

# **CLIMATOLOGIA SINÓTICA DE EVENTOS EXTREMOS DE CHUVA NA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO**

**Carlos R. W. Moura<sup>1</sup>, Gustavo C. J. Escobar<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup>Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE**

## **RESUMO**

Neste trabalho foi feita uma classificação sinótica de seqüências de campos de pressão ao nível médio do mar (PNMM), associado à ocorrência de precipitação intensa na cidade do Rio de Janeiro – RJ. Para obter os Padrões de Sequência Principal (PSP) da PNMM foi utilizada a metodologia de Análise de Componentes Principais (ACP) rotacionadas. Os resultados mostram dois tipos de padrões sinóticos que causam eventos extremos de chuva na cidade do Rio de Janeiro durante o período de 1997-2010, que representam aproximadamente 50% da variância total dos casos. O padrão dominante mostra a passagem de frentes frias com trajetória predominantemente zonal e provavelmente associada com episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) durante a estação chuvosa. Já o segundo padrão está relacionado ao ingresso de frentes frias polares, acompanhadas de intensos anticiclones pós-frontais. Ambos os padrões sinóticos contribuem com o aumento da convergência de umidade sobre o litoral fluminense.

## **ABSTRACT**

In this work, a synoptic classification of sequence patterns of sea level pressure (SLP), associated with occurrence of intense precipitation in the city of Rio de Janeiro – RJ. The rotated “Principal Components Analysis” (PCA) is used to obtain the basic patterns of sequence of SLP. The results show two dominant types of synoptic patterns that cause extreme rainfall events in the city of Rio de Janeiro during the period 1997-2010, which explain approximately 50% of the total variance of the cases. The dominant pattern shows the passage of cold fronts with predominantly zonal trajectory and probably associated with episodes South Atlantic Convergence Zone (ASCZ) during the rainy season. The second pattern is related to the entry of polar cold fronts, accompanied by intense postfrontal anticyclones. Both synoptic patterns to the increasing convergence of moisture on de coast of Rio de Janeiro.

## **INTRODUÇÃO**

Os efeitos das mudanças climáticas globais deixaram de ser algo para acontecer no futuro, e se fazem sentir agora: aumento da temperatura, aumento do nível do mar, derretimento das geleiras, mudanças ecológicas, e o aumento da frequência e intensidade de fenômenos meteorológicos extremos são algumas das respostas desta mudança. Em megacidades, como

São Paulo e o Rio de Janeiro, os impactos gerados pela ocorrência de precipitação intensa são mais significativos. O crescimento desordenado de área construída dificulta o escoamento da água e provoca enchentes e inundações. As construções de habitações em áreas de risco, como é o caso de encostas de morros, provocam deslizamentos e escorregamentos de terra que causam mortes humanas. Isto, somado ao despreparo de órgãos competentes frente a este tipo de evento meteorológico extremo potencializa o caos nestes casos. Como exemplo pode-se citar as chuvas que ocorreram entre os dias 05/04 e 07/04/2010 entre as cidades do Rio de Janeiro e Niterói, onde o desabamento de casas construídas sobre um antigo lixão, o Morro do Bumba, causou a morte de 47 pessoas. Sabendo da importância de se minimizar os impactos em casos de eventos de chuva extrema, conhecer os padrões sinóticos, avaliar e prever com antecedência este tipo de evento é de grande importância, tanto para a comunidade científica quanto para a sociedade. Assim, neste trabalho foi feita uma climatologia sinótica de seqüências de campos de pressão a nível médio do mar (PNMM), com o objetivo de obter os principais campos de circulação atmosférica em superfície deflagradores de chuvas intensas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).

