

RELAÇÕES ENTRE OS PROCESSOS ENOS DE GRANDE ESCALA E PECULIARIDADES DO CLIMA REGIONAL NO SUL DO BRASIL

Igor A. Pisnitchenko*

e-mail: igor@fisica.ufpr.br

Alice M. Grimm*

e-mail:grimm@fisica.ufpr.br

Fábio M. de Oliveira**

Angela A. Natori**

*Universidade Federal do Paraná, Departamento de Física, Curitiba, Brasil.

**Bolsista de Iniciação Científica CNPq - Grupo de Meteorologia- UFPR

ABSTRACT

The correlation between precipitation in the southern Brazil and parameters characterizing the regional and global circulation is studied. It is found that anomalously large precipitation in this region during november for El Niño years is connected with South Atlantic cyclones that can reach the states of Paraná and São Paulo states. The recurrence of this synoptic situation is evinced in the EOF pattern.

INTRODUÇÃO

A correlação de algumas anomalias climáticas regionais com eventos de ENOS é bem conhecida e documentada. Muitas investigações foram devotadas á descobertas de zonas da influência de ENOS, de análise estatística de séries dos dados com sinal de ENOS e de anomalias regionais de parâmetros meteorológicos e hidrológicos (Ropelewski & Halpert 1987; Kiladis & Diaz 1989; Grimm et al. 1998). Parece interessante e importante investigar detalhadamente o comportamento de vários parâmetros meteorológicos nas zonas do impacto, começando da escala sinótica, a fim de compreender os processos que são responsáveis pela influência de ENOS no tempo. Aqui são investigadas as condições sinóticas no Sul do Brasil durante o mês de novembro, as ligações com os processos de grande escala e a dependência de ENOS ciclo.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização destas investigações utilizamos dados de precipitações diárias de 245 estações meteorológicas nos Estados do Paraná, de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul. Os dados que incluem anos de 1963 a 1992 são oriundos da ANEEL. Usamos também dados de geopotencial, vento zonal e meridional, umidade relativa, temperatura, derivada temporal de pressão no intervalo de 1976 a 1987, resultantes da reanálise NCAR/NCEP. O intervalo de grade dos dados da reanálise é $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$; a estrutura vertical contém 17 níveis. Para o Sul do Brasil nos consideramos área $37.5S-24.5S$, $62.5W-47.5W$. Quando estudamos a correlação entre parâmetros meteorológicos, que caracterizam processos da escalas espaciais diferentes, é desejável ter a similaridade nas escalas do tempo para estes processos. Por essa razão nós estudamos inter-relação entre valores médios dos parâmetros meteorológicos de padrão (“standard meteorological parameters”) ou entre alguns funcionais de vorticidade potencial modificada. Nota-se que esta ultima característica não é somente conservada durante processos adiabaticos mas também é invariante adiabatica no sentido de mecânica clássica, isto é, varia lentamente durante os processos de tempo e de clima (Kurgansky & Pisnichenko, 2000).

Neste estudo nós analisamos séries temporais da precipitação para o período de 1963-1992 e alguns parâmetros meteorológicos de circulação atmosférica sobre o Sul do Brasil e sobre o hemisfério Sul inteiro, para período de 1976-1987. Para a comparação das características atmosféricas que caracterizam processos regionais, globais e de precipitação, restringimo-nos ao mês de novembro, levando em consideração que durante este mês ocorrem as maiores anomalias da precipitação no Sul do Brasil (Grimm et al. 1998)(Fig. 1). Para ter certeza que a precipitação média na área de interesse não é fortemente sensível ao conjunto de estações meteorológicas, nós usamos também um conjunto das estações reduzido à metade do número inicial. Neste caso, o comportamento das curvas de precipitação muda bem pouco e os valores absolutos variaram não mais do que 7%. A circulação regional foi caracterizada pelos seguintes parâmetros integrais, calculados para a área indicada acima: pressão de superfície média, carga de vorticidade, energia cinética, energia potencial disponível, médias por volume, divergência de

