

- Ogura, Y. (1963): The evolution of a moist convection element in a shallow, conditionally unstable atmosphere: a numerical calculation. *J. Atmos. Sci.*, **20**, 407-424.
- Orville, H. D. (1965): A numerical study of the initiation of cumulus clouds over mountainous terrain. *J. Atmos. Sci.*, **22**, 684-699.
- Pielke, R. A., W. R. Cotton, R. L. Walko, C. J. Tremback, W. A. Lyons, L. D. Grasso, M. E. Nicholls, M. D. Moran, D. A. Wesely, T. J. Lee and J. H. Copeland (1992): A comprehensive meteorological modeling system - RAMS. *Met. Atmos. Phys.*, **49**, 69-91.
- Soong, S. T. and Y. Ogura (1973): A comparison between axisymmetric and slab-symmetric cumulus cloud models. *J. Atmos. Sci.*, **30**, 879-893.
- Soong, S. T. (1974): Numerical simulation of warm rain development in an axisymmetric cloud. *J. Atmos. Sci.*, **31**, 1262-1285.
- Stone, H. I. (1968): Iterative solution of implicit approximation of multidimensional partial differential equations. *S. I. A. M. J. Numer. Anal.*, **5**, 530-558.
- Takahashi, T. (1975): Tropical showers in an axisymmetric cloud model. *J. Atmos. Sci.*, **32**, 1318-1330.
- Xue, M., K. Droegemeier and V. Wong (1995): The advanced regional prediction system and real-time storm weather prediction. Preprints of the International Workshop on Limited-Area and Variable Models. Beijing, China. WMO.

## Configuração de Anomalias Associadas à Propagação de Sistemas Sinóticos sobre a América do Sul

Iracema F. A. Cavalcanti (1)

Vernon E. Kousky (2)

(1) Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos-CPTEC  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE

(2) Climate Prediction Center -CPC  
National Centers for Environmental Prediction -NCEP

### Abstract

Extended empirical orthogonal function analysis is used to describe the evolution of large-scale spatial patterns associated with high-frequency synoptic variability over the region of South America. Prior to computing the modes the data are filtered using a band-pass Lanczos filter to retain fluctuations having periods in the range of 2-15 days. The principal modes for sea level pressure are computed for each year during the period 1981-1995. The patterns for other variables, such as 925-hPa u and v wind components, 925-hPa temperature and 500-hPa geopotential height, are obtained by computing the correlations between the principal component time series of a determined sea level pressure mode (time series of the amplitudes) and the time series of filtered anomalies at each grid point for the other variables. The evolution depicted by the first mode contains features commonly observed associated with major cold air outbreaks over South America. These include: a major amplification of the upper-air wave pattern, with an amplifying ridge in the eastern Pacific moving eastward over extreme southern South America; an intensifying surface anticyclone west of Chile, which moves east-southeastward as it approaches the Andes mountains, and then moves north-northeastward toward lower latitudes over the continent; a cold front that advances northward with time reaching the western Amazon Basin; and a strong reversal in the meridional low-level flow from northerly winds to southerly winds as the cold front advances northward over the continent. The evolution described above is most prevalent during the southern winter, and is sometimes associated with frost and freezes in subtropical agricultural areas.

### 1 Introdução

Vários estudos têm mostrado a importância da passagem de sistemas frontais pela América do Sul, que causam precipitação ou ocorrência de geadas, (por exemplo, Kousky, 1979; Fortune and Kousky, 1983; Algarve e Cavalcanti, 1994). A distribuição temporal e espacial dos sistemas frontais foi documentada em Oliveira (1986), e configurações de pressão associadas a esses sistemas foram apresentadas em Kousky e Ferreira (1981).

Neste estudo, usa-se o método de funções ortogonais empíricas estendidas (FOEE) para analisar as configurações dominantes e a evolução das anomalias de pressão que são associadas aos sistemas sinóticos que atuam na América do Sul.

## 2 Dados e Metodologia

São utilizados os dados diários reanalisados do NCEP para os anos de 1981 a 1995 e as variáveis são pressão ao nível do mar, geopotencial em 500 hPa, componentes zonal e meridional do vento e temperatura em 925 mb. Os dados foram filtrados usando o filtro de Lanczos para reter a variabilidade entre 2 a 15 dias.

