

VARIABILIDADE INTRASAZONAL DA BAIXA TERMO-OROGRÁFICA A LESTE DOS ANDES DURANTE O PERÍODO DE VERÃO

Gustavo Carlos Juan Escobar¹, Marcelo Enrique Seluchi²

RESUMO

Este trabalho analisa as frequências de oscilação da Baixa Termo-Orográfica a leste dos Andes (BTO) durante o verão, que constitui um dos sistemas meteorológicos fundamentais no contexto das Monções da América do Sul. O estudo se baseia na Análise por Componentes Principais aplicado aos campos de pressão ao nível do mar extraídos das Reanálises do NCEP.

Os resultados mostram, pela primeira vez na literatura, que a BTO é fortemente modulada por oscilações intra-sazonais, no range de 15 a 40 dias. A análise detalhada das informações revelou uma forte variabilidade interanual e uma forte atuação da BTO (ligada a frequências de oscilações típicas da onda de Madden-Julian) durante o fenômeno de El Niño 1997-1998

ABSTRACT

This work analyses the oscillation frequencies related to the Thermal Orographic Low east of the Andes (BTO) during the warm season. This system constitutes a fundamental component of the South American Monsoon System. The study is based on a Principal Component Analysis applied to the sea level pressure fields extracted from the NCEP reanalyses.

Results shows, for the first time in the literature, that the BTO is strongly modulated by intra-seasonal oscillations, in the range from 15 to 40 days. A detailed analysis revealed a strong inter-annual variability and a strong role of the BTO (linked to oscillations frequencies typical of the MJO) during the 1997-1998 El Niño phenomenon.

Palavras chave: Baixa Termo-orográfica, Variabilidade intrasazonal, Componentes Principais.

INTRODUÇÃO

A Baixa Termo-orográfica localizada a leste da Cordilheira dos Andes (**BTO**) é um sistema meteorológico que influencia as condições do tempo no centro-norte da Argentina, no Uruguai, sul da Bolívia, no Paraguai, nas Regiões Sul e Sudeste e em parte das Regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil, sendo um dos sistemas mais característicos da circulação atmosférica em baixos níveis da América do Sul e tendo um papel relevante no funcionamento das “Monções da América do Sul” (Kousky e Kayano, 1994, Seluchi e Marengo, 2000). Este sistema de baixa pressão tem uma importante variação na sua posição, intensidade e duração, modulando os fluxos de calor e umidade. O processo de formação da **BTO**, foi estudado por Lichtenstein (1980) e mais recentemente por Seluchi et al (2003), que destacam o caráter fundamentalmente térmico deste sistema no verão e sua forte dependência com as perturbações baroclínicas que cruzam a Cordilheira dos Andes no inverno. No período do verão, existem padrões de circulação que mostram uma relação entre a **BTO** e a Alta da Bolívia (**AB**) (Paegle e Mo, 1997), sistema

- 1- Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC. Rodovia Pres. Dutra, km 40, SP-RJ, 12630-000, Cachoeira Paulista, SP, tel: +55 (12) 3186-8601, fax: +55 (12) 3101-2835, e-mail: escobar@cptec.inpe.br
- 2- Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC. Rodovia Pres. Dutra, km 40, SP-RJ, 12630-000, Cachoeira Paulista, SP, tel: +55 (12) 3186-8534, fax: +55 (12) 3101-2835, e-mail: [seluchi@cptec.inpe.br](mailto:seluhi@cptec.inpe.br)