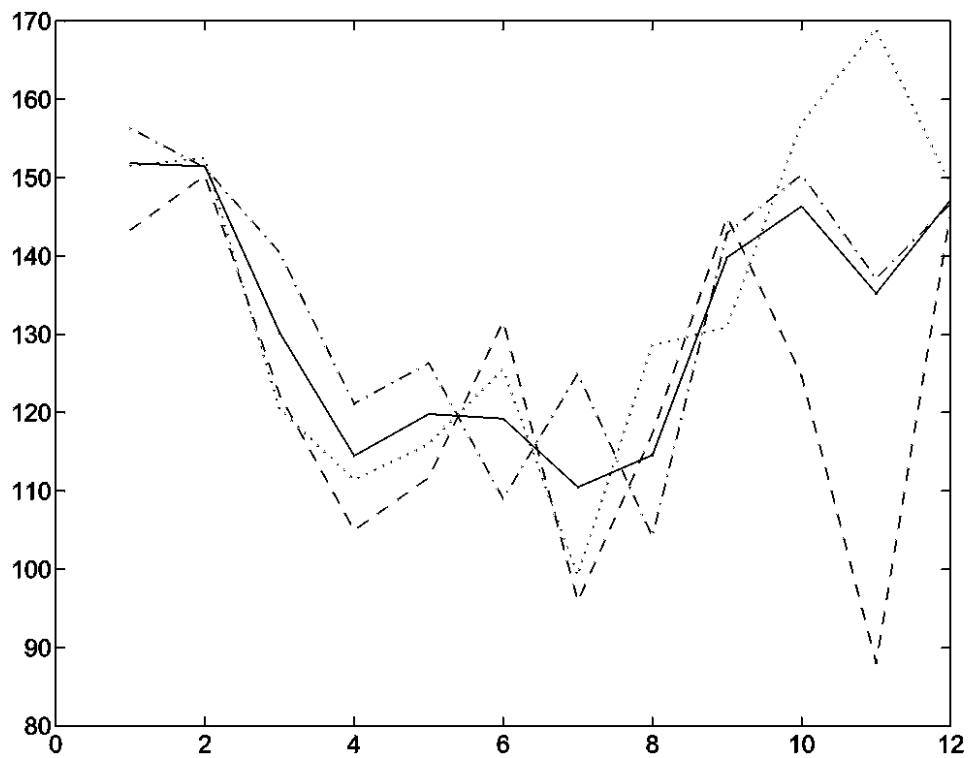


Figure 1. Ciclo anual da precipitação média para Sul do Brasil: _____ médio para todos anos, durante anos El Niño, ----- durante anos La Niña, -.-.-. durante anos normais.

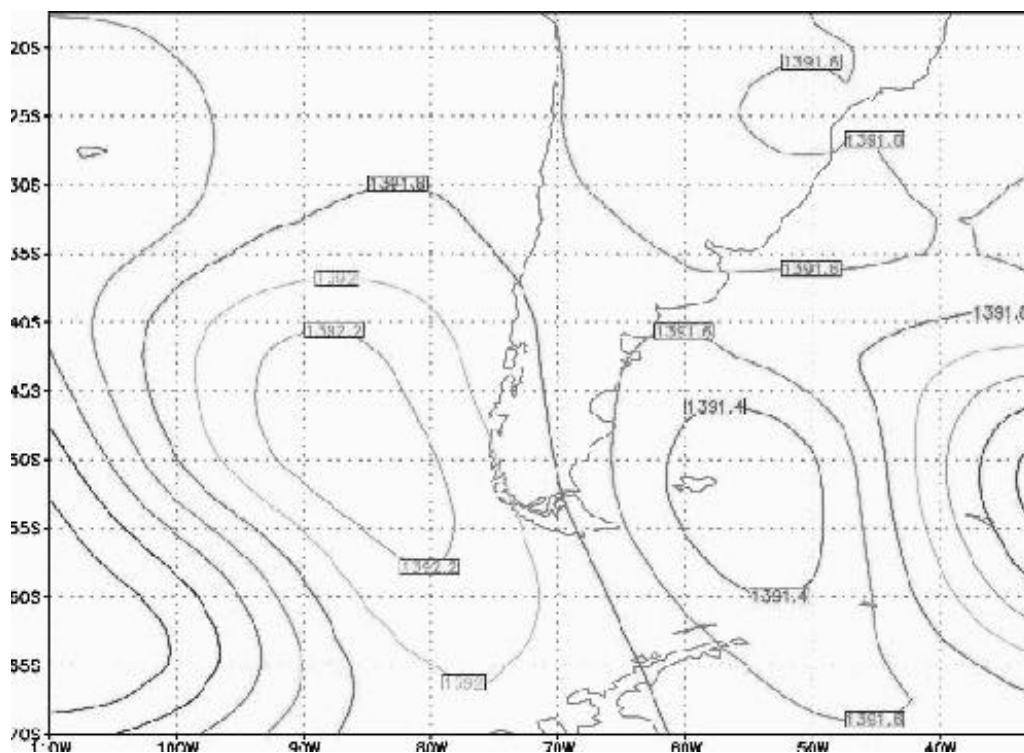


Figura 2. Padrão típico de FEO que corresponde à CP que tem coeficiente da correlação máximo com a precipitação sobre o Sul do Brasil durante anos El Niño.