Para economizar tempo computacional foram calculados os modos das FOEE somente para PNM. Após a determinação das componentes principais (variação temporal da amplitude do modo), foram calculados os padrões consistentes para as outras variáveis através de uma análise de correlação (a série temporal de anomalias de cada variável foi correlacionada com a série temporal das amplitudes, para cada ponto de grade).

## 3 Resultados

As configurações do primeiro autovetor para o ano de 1985 (Fig. 1) mostram um deslocamento dos sistemas de pressão de oeste para leste sobre a América do Sul. Para uma amplitude positiva, este modo mostra uma alta sobre o Oceano Pacífico que se aproxima do sul do continente (lag = 2 dias) e fica distorcida quando atravessa os Andes (lag = 3 e 4 dias). Nesta fase da evolução é notada baixa pressão sobre o Brasil inteiro. A frente fria estaria localizada ao longo do eixo de mínima pressão e estendida no sentido equatorial. Os padrões de vento e temperatura em 925 hPa (não mostrados) são consistentes e mostram a mudança na direção do vento de sul e uma queda na temperatura a leste dos Andes. A frente fria continua avançando para norte até chegar próximo ao equador (lag = 6 dias). O período associado a esta evolução é aproximadamente de 10 dias (os padrões para o lag = 0 e lag = 5 estão opostos).

Analisando a série temporal dos coeficientes do primeiro autovetor, nota-se uma maior amplitude para os meses de inverno, seguido da primavera, (Fig. 2). No verão e outono as amplitudes são bem menores. Em Maio, Junho e Julho as oscilações tem uma escala de tempo de aproximadamente 10 dias, concordando com a análise acima.

A mesma metodologia foi aplicada para os outros anos (1981 a 1995) e o padrão de deslocamento de uma frente fria com o acompanhamento dos centros de pressão é semelhante. Na Fig. 3. é apresentada a evolução, do lag 0 ao 7, dos padrões na latitude de 35°S, para todos os anos. Nota-se que os padrões se repetem, mais intensos em alguns anos, mas com a mesma configuração do deslocamento dos centros de altas e baixas pressões.