meteorológico de fundamental importância na determinação do regime de chuvas no Brasil. Em outros casos, podem existir períodos longos de tempo nos quais a **BTO** atua intensamente ou permanece praticamente inibida, provocando em um ou outro caso eventos meteorológicos extremos nas latitudes subtropicais da América do Sul. Embora não existam antecedentes específicos na literatura, é muito provável que a variabilidade intrasazonal da **BTO** esteja associada a padrões de circulação atmosférica de maior escala e à atuação simultânea de outros sistemas meteorológicos. Em particular, a Oscilação Intrasazonal de Madden e Julian (**OMJ**) (associada com a banda 30-60 dias) e sua relação com a variabilidade da precipitação sobre América do Sul no período do verão tem sido bem estudada por diversos autores (Kousky and Kajano, 1994, Castro e Cavalcanti (2003). A **BTO** pode estar relacionada com a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (**ZCAS**) que ocorre durante a estação chuvosa e cuja variabilidade é modulada pela **OMJ**. Por isso, é de grande importância entender melhor a variabilidade da **BTO** nas diferentes estações do ano e dos processos físicos que determinam essa variabilidade. Este trabalho tem como proposta principal estudar a variabilidade intrasazonal da **BTO** durante o verão, identificando frequências relacionadas com à intensificação ou enfraquecimento deste sistema.

METODOLOGIA E MATERIAL

Foram utilizados dados diários de reanálise do NCEP (Kalnay et al., 1996) da pressão ao nível médio do mar (**pnm**) para os meses de verão (**DJF**) correspondentes ao período de 1995 a 2004. Para a determinação dos modelos padrões de circulação associados à presença da **BTO** foi realizado uma classificação sinótica de campos de pressão ao nível do mar. A metodologia utilizada foi a Análise de Componentes Principais (**ACP**) rotacionadas com uma matriz de correlação em Modo – T (Green, 1978; Richman, 1986). Para analisar a variabilidade intrasazonal da **BTO** foi utilizado o método de Análise Espectral (Jenkins and Watts, 1969) às series dos factors loadings de cada uma das três primeiras componentes principais obtidas durante o verão. A utilização do cálculo do espectro de potência permite analisar o comportamento de uma série temporal em função das periodicidades ou quase-periodicidades contidas nela.

RESULTADOS

Classificação sinótica

A aplicação da Análise de Componentes Principais identificou três principais padrões de circulação em superfície que explicaram mais do 70% da variância total. A **Tabela 1** mostra as porcentagens da variância explicada e porcentagens da variância acumulada pelas componentes.

A **Figura 1** apresenta as três CPs (painel da esquerda) e os compostos de casos altamente correlacionados com elas (painel da direita).

Tabela 1. Porcentagens da variância explicada e da variância acumulada pelas três CPs durante o verão.

CPs	POR. VAR. (%)	POR. CUM. VAR. (%)
1	27,3	27,3
2	25,9	53,2
3	25,8	79,0

A CP1 e CP3 mostram indícios da presença da **BTO**, sendo a CP1 o modelo padrão de circulação mais freqüente para esta estação do ano e que melhor representa esse sistema de baixa pressão, principalmente em relação a sua posição geográfica. Nas outras CPs, a **BTO** perde intensidade além de mostrar um deslocamento respeito a sua posição habitual. A CP1 (27,3%) permite inferir que a **BTO** apresenta características principalmente térmicas, devido ao forte aquecimento diurno que ocorre na região nessa época do ano (Lichtenstein, 1980). O composto de casos associados a este modelo padrão mostra a **BTO** atuando sobre o centro-norte da Argentina, Paraguai e em parte do Estado de Mato Grosso do Sul. Mais ao sul, sobre o continente, observa-se um cavado associado à presença de uma frente fria em superfície. A CP2 (25,9%) está relacionada com um sistema de baixa pressão, porém deslocado mais ao norte e diferente da **BTO** e com sistema de alta pressão localizado sobre latitudes mais altas. O composto de casos mostra uma área de baixa pressão localizada sobre o norte de Paraguai e Mato Grosso do Sul. Esse modelo padrão de circulação em superfície, está relacionado com a presença da **ZCAS** (Escobar e Carvalho, 2005). A CP3 (25,8%) está associada à entrada de uma frente fria no continente, aproximadamente entre o centro da Argentina e a Região Sul do Brasil. O cavado associado a esse sistema frontal aparece bem definido sobre o oceano Atlântico. Neste caso, a **BTO** apresenta uma importante componente dinâmica forçada pela passagem da frente fria.

