

# Estudo de um Caso de Vórtice Ciclônico em Altos Níveis Que Atuou no Sul da América do Sul: Parte B - Análise da Vorticidade Potencial Isentrópica (VPI)

Maria Cristina Maciel Lourenço \*

Nelson Jesus Ferreira \*\*

Manoel Alonso Gan \*\*

\* Rodovia Presidente Dutra, Km 40 - Cachoeira Paulista - São Paulo- Cep 12630 - 000 - Telefone: (012) 561 2822 ramal 9408

e-mail:cristina@cptec.inpe.br

\*\* Av dos Astronautas, 1758 - Jd.da Granja - São José dos Campos - São Paulo - Cep 12227-010- Telefones:(012) 325 6656

## Abstract

This study analyses the main synoptic features of the isentropic potential vorticity (IPV) fields associated with an upper levels cyclonic vortex (VCANs) over souther Brazil. The analysis for the 3-5 March, 1987 period were done using the European Centre for Medium Range Weather Forecastings (ECMWF) data. The results show that the eastward displacement of the vortex was associated with significant vertical changes of the dynamic tropopause (TD) and the intrusion of stratospheric air in the troposphere. Also, the occurrence of surface cyclogenese was accomplished by a lowering TD.

## 1 Introdução

Existem poucos estudos sobre a dinâmica e a climatologia sinótica de vórtices ciclônicos que atuam no sul do Brasil (Hallak e Silva Dias, 1994; Lourenço, 1996). Na primeira parte deste trabalho, Lourenço et al, apresentam as principais características sinóticas de um VCAN que ocorreu no sul do Brasil no período de 3 a 5 de março de 1987. Observou-se neste estudo que o vórtice era caracterizado por uma circulação térmica direta, sendo vital para a sua intensificação o influxo de ar quente e umido de origem tropical. Alternativamente, o presente trabalho avalia a evolução daquele VCAN utilizando o campo da vorticidade potencial isentrópica (VPI). Uma das características interessantes dessa variável é que ela se conserva nesse sistema de coordenadas. Ela também pode ser utilizada como um traçador de ar estratosférico, uma vez que na estratosfera VPI tipicamente apresenta valores característicos que são uma ou mais ordem de grandezas maiores que os observados na baixa troposfera.

## 2 Dados e Metodologia

Foram utilizadas as análises em pontos de grade produzidas pelo European Centre for Medium Range Weather Forecasting (ECMWF), disponíveis no arquivo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Foram utilizados inicialmente as componentes meridional e zonal do vento, altura geopotencial nos diversos níveis isobáricos, para o período de 03 a 05 de março de 1987. A técnica para conversão de dados em níveis isobáricos para superfícies isentrópicas foi documentada por Dall'Ántonia (1991). Discussões amplas sobre o uso da VPI em meteorologia foi documentada por Bluestein (1993).

## 3 Discussões e Resultados

A seqüência de cartas apresentadas nas figuras 1 a 5, mostra a evolução do campo de pressão e vorticidade potencial isentrópica (VPI) nas superfícies isentrópicas de 330 K para o presente estudo de caso. A distribuição de VPI nestas figuras estão representadas em tonalidades de cinza. Os valores de VPI menores do que -1.5 correspondem a presença de ar estratosférico (Blustein, 1993). Observa-se nessas figuras, uma língua desse ar estendendo-se para noroeste no sul da América do Sul e uma ampla região de ar troposférico (tonalidade cinza escura). O máximo de VPI referente a um reservatório estratosférico, está associado a um cavado do escoamento atmosférico em torno de 60° S e o máximo relativo em torno de 43° S e 76° W com o VCAN que se formou a partir da divisão do cavado (vide parte A deste trabalho). Na realidade a distribuição de VPI possibilita uma visão tridimensional da estrutura vertical do ar na troposfera. Assim, no lado equatorial, no sul da América do Sul, o gradiente de VPI na superfície de 330 K (figura 2), mostra respectivamente: ar troposférico (tonalidade cinza escura), tropopausa (tonalidade cinza médio) e o ar estratosférico (a partir da tonalidade cinza claro). Esta análise possibilita identificar rapidamente a tropopausa dinâmica. Segundo Bosart (comunicação pessoal) a eficiência de formação de ciclogênese nos baixos níveis é inversamente proporcional a altura da tropopausa dinâmica.

