

# *VÓRTICES CICLÔNICOS EM ALTOS NÍVEIS DE ORIGEM SUBTROPICAL*

**Maria Cristina Maciel Lourenço (\*), Nelson Jesus Ferreira e Manoel Alonso Gan (\*\*)**

**(\*)Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)**

**(\*\*) Divisão de Ciências Meteorológicas (DCM)**

**Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)**

## **1. Introdução**

Os vórtices ciclônicos em altos níveis (VCAN) de origem subtropical atuam sobre as Regiões Sul e Sudeste do Brasil por um período de 1 ou 2 dias provocando chuvas e ventos fortes. Um dos primeiros estudos a respeito de VCAN foi feito por Palmer (1951), que documentou a ocorrência de dois casos sobre o Oceano Pacífico Norte.

A influência de VCAN na região sudeste do Brasil foi estudada recentemente por Silva Dias e Grammelsbacher (1991) e Sakuragi (1992). O primeiro trabalho mostrou que a possível ocorrência de um tornado no dia 26 de abril de 1991 sobre Franco da Rocha e São Bernardo do Campo estava associada à interação de um sistema frontal com um VCAN. Sakuragi (1992) demonstrou que chuvas intensas ocorridas em São Paulo, no dia 19 de março de 1991, estavam associadas a um VCAN que atuava na região.

Além de causar chuvas fortes, os VCAN também estão muitas vezes associados a ocorrência de geadas. Fortune (1982), estudou a severidade de uma grande geada ocorrida em 1981 e ele constatou que um VCAN foi o elemento importante para a ocorrência de geadas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Situações desse tipo geralmente causam grandes prejuízos para a agricultura, principalmente para a cultura cafeeira.

Apesar da grande influência dos VCAN no tempo das regiões Sul e Sudeste do Brasil, diversas características sinóticas desses sistemas (variações sazonais e interanuais, processos físicos envolvidos, manutenção, etc.) ainda não são bem conhecidos.

## **2. Características Sinóticas**

Os VCAN são definidos como sistemas fechados de baixa pressão, de escala sinótica, que se formam na alta troposfera (Gan e Kousky, 1982). São comumente chamados na literatura de baixas frias, pois

apresentam centro mais frio que a periferia. Com o auxílio de imagens de satélite meteorológico, observa-se que os VCAN, em determinadas situações, causam grande precipitação no Sul e Sudeste do Brasil. Normalmente estes vórtices originam-se no Oceano Pacífico e muitas vezes ao cruzarem os Andes provocam alterações no tempo nessas regiões e no Uruguai e norte da Argentina (Cavalcanti, 1982). Quando os VCAN penetram no continente, oriundos do Oceano Pacífico, normalmente ocorre instabilidade e precipitação nos setores leste e nordeste do vórtice. Os vórtices ciclônicos possuem uma vida média que varia consideravelmente, uns duram apenas algumas horas, outros mais de duas semanas. Ocasionalmente, os vórtices ciclônicos intensificam-se para baixo na vertical e podem refletir no campo de pressão em superfície.

Os VCAN podem ser classificados de duas maneiras: vórtices do tipo Palmén, que se originam nas latitudes subtropicais e os vórtices do tipo Palmer, também chamados de vórtices de origem tropical por originarem-se nessa região. Os vórtices ciclônicos de origem tropical formam-se nos meses de primavera, verão e outono e, passam a maior parte de suas vidas nos trópicos (Palmer, 1951). Segundo este autor, os vórtices ciclônicos de origem tropical apresentam as seguintes características: originam-se acima de 9000 m nas latitudes mais baixas, são persistentes, crescem e intensificam-se durante a passagem para as latitudes mais altas e, no Hemisfério Norte, deslocam-se para Nordeste ou Leste-nordeste no cinturão de 20° - 30° de latitude. Os vórtices ciclônicos na vizinhança do Nordeste do Brasil, formam-se devido à intensificação simultânea da crista associada à Alta da Bolívia e o cavado corrente abaixo sobre o Oceano Atlântico (Kousky e Gan 1981). Isto ocorre quando um sistema frontal proveniente do sul do Brasil, ao penetrar nos subtropicais, provoca forte advecção de ar quente no seu lado leste, amplificando a crista de nível superior e, por conservação de vorticidade absoluta, o cavado que está a jusante também é intensificado, formando-se o ciclone na alta troposfera (Ver seção 21, sobre os vórtices ciclônicos no NE).

Rao e Bonatti (1987), concluíram que a instabilidade barotrópica não é um mecanismo importante na geração dos vórtices ciclônicos. Eles sugerem a importância de outros processos, como a liberação de calor latente de condensação e variação diurna na intensidade do anticiclone sobre o continente sul-americano.