Variabilidade intrasazonal

A **Figura 2** mostra a análise espectral para cada uma das três CPs. Pode-se observar que as CPs apresentam os maiores picos de energia em períodos que oscilam em torno dos 15 e 25 dias, representando oscilações atmosféricas de escala maior que a sinótica. A CP1 mostra o sinal maior em torno dos 15 dias, entanto que as CP2 e CP3 apresentam os picos máximos em torno dos 22 dias.

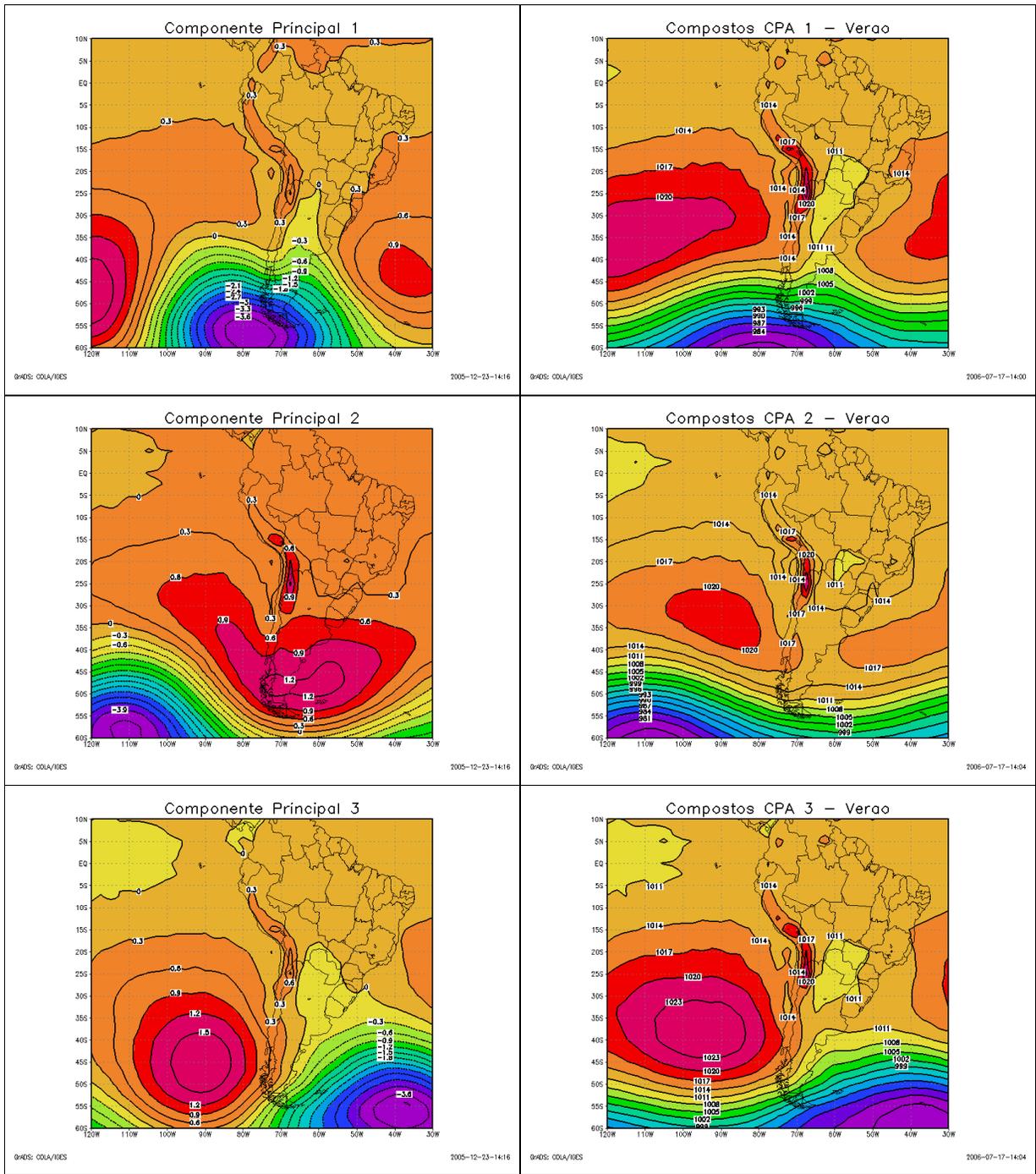


Figura 1: Componentes Principais (CPs (painel esquerda) e compostos de casos altamente correlacionados com cada uma das três CPS (painel direita).

Nota-se também um outro pico, porém de menor intensidade, em períodos que estão em torno dos 5 e 7 dias, associado a oscilações atmosféricas que representam os distúrbios transientes que atuam em latitudes subtropicais e médias. A **Figura 2** também permite identificar fenômenos de escala de frequências mais baixas, cujo períodos oscilam em torno dos 40 dias, podendo estar associadas à Oscilação de Madden e Julian (OMJ). A CP1, que está fortemente associada à atuação

da **BTO**, é o modelo de circulação em superfície que melhor responde ao período de oscilação típico da OMJ, entanto que as outras CPs mostram um sinal mais fraco para oscilações atmosféricas deste tipo. Uma análise mais detalhada