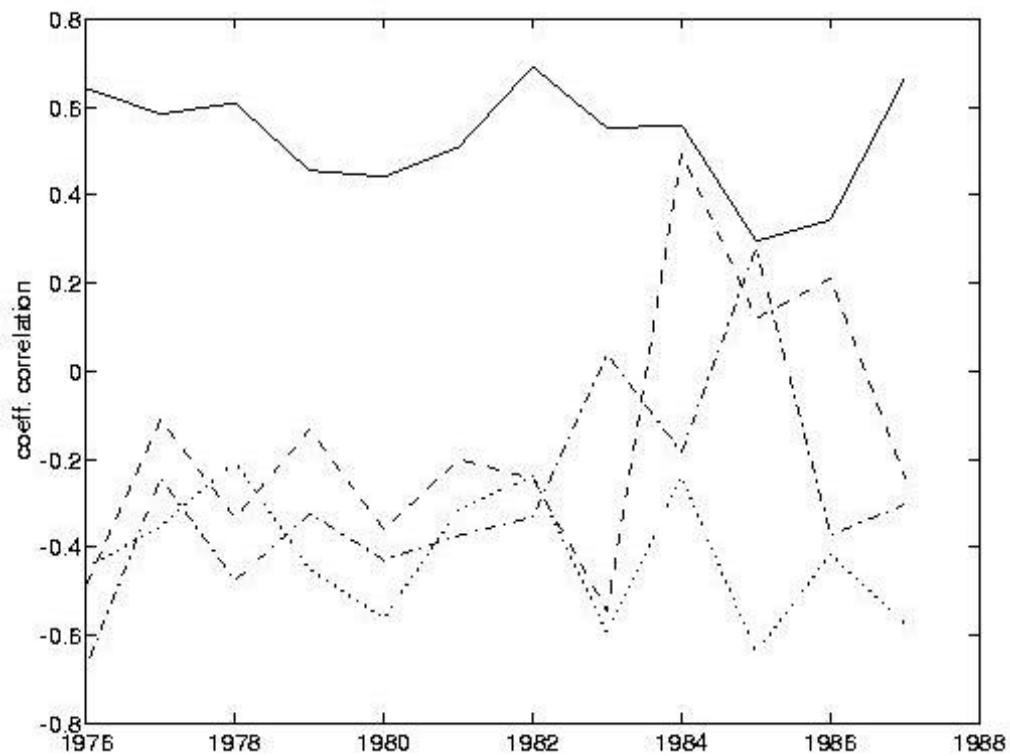


Figura 3. Variação temporal da coeficiente de correlação entre precipitação e seguintes características regionais: a) velocidade vertical média (—), b) carga da vorticidade (.....), c) divergência de fluxos da umidade média (---), d) pressão de superfície média (-·-·-) para o período 1976-1986.

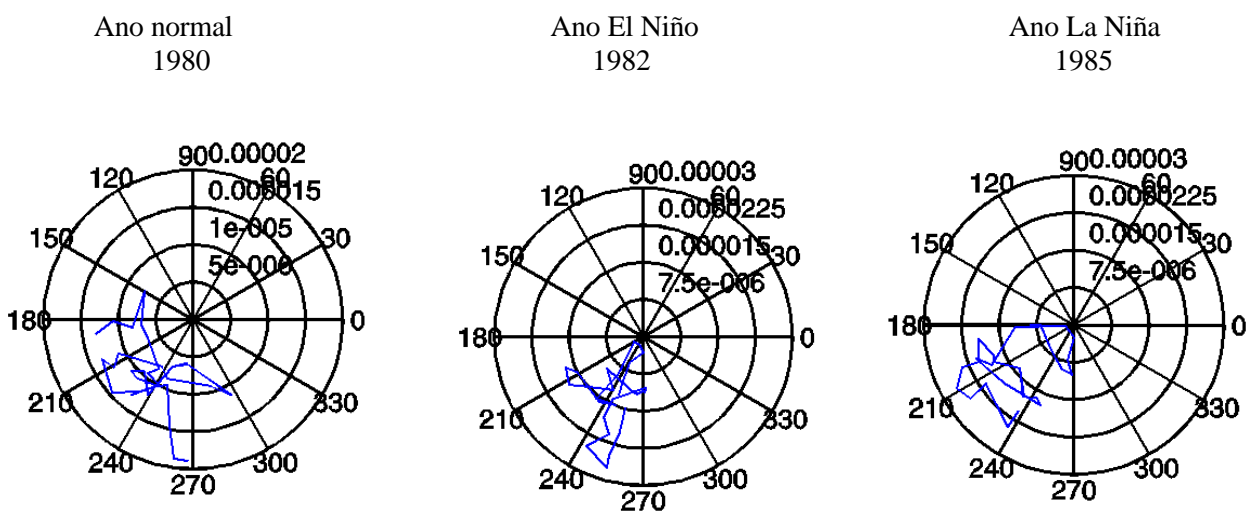


Figura 4. Um exemplo de evolução da amplitude e fase da harmônica esférica Y_3^2 de campo de vorticidade potencial para três regimes de ENOS.