A evolução temporal do campo de VPI em 330 K mostra que: o ar estratosférico associado ao VCAN desprende-se do reservatório estratosférico a partir do dia 03/03/1987 (figura 1) mas une-se novamente a um outro reservatório no último dia (06/03/1987). Este resultado coincide com o obtido por Ramage (1962) e Simpson (1952), que observaram que sobre os oceanos os VCAN não dissipam mas sim são absorvidos por cavados de latitudes médias. Seguindo o deslocamento do VCAN, a intensidade/área da anomalia de VPI é respectivamente: maior/menor antes de cruzar os

Andes, menor/menor ao cruza-lo e menor/menor bem depois de cruza-lo no período que ocorre a intensificação do ciclone próximo à superfície. Durante esta evolução, o ar estratosférico atinge a média troposfera nos dias 05 e 06/03/1987 ( figuras 4 e 5).

#### 4 Considerações Finais

As anomalias negativas de VPI nas superfícies isentrópicas se formam a partir de intrusões de ar estratosférico proveniente de um "reservatório principal" localizado em latitudes altas. Neste estudo de caso, essas anomalias estavam associadas a presença de ventos fortes na alta troposfera sobre as regiões onde ocorreu instabilidade. Neste contexto, a tropopausa abaixou consideravelmente e ocorreu ciclogênese nos baixos níveis. Esses resultados sugerem que no sul do nosso continente, os vórtices ciclônicos de altos níveis podem atuar como um mecanismo de trocas de ar estratosférico e troposférico.

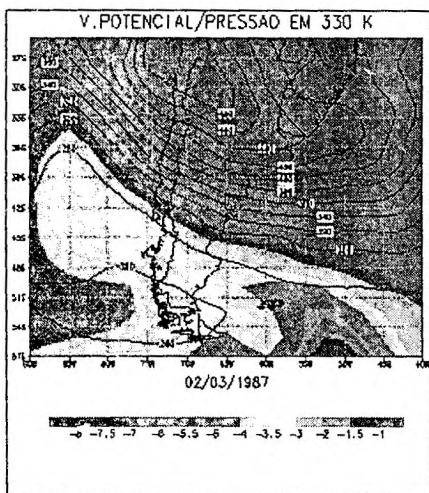


Fig. 1- Campo de Vorticidade Potencial, para o dia 02 de março de 1987, na superfície isentrópica de 330 K.

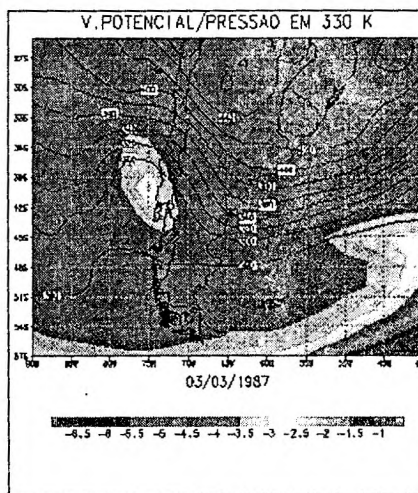


Fig.2- Campo de Vorticidade Potencial, para o dia 03 de março de 1987, na superfície isentrópica de 330 K.

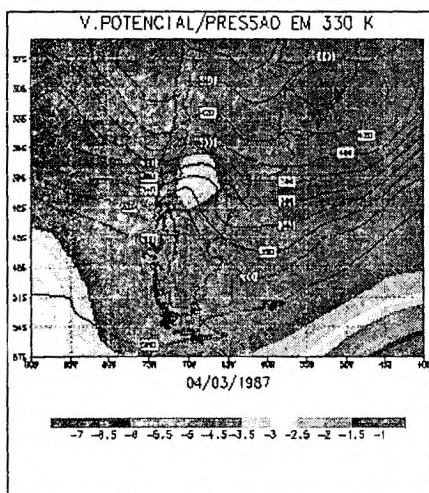


Fig.3- Campo de Vorticidade Potencial, para o dia 04 de março de 1987, na superfície isentrópica de 330 K.