dos espectros de potência de cada uns dos 10 anos utilizados correspondente à CP1, permite identificar uma grande variabilidade interanual.. A **Figura 3** permite apreciar que embora a média dos espectros mostra um máximo de potência nas baixas frequências, com máximos em torno dos 15 e 45, os espectros individuais variam muito de um ano a outro. Por exemplo, para as escalas de frequência mais baixas, o verão 97/98 mostra um pico máximo extremo, entanto que para a maioria dos demais anos o pico diminui significativamente transformando-se em secundário em relação às oscilações de frequências mais altas (15 a 20 dias). O verão de 1997/98, caracterizou um período anômalo relacionado com o fenômeno de “El Niño”, que provocou fortes anomalias positivas de precipitação sobre boa parte da Região Sul do Brasil. Neste caso, as chuvas estiveram favorecidas pela forte presença da **BTO** que aumentou a advecção de umidade sobre a região. A análise espectral desse período mostra uma forte atividade da **OMJ** (45 dias), podendo ter contribuído para intensificar a **BTO**.

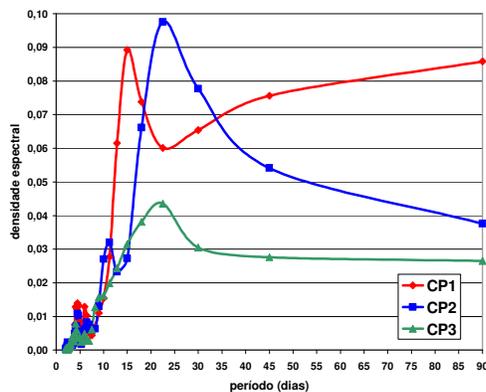


Figura 2: Espectro de Potência de cada CPs.

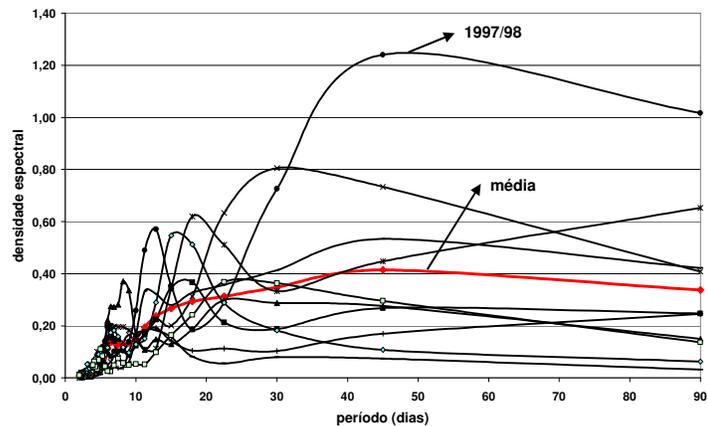


Figura 3: Espectro médio de potência (vermelho) e espectros individuais da CP1 (preto).