fluxos de umidade, velocidade vertical, frequência de Brunt-Väisälä, temperatura. Para caracterizar a circulação atmosférica em grande escala, foram considerados os mesmos parâmetros listados acima, mas calculados sobre a América do Sul e o Hemisfério Sul. Foram computados também a entropia informacional de campo de vorticidade potencial, os componentes do momento angular, os primeiros 15 coeficientes de representação dos campos geopotencial e de vorticidade potencial para o Hemisfério Sul, em série de harmônicos esféricos. Para anos de El Niño e La Niña nós analisamos detalhadamente também os campos de geopotencial, da vorticidade potencial, da temperatura, e da divergência dos fluxos de umidade. Para o Sul do Brasil foi realizada também a análise dos componentes principais do campo de geopotencial sobre a área 110W-30W, 70S-15S.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados preliminares da análise desta grande quantidade de dados confirmam a ligação das anomalias regionais da precipitação com os padrões sinóticos mais ou menos estáveis sobre essa áreas. Por exemplo, a estrutura espacial da função empírica ortogonal (FEO) do campo geopotencial para o nível 850 hPa, os componentes principais (CP) da qual têm correlação máxima com a precipitação no Sul do Brasil, para anos EL Niño quase sempre é similar àquele apresentada na Fig.2 para 1982.

A análise da evolução temporal dos parâmetros que caracterizam a circulação regional indica que a precipitação está ligada firmemente com a maioria destes parâmetros e os coeficientes de correlação entre eles e a precipitação são sensíveis à fase do ciclo de ENOS. Na Fig. 3 são apresentados as variações dos coeficientes da correlação entre precipitação e velocidade vertical média (—), entre a precipitação e carga de vorticidade (.....), entre precipitação e divergência de fluxos da umidade média (---), entre precipitação e pressão de superfície média (----) para o período 1976-1986. Podemos ver que os anos de 1976, 1979, 1982, 1986 (EL Niño) e os anos de 1984, 1985 (La Niña) têm alguns aspectos comuns no comportamento dos coeficientes de correlação. A comparação simples das séries temporais dos parâmetros da circulação global com as séries temporais dos parâmetros regionais mostra os seguintes relações interessantes entre eles: a) durante um evento EL Niño a maioria das ondas ultra-longas do campo da vorticidade potencial tem grande componente quase estacionário, e o começo da chuva forte no Sul do Brasil está correlacionado com a mudança abrupta da fase deste componente (fig. 4); b) a maioria dos coeficientes da correlação entre parâmetros meteorológicos globais e regionais para o mês de novembro têm uma variação interanual relacionada com a precipitação mensal para região de interesse(fig. 5).

Geralmente a precipitação anômala forte durante anos de El Niño no Sul do Brasil é resultado de interação de ar frio do ciclone no Atlântico Sul com ar quente e úmido quando este ciclone atinge a costa Sul do Brasil – Uruguai. Na Fig.6 está mostrado o campo de vorticidade potencial para 4 novembro de 1976 quando a precipitação média para Sul do Brasil excedeu 30 mm/dia.

CONCLUSÕES

Esta investigação ajuda esclarecer relacionamentos da causa - consequência entre processos do tempo locais e peculiaridades da circulação em grande escala durante várias fases de ENSO, e pode ser útil no desenvolvimento da previsão dinâmico –estatística de tempo na escala média.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte às investigações.

REFERÊNCIAS

- Grimm, A.M., S.E.T. Ferraz, and J. Gomes, 1998: Precipitation anomalies in southern Brazil associated with El Niño and La Niña events. *J. Climate*, 11, 2863-2880.
- Kiladis, G.N., and H.F. Diaz, 1989: Global climatic anomalies associated with extremes in the Southern Oscillation. *J. Climate*, 2, 1069-1090.
- Kurgansky, M.V., and I.A. Pishnichenko, 2000: Modified Ertel's potential vorticity as climate variable, *J. Atmos. Sci.*, 57.
- Ropelevski, C.H., and S. Halpert, 1987: Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Mon. Wea. Rev.*, 115, 1606-1626.