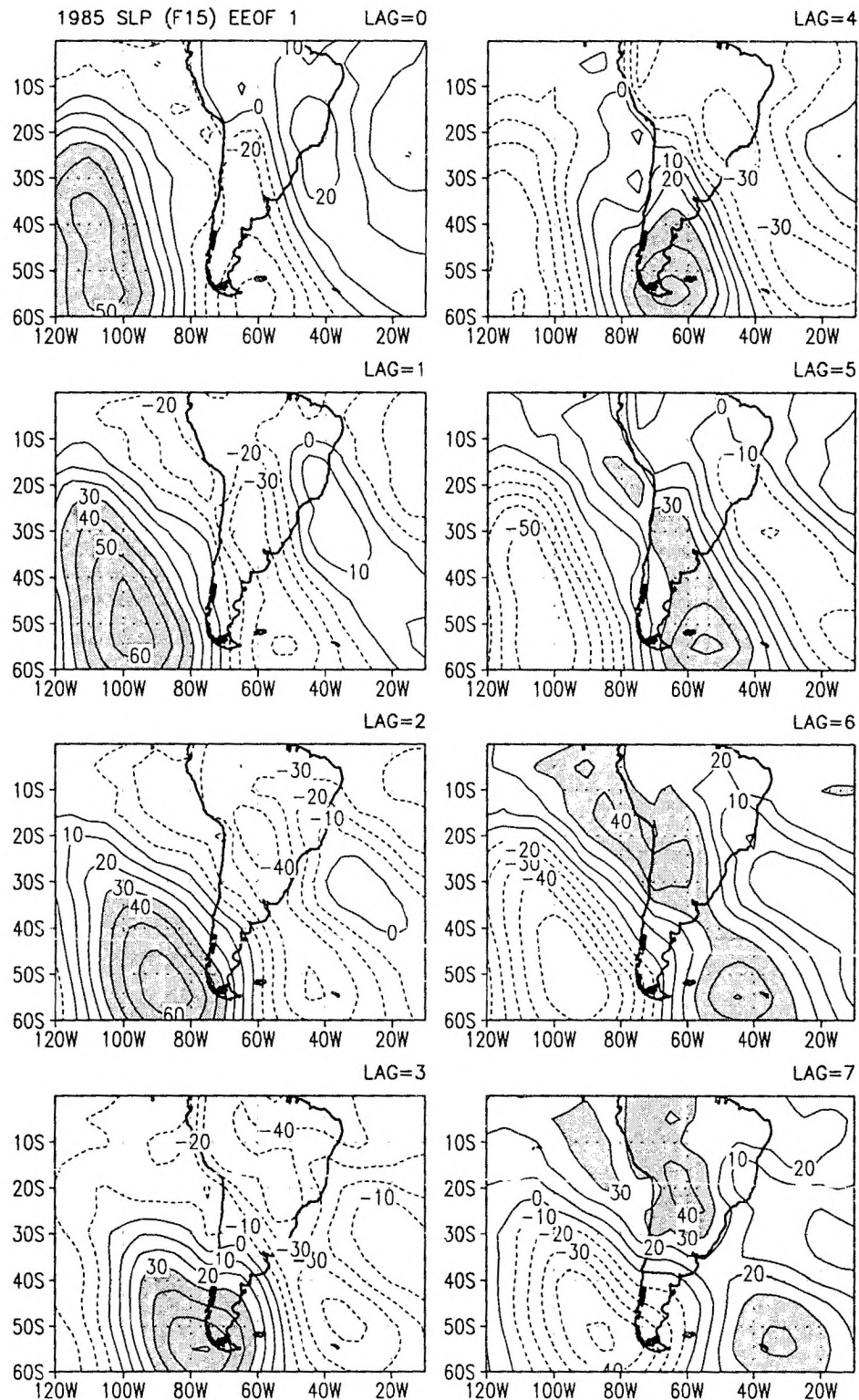


Fig.1-Configurações do primeiro autovetor das FOE estendidas para o campo de pressão ao nível do mar, em 1985.

#### 4 Conclusão

A dominância do deslocamento de sistemas frontais pela América do Sul na análise dos dados filtrados de 2 a 15 dias é bem representada pela configuração do primeiro autovetor. Esse padrão está associado a ondas longas que afetam a América do Sul com a ação de uma crista e um cavado em altos níveis. O deslocamento dos centros de pressão de oeste para leste e a configuração no sentido NW/SE é coerente com as observações em imagens de satélite da nebulosidade associada aos sistemas frontais que atuam sobre a América do Sul. O padrão de deslocamento é semelhante para os anos analisados de 1981 a 1995 e as configurações são mais intensas de maio a agosto.

## Referências

- Algarve, V. R.; I. F. A. Cavalcanti., 1994. *Características da circulação atmosférica associadas à ocorrência de geadas no sul do Brasil*. Anais do VII Congresso Brasileiro de Meteorologia, pp. 545-547. Belo Horizonte.
- Fortune, M.A.; V. E. Kousky, 1983. *Two severe freezes in Brazil: Precursors and synoptic evolution*. Mon. Wea. Rev., 111, pp.181-196.
- Kousky, V. E., 1979. *Frontal influences on Northeast Brazil*. Mon. Wea. Rev., 107, pp. 1140-1153.
- Kousky, V. E. ; N. J. Ferreira., 1981. *Interdiurnal surface pressure variations in Brazil: Their spatial ditributions, origins and effects*. Mon. Wea. Rev., 109, pp. 1999-2008.
- Oliveira, A. S. *Interações entre sistemas frontais na América do Sul e convecção na Amazônia*. (Tese de Mestrado) INPE, Março 1986.

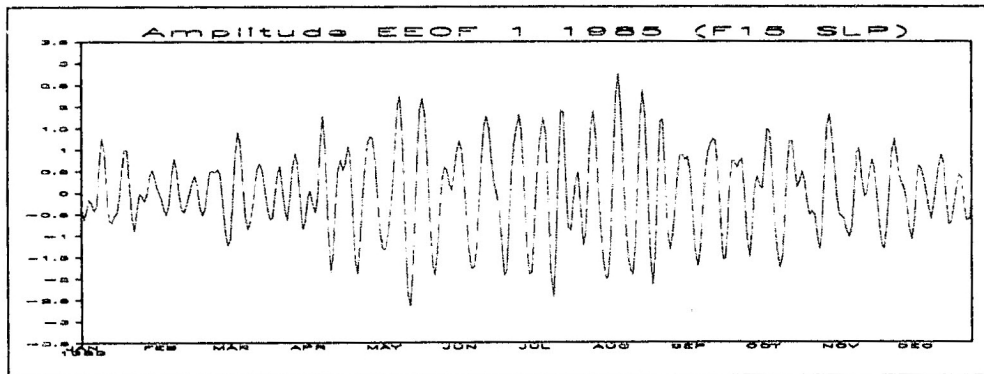


Fig.2-Série temporal das amplitudes do primeiro utovector.