CONCLUSÕES

Neste trabalho se realiza uma primeira análise tendente a identificar os períodos de oscilação associados à atuação da Baixa Termo-Orográfica a Leste dos Andes (**BTO**), também conhecida como Baixa do Noroeste Argentino. Pesquisas prévias (Lichtenstein, 1980) determinaram que este sistema responde fortemente à onda diária (máximos no início da tarde e mínimos no início da manhã) e à onda anual (máximos no verão e mínimos no inverno) mas a importância das frequências sinótica e intrasazonal é essencialmente desconhecida. Com esse intuito foi realizado uma Análise por Componentes Principais rotacionadas com matriz de correlação em Modo T dos campos de pressão reduzida ao nível médio do mar derivados das Reanálises do NCEP durante o

verão dos anos 1995 a 2004. Os resultados mostram que das três primeiras CPs duas delas refletem claramente a atuação da **BTO**. Esse sistema, portanto, aparece nos campos de pressão que explicam mais do 50% da variância durante o verão. Embora os espectros de energia evidenciam a importância da onda sinótica, os maiores picos aparecem em períodos que oscilam entre os 15 e 25 dias. Em particular, a CP1 (a que explica o maior porcentagem de variância) exhibe importantes picos de energia nas frequências mais baixas do espectro, em torno dos 40 dias, indicando uma forte relação entre a atuação da **BTO** e a presença de oscilações intrasazonais do tipo Madden-Julian.

Uma pesquisa detalhada revela que existe uma forte variabilidade interanual no espectro de energia que governa o comportamento da **BTO**. Em particular o verão 1997/1998, ligado ao fenômeno de El Niño e que causou graves enchentes na Região Sul, mostrou uma forte atividade da **BTO** que foi explicada principalmente pelas oscilações intrasazonais.

AGRADECIMENTOS Este trabalho foi parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) através da concessão de uma bolsa PCI-DTI ao primeiro autor e do Projeto Prosul (Processo CNPq/490353/2004-2005)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castro, CC; IFA Cavalcanti, 2003. "Intraseasonal modes of variability affecting the SACZ". VII international Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography, 24-28 march 2003, Wellington, New Zealand.
- Escobar, G., C., J. e I, Carvalho da Costa (2005). Situações meteorológicas associadas a episódios da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). IX Congresso Argentino de Meteorología. Período: 3-7 de Outubro de 2005.
- Green, P (1978). *Analysing Multivariate Data*. The Dryden Press. Illinois, U.S.A, 519.
- Jenkins, J. M. and D. G. Watts (1969). *Spectral Analysis and its applications*. Hoden-day series in time series analysis, 2 edicion, San Francisco, Cambridge, London, Amsterdam.
- Seluchi, M.E., J.A. Marengo (2000). Tropical-extratropical Exchange of air masses during Summer and Winter in South America: Climatic Aspects and extreme events. *Int Jou of Climat.*, **20**, 1167-1190.
- Seluchi M.E, A. C Saulo, M Nicolini, P Satyamurty (2003): The Northwestern Argentinean Low: a study of two typical events. *Mon. Wea. Rev.*, **131**, 2361-2378.
- Kousky, V. E., and M. T. Kayano (1994). Principal modes of outgoing longwave radiation and 250 hPa circulation for the South American setor. *J. Climate*, **7**, 1131-1142.
- Richman M (1986). Rotation of Principal Components. *J.of Climatology*, **6**, 293-335.
- Kalnay E. et al. (1996). The NCEP/NCAR 40-year reanalysis Project. *Bull. Am. Meteorol.Soc.*, v.77, n.3, p. 437-471.