

# USO DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS PARA OBSERVAR A PROPAGAÇÃO DA OSCILAÇÃO DE MADDEN E JULIAN

Maria Cristina Lemos da SILVA<sup>1</sup>, José Ivaldo Barbosa de BRITO<sup>2</sup>, Sheilla Christini SANTANA<sup>3</sup>

## 1. Introdução

A oscilação de Madden e Julian (OMJ) é o resultado das células de circulação em grande escala orientadas no plano equatorial que se movem para leste (MADDEN e JULIAN, 1994). A OMJ representa a mais significativa forma de variabilidade atmosférica nos trópicos em escala de tempo intra-sazonal. Portanto, o entendimento da propagação da OMJ é muito valioso no planejamento das atividades humanas, principalmente na agricultura, uma vez que esta oscilação pode produzir tanto períodos de seca, dentro da estação chuvosa, como período de chuvas intensas.

Estudos observacionais descrevem a OMJ como sendo um evento que se propaga para leste, na região equatorial, de número de onda um e oscilação baroclínica no campo de vento tropical. A velocidade de propagação é da ordem de 6 m/s no hemisfério leste, onde a OMJ interagem fortemente com a atividade convectiva profunda, e de 12 m/s ou maior no hemisfério oeste, onde ela continua propagando sem muita influência no campo de nebulosidade (KESSLER, 2001). As interações entre OMJ-anomalias da convecção e a circulação de grande escala são mais forte no hemisfério leste, sobre os Oceanos Índico e Pacífico Ocidental, onde a oscilação exibi sua maior variabilidade e tipicamente atinge sua amplitude máxima (WEICKMAN, 1983; WEICKMAN et al., 1985). Entretanto, sinais da OMJ também foram relacionados com as anomalias de precipitação, radiação de onda longa emitida para o espaço e circulação troposférica superior, durante o verão, sobre a América do Sul, inclusive o Nordeste do Brasil (KAYANO et al., 1990).

## 2. Material e métodos

Neste estudo foram utilizados dados dos campos diários de taxa de precipitação, pressão reduzida ao nível médio do mar, vento zonal em 850 e 200hPa e fluxo de calor latente na faixa tropical de todo o globo (0° a 360°) compreendida entre as latitudes de 20°S e 20°N, obtidos a partir dos dados de reanálise do NCAR/NCEP (Centro Nacional de Pesquisas Atmosféricas – National Center Atmospheric Resource – e Centro Nacional de Previsão Ambiental – National Center Environment Predictions - do Estados Unidos da América).

A metodologia desta pesquisa baseou-se nas técnicas de Análise Fatorial (AF) em Componentes Principais (CP) nos modos espacial e temporal para definir os padrões de variabilidade intra-sazonal das variáveis meteorológicas mencionadas anteriormente. Detalhes sobre esta técnica pode ser obtidos em WILKS (1995). Entretanto, a seguir será elaborado uma apresentação simplificada.

A partir da matriz de dados normalizada das variáveis meteorológicas  $X_1, X_2, \dots, X_p$  obtém-se a matriz de correlação  $R$  dada por:

$$R = \frac{1}{n-1} (Z)^t (Z) \quad (1)$$

onde  $Z$  é a variável  $X$  normalizada e  $R$  é uma matriz simétrica positiva de dimensão  $(k \times k)$ , ela é diagonalizável por uma matriz  $A$ , de mudança de base, denominada de autovetores. A matriz diagonal  $D$  cujos elementos diagonais são os autovalores ( $\lambda$ ) de  $R$ , é expressa por:

$$D = A^{-1} R A \quad (2)$$

Por causa da ortogonalidade dos autovetores, a inversa de  $A$  ( $A^{-1}$ ) é igual a sua transposta ( $A^t$ ). Assim, as componentes principais  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$  são obtidas por combinações lineares entre a transposta dos autovetores ( $A^t$ ) e a matriz de observações ( $Y$ ), ou seja:

$$Z = A^t Y \quad (3)$$

$$Y = A Z$$

Cada linha de  $Z$  corresponde a uma Componente Principal que forma as séries temporais associadas aos autovalores. Os valores de  $Y$  do  $n$ -ésimo local podem ser calculados por:

$$Y_i = a_{j_1} Z_1 + a_{j_2} Z_2 + \dots + a_{j_k} Z_k + a_{np} Z_p \quad (4)$$

Cada Componente Principal tem uma porção da variância total dos dados de uma determinada variável, e são ordenadas por ordem decrescente dos autovalores mais significativos de  $a_k$  em  $A$ , dada por:

$$Z_i = \sum_{j=1}^n a_{j,i} Y_j \quad (5)$$

Em geral, o número escolhido de CPs é baseado no critério de truncamento de Kaiser, que considera como mais significativos os autovalores cujos valores sejam superiores à unidade WILKS (1995). Entretanto, neste estudo serão escolhido as três primeiras CPs. Os fatores comuns são obtidos pela relação entre a matriz dos autovetores ( $A$ ) e a raiz quadrada do autovalor ( $\lambda$ ), ou seja, o primeiro fator comum é obtido pela relação entre o primeiro autovetor ( $a_{11}$ ) e o primeiro autovalor ( $\lambda_1$ ) e assim sucessivamente WILKS (1995). A distribuição espacial dos fatores comuns representa a contribuição (peso) destes em relação à variância total do conjunto de dados da variável analisada. As variáveis são normalizadas, logo quanto maior for o peso maior contribuição à variância.

## 3. Resultados e discussão

Neste trabalho foram construídos os gráficos da variação temporal e os campos da variação espacial dos primeiros 6 e 3 fatores (componentes principais) respectivamente, das seguintes variáveis: pressão ao nível médio do mar,

<sup>1</sup> Bolsista PIBIC Departamento de Ciências Atmosféricas, DCA, Universidade Federal de Campina Grande.

<sup>2</sup> Professor Departamento de Ciências Atmosféricas, DCA, Universidade Federal de Campina Grande.

<sup>3</sup> Bolsista Departamento de Ciências Atmosféricas, DCA, Universidade Federal de Campina Grande.

fluxo de calor latente, vento zonal em 200mb e em 850mb. Entretanto, para economizar espaço, são mostradas apenas as figuras para o vento zonal em 200mb.

Analisando a variação temporal das componentes encontradas observamos que para a pressão ao nível médio do mar a variância explicada pelas seis primeiras componentes é de aproximadamente 77%, para o fluxo de calor latente as seis primeiras componentes é de apenas 38%, para o vento zonal em 850 hPa a variância explicada pelas seis primeiras componentes assim como o fluxo de calor latente é inferior a 50%, sendo aproximadamente 41%, para o vento zonal em 200 hPa a variância explicada pelas seis primeiras componentes é de aproximadamente 59%.

Com os gráficos do vento em 200 hPa, observa-se que o primeiro fator (figura 1) tem uma predominância do ciclo anual com algumas pequenas perturbações, no segundo fator (figura 1) ainda há uma presença do ciclo anual, o terceiro fator (figura 2) mostra flutuações com frequência de aproximadamente 36 dias, n sexto fator (figura 3) mostra uma presença dos sistemas de Rossby que é da ordem de 6 dias.

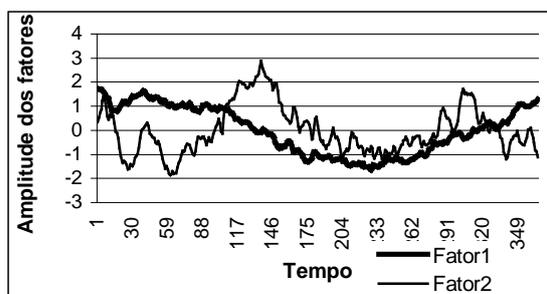


Figura 1. Variação temporal das componentes do vento zonal ao nível de 200 hPa (fatores 1 e 2).

