

**DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO**  
**SUBDEPARTAMENTO DE OPERAÇÕES**  
**DIVISÃO DE METEOROLOGIA AERONÁUTICA**

**CUIDADO, CUMULONIMBUS NA ÁREA!**

As formações nebulosas com grande desenvolvimento vertical - CUMULONIMBUS (CB), também identificadas como tempestades de trovoada ou *thunderstorms*, ocorrem em todos os estados brasileiros. Elas podem ocorrer a qualquer hora, dia ou noite ao longo de todo o ano. A ocorrência de tempestades com trovoadas são mais comuns nos meses mais quentes, no período final da tarde. A cada momento, aproximadamente 1.800 CB's estão em desenvolvimento em torno do planeta, associados a descargas atmosféricas (raios) que atingem a Terra, 100 vezes a cada segundo. Os CB's são muito importantes para a reposição e distribuição da precipitação. Para a aviação, além de ser um **limitador de espaço aéreo**, pois o voo dentro destas nuvens é de extremo risco, também pode afetar os procedimentos de pouso e decolagem devido às **cortantes de vento** geradas pelas fortes correntes, ascendentes e descendentes, em torno da nuvem. **Turbulência**, **granizo**, formação de **gelo**, **saraiva** (granizos que são lançados para fora da nuvem, em ar claro), **relâmpagos** e por vezes **tornados** poderão estar associados aos CB's e influenciarem na segurança das operações aéreas.



### O que ocasiona o CB?

A ação de um CB fica limitada ao diâmetro entre 5 e 25 milhas, sendo, portanto, uma tempestade muito localizada, cujos topos podem chegar, ou ultrapassar, aos 17.000 metros, nas latitudes baixas e nas regiões de ciclones tropicais e furacões.

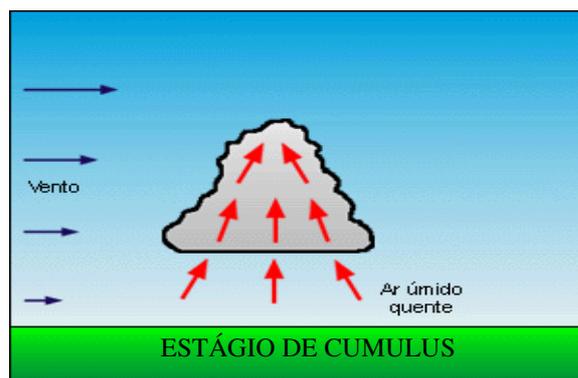
Para o desenvolvimento de um CB, existem três ingredientes essenciais:

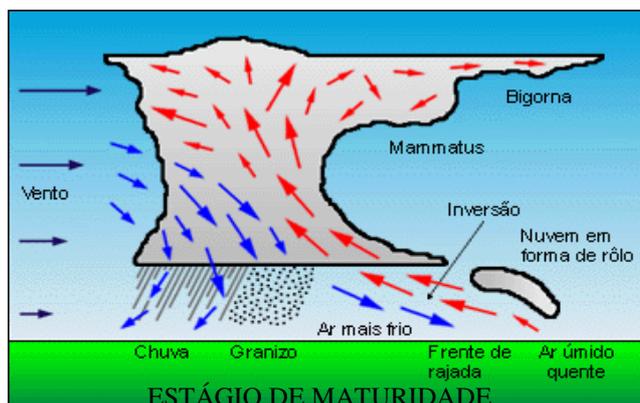
- 1- Umidade** - A presença de umidade na atmosfera é necessária para a formação da nebulosidade e de precipitação. O sol, além de aquecer o solo e o ar sobre ele, provoca a evaporação da umidade do solo, lagos, rios e oceanos, aumentando assim a umidade do ar.
- 2- Instabilidade** - O aquecimento do ar nos níveis próximos ao solo associado ao aumento da umidade desestabiliza a massa de ar. O ar quente é menos denso (mais leve) que o ar frio, então, existindo ar frio e seco acima, a tendência será de troca de ar, com o ar frio descendo e o ar quente subindo. Isto é instabilidade.
- 3- Levantamento** – Este é o gatilho para o início de ascensão do ar e o princípio da tempestade. São exemplos de levantamentos: a) Ar movendo-se para cima de uma montanha (levantamento orográfico); b) Ar colidindo com uma frente (levantamento frontal). Frente é a zona de transição entre duas massas de ar diferentes; onde as massas colidem, o ar menos denso (quente ou mais úmido) ascende sobre o outro; c) Ar frio soprando do oceano ou lago podem formar frente de brisa marítima, caso o ar frio colida com o ar mais quente sobre o continente e d) A corrente descendente fria que sai do CB forma “frentes de rajadas”, as quais podem vir a causar o desenvolvimento de novos CB's.

### Como o CB se desenvolve?

A primeira fase é aquela em que uma nuvem cumulus começa a se desenvolver verticalmente, devido às correntes de ar ascendentes que dominam toda nuvem, transformando-se em uma TORRE DE CUMULUS, como mostra a figura ao lado.