Os vórtices do tipo Palmén ([figura 1](#)) formam-se em qualquer época do ano, inclusive no inverno. Tempestades do tipo "Kona" no Oceano Pacífico Leste estão associadas a esse tipo de ciclone (Simpson, 1952). Os VCAN formam-se devido à pré-existência de um cavado frio em altos níveis de latitudes médias, que ao penetrar nos subtropicais pode ter uma inclinação meridional bem acentuada. Essa inclinação faz com que a parte do cavado, em baixas latitudes, tenha uma velocidade zonal inferior ao resto do cavado atrasando-se até desprender-se completamente. Desse modo, uma circulação ciclônica fechada ([figura 2](#)) forma-se nesta parte despreendida, ou seja, quando massas de ar de altas latitudes associadas com cavados estendidos, tornam-se desprendidas.

Os vórtices ciclônicos podem também ser classificados como "úmidos" ou "secos", dependendo da quantidade de nebulosidade associada. Os vórtices confinados na média e alta troposfera possuem pouca nebulosidade e são denominados secos. Os vórtices "secos", como descrito por Frank (1970), estão caracterizados por movimento descendente e seco no seu centro. Os vórtices que atingem os níveis mais baixos da troposfera possuem bastante nebulosidade, sendo chamados de vórtices "úmidos". A nebulosidade associada varia, ocorrendo muitas vezes intensa nebulosidade e precipitação e outras vezes o céu está quase claro. Isto sugere uma reversão na circulação vertical (Frank, 1966).

O conhecimento sobre os vórtices ciclônicos úmidos ainda é bastante limitado. A distribuição de nebulosidade associada aos vórtices ciclônicos em altos níveis foi determinada em diversos trabalhos na esperança de esclarecer a sua dinâmica.

Os VCAN sobre o oeste do Pacífico Norte são observados freqüentemente nas imagens de satélites durante

os meses de verão. Eles se formam ao redor da borda sudoeste do cavado do Pacífico médio e movem-se ao longo da periferia sul da Alta do Tibet. Nas imagens de satélite, é observado que os ciclones ocasionalmente interagem com os distúrbios de ondas na troposfera inferior e iniciam tempestades tropicais e em alguns casos tufões (Sugi e Kanamitsu, 1982).

### 3 - Análise Climatológica dos VCAN no sul da América do Sul.

Na presente climatologia utilizou-se imagens de satélites meteorológicos e dados de análises do European Centre for Medium Range Weather Forecasts (ECMWF). O período utilizado compreende janeiro de 1980 a dezembro de 1989, perfazendo um total de dez anos. A área de estudo compreendeu as longitudes de 0° a 120° W e as latitudes de 0° a 70° S. Através desta climatologia verificou-se a frequência dos VCAN com a determinação das estações do ano preferenciais para sua ocorrência.

Os resultados obtidos através da análise visual das imagens de satélites mostram que próximo da Cordilheira dos Andes alguns VCAN desintensificam-se, tornando-se pouco ou nada visíveis e outros dissipam-se completamente. Entretanto, existem também aqueles que após atravessar os Andes, intensificam-se.

A [tabela 1](#) mostra o número médio em cada mês (nos dez anos), de VCAN, que se formam no Pacífico Sudeste, que se dissipam, e que alcançam o Oceano Atlântico.

Observa-se que:

- a) ocorrem VCAN, no Pacífico Sudeste, o ano inteiro;
- b) o maior número de VCAN é observado nos meses de inverno (JJA);
- c) no mês de julho, em média, ocorre o maior número de formação de VCAN por ano e é neste mês que ocorre também a maior frequência dos VCAN que chegam até o Oceano Atlântico;
- d) a frequência mínima, ocorre no mês de março;
- e) o mês de março apresenta também a menor frequência de VCAN que chegam até o Oceano Atlântico;
- f) cerca de 60,54% dos totais dos VCAN chegam até o Oceano Atlântico;
- g) o mês de agosto apresenta a maior frequência de VCAN que se dissipam na costa oeste Sul Americana e o mês de outubro o de menor frequência;

Os resultados acima apresentados em (a) e (b), concordam com os resultados encontrados por Palmer (1951) e Simpson (1952), que constataram a formação de vórtices deste tipo em qualquer época do ano e com o maior número de ocorrência no inverno. Isto indica que os VCAN que se formam no Oceano Pacífico Sudeste são do tipo Palmén.

### Referências Bibliográficas:

Cavalcanti, I.F.A. 1982. Alguns aspectos da circulação da atmosfera próximo à América do Sul e interações com a região Antártica. São José dos Campos, INPE. (INPE-3308-PRE/618).

Fortune, M.A., 1982. A severidade da grande geada de 1981: uma avaliação por satélite em tempo real. São José dos Campos, INPE. (INPE-2586-PRE/234).

Frank, N.L., 1970. On the energetics of cold lows. Proceedings of the Symposium on Tropical