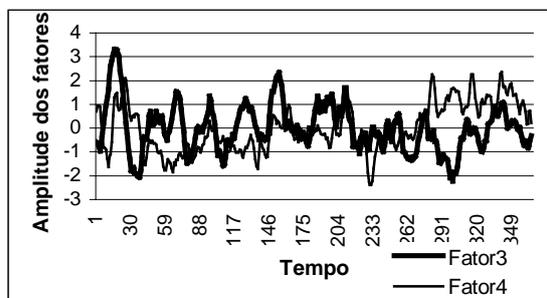


Figura 2. Semelhante a Figura 1 para os fatores 3 e 4.

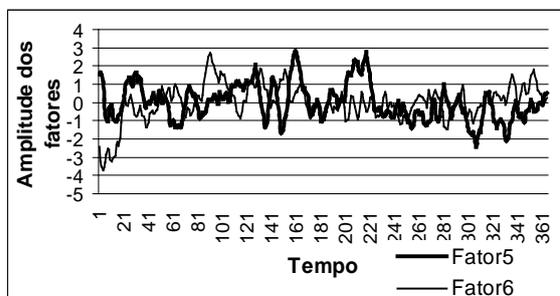


Figura 3. Semelhante a Figura 1 para os fatores 5 e 6.

Nesta parte do trabalho obteve-se a variação espacial das componentes, sendo apenas

os três primeiros fatores, e a partir daí obtivemos os campos par aos mesmos.

Os dois primeiros (Figura 4 no topo e no centro) fatores mostram uma variação zonal, no primeiro fator há uma faixa equatorial negativa. As oscilações Madden e Julian são observadas a partir do terceiro fator (Figura 4 em baixo), que tem um centro positivo e um negativo o que caracteriza as oscilações Madden e Julian.

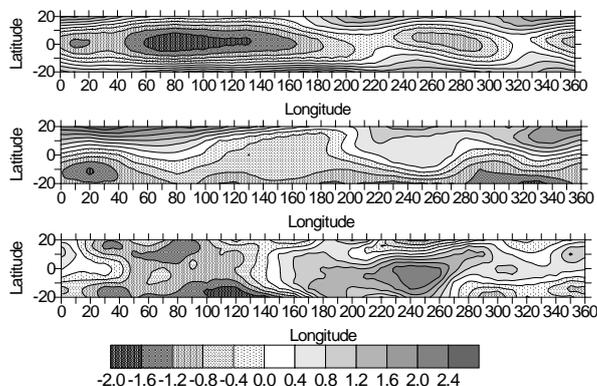


Figura 4. Variação espacial do vento zonal em 200 hPa (fator 1 no topo, fator 2 no centro, fator 3 em baixo).

**Conclusão**

A Análise de Componentes Principais mostrou-se uma ferramenta útil para investigar a atuação da OMJ, até mesmo em ano de El Niño.

**Referências Bibliográficas**

KAYANO, M.T.; KOUSKY, V.E.; STUDZINSKI, C.D.; DIAS, P.L.S. As Variações Intra-Sazonais da Precipitação no Brasil Durante o Verão de 1989/1990. *Climanálise*, v.5, n.4, p.40-50, 1990

KESSLER, W. S. EOF representations of the Madden-Julian Oscillation and its connection with ENSO. *Journal of Climate*, v. 14, p. 3055-3061, 2001.

MADDEN, R. A.; JULIAN, P. R. Observations of the 40-50 day tropical oscillation: A review. *Monthly Weather Review*, v.112, p.814-837. 1994.

WEICKMANN, K.M. Intraseasonal circulation and outgoing longwave radiation modes during Northern Hemisphere winter. *Monthly Weather Review*, v. 111, p. 1838-1858, 1983.

WEICKMANN, K.M.; LUSSKY, G.R.; KUTZBACH, J.E. Intraseasonal (30-60 day) fluctuations of outgoing longwave radiation and 250 mb streamfunction during northern. *Monthly Weather Review*, v.113, n.6, p.941-961, 1985.

WILKS, D. S. **Statistical Methods in the Atmospheric Sciences**. Academic Press. San Diego, 467p., 1995.