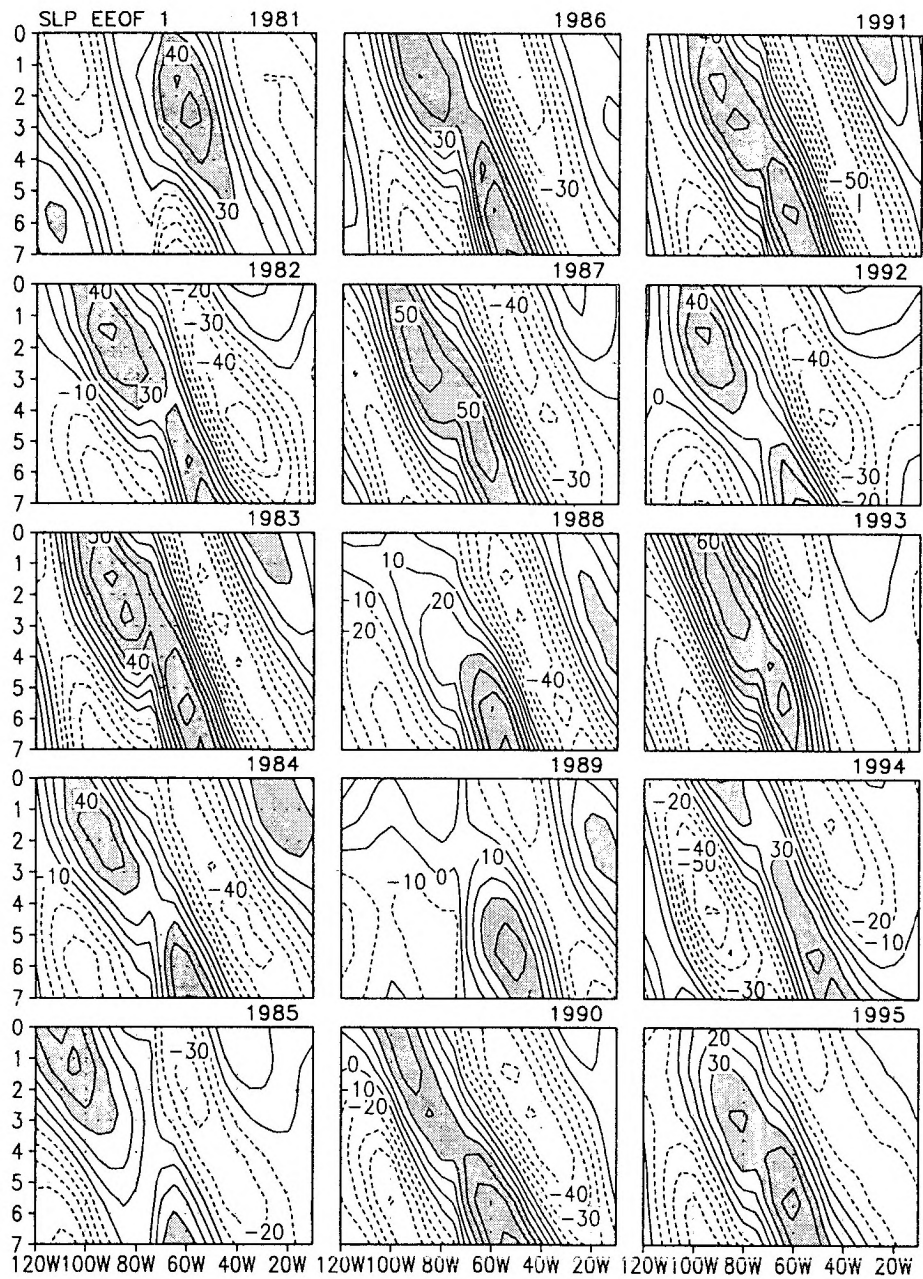


Fig.3-Evolução do padrão de PNM referente ao primeiro modo, para os anos de 1981 a 1995, na latitude de 35° S. O: valores de 0 a 7 indicam os lags em número de dias.