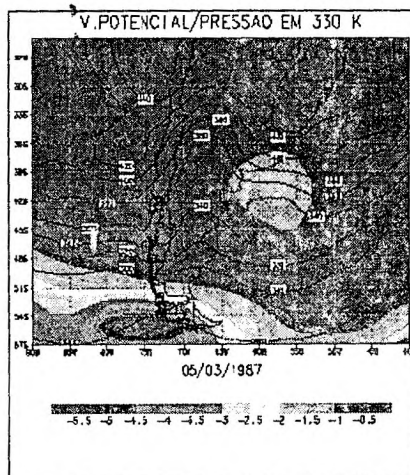


Fig.4- Campo de Vorticidade Potencial, para o dia 05 de março de 1987, na superfície isentrópica de 330 K.

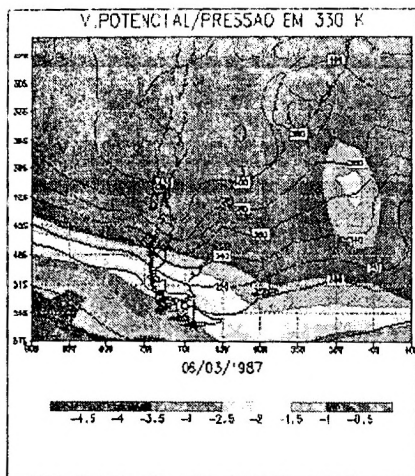


Fig.5- Campo de Vorticidade Potencial, para o dia 06 de março de 1987, na superfície isentrópica de 330 K.

## Referência Bibliográfica

- Blustein, H.B. : *Synoptic-dynamic meteorology in midlatitudes*. Oxford University Press. New York, 1993, V.2.
- Hallak R. e M.A.F. Silva Dias: Análise de casos de formação de vórtices de ar frio. VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, B.Horizonte, outubro de 1994, 613-616.
- Lourenço. M.C.M.: Dissertação de mestrado, INPE, abril de 1996.
- Ramage. C.S. : The tropical cyclone. *Journal of Geophysical Research*, 67 (4): 1401 -1411, abril 1962.
- Simpson, R.H. : Evolution of the Kona storm, a subtropical cyclone. *Journal of Meteorology*, 9 (sf): 24-35, 1952.

## Climatic Impacts Of The "Friagens" In Forested And Deforested Areas Of The The Amazon Region

*Jose A. Marengo  
 Carlos A. Nobre  
 Centre for Weather Forecasting and Climate Research (CPTEC), National Institute for Space Research (INPE), São Paulo, Brazil  
 Alistair D. Culf  
 Institute of Hydrology, Wallingford, Oxon, UK*

### Abstract

Observations from the ABRACOS experiment are used to study the spatial extent and intensity of the cold surges (friagem) of 26 June 1994. This has been characterized as very strong and has produced freezing conditions and extensive damage to the coffee grown in southeastern Brazil. Minimum temperatures in southern Amazonia (Ji-Paraná) dropped almost 15 °C in less than 24 hours. Central and in less degree western Amazonia (Manaus and Marabá sites, respectively), also show the temperature and moisture decreasing during the days with friagem. Based on our analysis, it seems that atmospheric conditions in Manaus and Marabá were favorable for radiative cooling, while in Ji-Paraná and in southeastern Brazil the occurrence of minima temperatures with clear skies and strong winds is an indication of strong advection of cold air from the south.

### 1 Introduction

Early work by Serra and Ratisbona (1942) describe the friagens as strong thrusts of cold air from the south that manage to penetrate into the tropics and affect Amazônia. Later on, several papers have studied weather conditions and