiões as correntes ascendentes são de tal modo intensas que as gotas são arrastadas até níveis bastante elevados, muito acima do nível de gelo, Neste caso a precipitação é sólida e chama-se granizo.

## Precipitação frontal

A precipitação frontal apresenta diversas formas consoante o tipo de frente a que está associada. Assim, tratando-se de uma frente fria cuja nebulosidade é predominantemente cumuliforme, a precipitação ocorre sob a forma de aguaceiros e chuva forte à passagem da superfície frontal. Numa frente quente, cuja nebulosidade é essencialmente estratiforme, predomina a chuva e o chuveiro. Numa frente oclusa ocorre normalmente a precipitação sob a forma de aguaceiros, chuva e chuveiro, visto o tipo de nebulosidade predominante ser o das frentes quente e fria simultaneamente.

## Precipitação orográfica

Vimos anteriormente que quando o fluxo de ar encontra no seu caminho um sistema montanhoso, é forçado a subir a barlavento, descendo depois a sotavento. Como consequência, a nebulosidade concentra-se a barlavento, enquanto que a sotavento a descida do ar com o consequente aquecimento, dissipa as nuvens. Assim, as grandes quantidades de precipitação nas regiões montanhosas ocorrem sempre a barlavento.

## A formação da precipitação.

Existem dois processos fundamentais que explicam a formação da precipitação:

- Processo do cristal de gelo;
- Processo da colisão/coalescência;

## O processo do cristal de gelo

Ocorre em nuvens frias, onde a temperatura é inferior a 0<sup>o</sup> C. Neste caso há coabitação de gotas de água sobrefundidas e de cristais de gelo. Devido aos movimentos verticais dentro da nuvem os cristais de gelo vão crescendo à custa das gotas de água, quer por contacto de ambos, quer por sublimação das gotas que se evaporam sobre os cristais de gelo. Quando as correntes ascendentes já não podem suportar o peso dos cristais de gelo estes caem na Terra sob a forma de precipitação. Dependendo das temperaturas do ar que vão encontrar no seu trajeto podem ou não derreter antes de chegar ao solo. Este processo ocorre principalmente em nuvens cumuliformes.

## O processo da colisão/coalescência

Ocorre quando a nuvem é quente, ou seja quando a sua temperatura for superior a 00° C. Neste caso, e na presença de gotas de diferentes tamanhos, as gotas maiores crescem à custa das gotas mais pequenas, quer por choque e acreção (junção das gotas) quer por coalescência na presença de gotas maiores as gotas pequenas evaporam e o seu vapor de água vai-se condensar sobre as maiores. Este processo ocorre principalmente em nuvens estratiformes.

## Identificação de Nuvens

### NUVENS BAIXAS

#### Estratos



#### Estratocúmulos



#### Cúmulos



## Cumulonimbos



## NUVENS MÉDIAS

### Altostratos



### Alto cúmulos



### Nimbostratos



# NUVENS ALTAS

## Cirros



## Cirrostratos



## Cirrocúmulos



Fonte<sup>1</sup>: adaptado, manual MDINST 395-12 da FAP

Fotos de Nuvens: Australianseverweather

<sup>1</sup> GARRIDO, Fernando, CAP/TOMET