A segunda fase é mais perigosa, é quando a nuvem encontra-se em seu estágio de MATURIDADE. As correntes ascendentes (na vertical) podem chegar a velocidades próximas

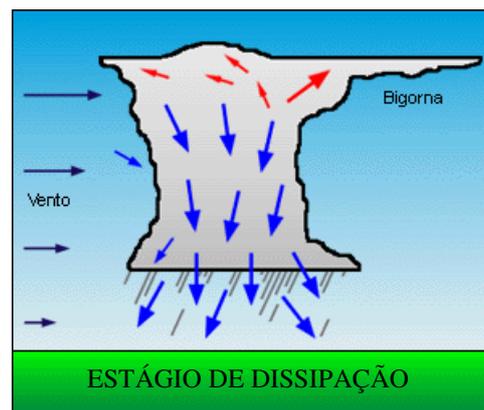




Evaporação é um processo de resfriamento (seu corpo se resfria quando o suor em sua pele é evaporado), portanto, este processo causa um maior resfriamento da parcela de ar que está em sua volta, dando início a um afundamento do ar, intensificando, assim, as correntes descendentes (*downdraft*). Um CB é considerado em seu estágio de maturidade, quando estiver com correntes ascendentes e descendentes.

A terceira fase, DISSIPAÇÃO, começa quando as correntes descendentes frias atingem o solo, a chuva resfria o ar nos níveis mais baixos e nenhuma nova fonte de instabilidade está presente. Ao final, as correntes descendentes predominam e o CB tende a se dissipar, sobrando apenas a bigorna como nuvem cirrus (nuvem alta).

O ciclo médio de vida entre os estágios de cumulus e de dissipação pode levar de 30 a 40 minutos. Isto mostra porque o CB pode causar tantos estragos e, muitas vezes, de forma inesperada.



## O que causa o Trovão?

Quando ocorre um relâmpago, a corrente elétrica associada pode chegar a 100 milhões de volts. Parte desta energia é convertida em calor, expandindo o ar em volta de forma explosiva e elevando sua temperatura a valores próximos a 27.000°C. Depois da descarga elétrica, o ar se resfria rapidamente e se contrai. Esta brusca expansão e contração das moléculas do ar produz a onda de som que nós identificamos como "trovoada". Devido a velocidade da luz ser, aproximadamente, um milhão de vezes mais rápida que a do som, nós vemos o relâmpago antes de escutarmos o trovão.



## Quais são os tipos de ocorrências de CB?

Os CB's podem ocorrer das seguintes formas:

- ISOLADOS - Quando a nuvem é única e de forma isolada dentro de uma determinada área;
- CACHOS MULTICÉLULAS - Quando existem vários CB's dentro de uma determinada área e sem uma disposição organizada.
- LINHA DE INSTABILIDADE - Quando existem vários CB's formados em linha, de maneira compacta. É muito comum preceder a sistemas frontais.
- SUPERCÉLULA - Formação extremamente perigosa, com correntes de ar ascendentes e descendentes, suficientemente capazes de se manterem sozinhas como uma só entidade por horas. A rotação do ar elevando-se dentro deste mesociclone favorece a formação de tornados.

## Orientações básicas aos pilotos:

**Antes do voo:** É de vital importância um planejamento adequado. A consulta às informações meteorológicas aeronáuticas, disponíveis nas salas AIS, apresentará ao piloto as áreas e locais mais favoráveis a ocorrência dessas instabilidades. Esta consulta deverá ser efetuada sobre as cartas de tempo significativo (SIG WX), previsão de área (GAMET), previsão terminal de aeródromo (TAF) e mensagens de vigilância meteorológica (SIGMET). Caso necessário, deverão ser solicitados maiores esclarecimentos (*briefing*) a um Especialista em Meteorologia.

**Durante o voo:** O piloto deverá manter contato com o Centro Meteorológico de Vigilância (CMV) da área, através da frequência VOLMET, a fim de se manter informado sobre as condições meteorológicas em sua rota. O bom senso diz que a única regra de voo válida para todos os níveis e todas as categorias de aeronaves é **EVITAR O VOO DENTRO DE UM CB**. Como isto nem sempre é possível, um piloto deverá estar preparado psicologicamente para um voo dentro de um CB. Para tal, dois requisitos são essenciais: O piloto deverá ter experiência de voo e a aeronave deverá estar convenientemente equipada e possuir estrutura condicionada para tal voo.

Antes de iniciar a penetração na nuvem, o piloto deve tomar algumas providências:

- ✓ Apertar os cintos de segurança e fixar todos objetos que estejam soltos;
- ✓ Confeccionar mensagem de posição ( AIREP);
- ✓ Efetuar varredura com radar, para uma melhor avaliação da nuvem;
- ✓ Desligar o rádio e retirar os fones;
- ✓ Luzes acesas e cortinas fechadas para evitar cegueira causada pelos relâmpagos e
- ✓ Ajustagem da potência para manutenção da VELOCIDADE ÓTIMA DE PENETRAÇÃO.

Tomadas essas providências, a penetração na nuvem obedecerá às seguintes regras:

- 1ª) Manter o rumo de penetração e nunca tentar voltar;
- 2ª) Manter ATITUDE DE VOO baseado no horizonte artificial;
- 3ª) Esquecer as variações de altitude e
- 4ª) Ajustar a potência da aeronave apenas para manter a velocidade em torno da velocidade ótima de penetração.

Referências bibliográficas: BLAIR, Thomas A., **Meteorologia**, Editora ao Livro Técnico  
CHEDE, Farid C., **Manual de Meteorologia Aeronáutica**  
RIEHL, Herbert., **Meteorologia Tropical**.