## **METODOLOGIA**

Neste estudo foram utilizados dados diários de precipitação, no período de 1997 até 2010, de nove estações meteorológicas do Rio de Janeiro – RJ, pertencentes à Fundação Georío, entre as quais: Copacabana, Jardim Botânico, Urca, Vidigal, Laranjeiras, Rocinha, Santa Tereza, Grajaú e Tijuca. As informações referentes à localização, endereço e ficha técnica das estações estão disponíveis em <http://www2.rio.rj.gov.br/georio/site/alerta/alerta.htm>. Para análise das seqüências de campos de pressão em superfície associados a eventos de chuva intensa no Rio de Janeiro foram usados dados de Pressão ao Nível Médio do Mar (PNMM), proveniente do NCEP/NCAR (National Center for Environmental Prediction/Nacional Center for Atmospheric Research), disponíveis no endereço [www.cdc.noaa.gov](http://www.cdc.noaa.gov). A seleção dos casos de chuva intensa foi feita utilizando como limiar de chuva extrema diária o percentil de 95%. Assim, quando o valor ultrapassava o limiar em pelo menos uma das nove estações, o caso era selecionado. Um total de 149 casos de chuva intensa foi selecionado. Os limiares variaram entre 42 e 65 mm/dia entre as nove estações meteorológicas escolhidas. Para obter os PSP de PNMM foi utilizada a metodologia de Análise de Componentes Principais (ACP) rotacionadas com matriz de entrada em Modo T (Richman, 1986). Uma análise mais detalhada sobre a aplicação desse método pode ser obtida em Escobar (2007).

## **RESULTADOS**

A aplicação da Análise de Componentes Principais identificou sete Padrões de Seqüências Principais (PSP) em superfície que explicaram aproximadamente 75% da variância

total dos casos. Nas Figuras 1 a 2 apresenta-se os dois primeiros PSP, que explicaram aproximadamente 50% da variância total dos casos, e os casos observados altamente correlacionados com eles.

O primeiro padrão sinótico PSP1(Figura 1a), mostra o deslocamento de uma frente fria que no dia -2 encontra-se entre o norte do Paraguai e a região do Litoral da Argentina, cujo ciclone extratropical associado é intenso e se localiza a sul de 50S.

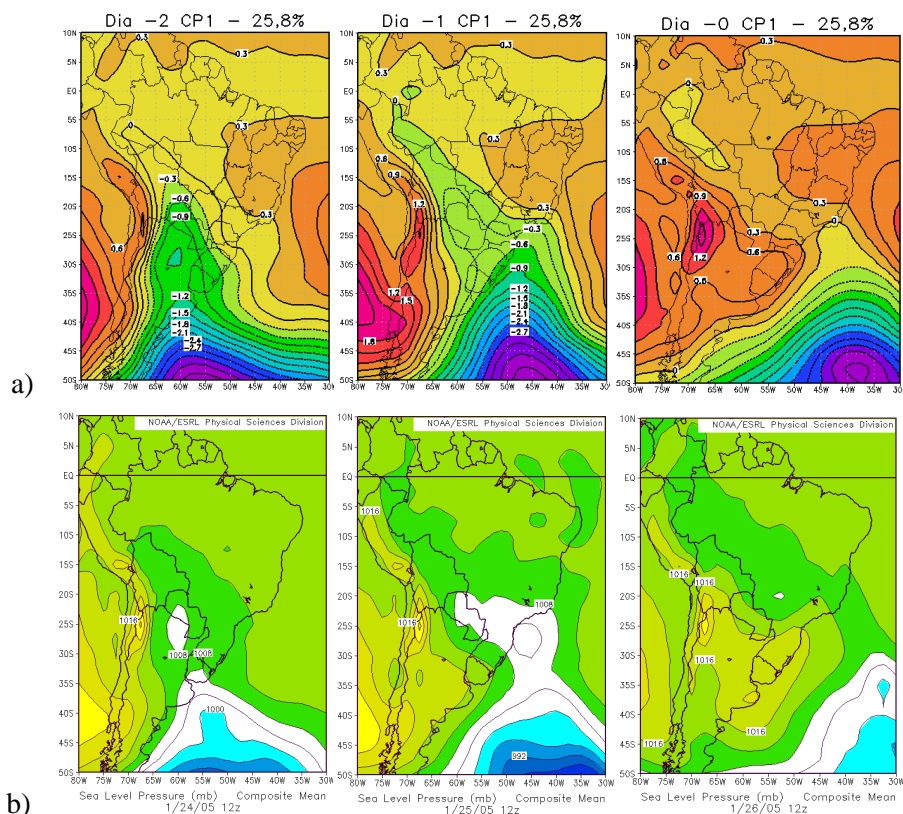


Figura 1 – (a) Primeira Seqüência de Componentes Principais (PSP1) e (b) um caso observado de pressão em superfície altamente correlacionado (24/01/05 – 26/01/05)

Este sistema frontal tem um deslocamento praticamente zonal, se deslocando pelo Sul e sul do Sudeste do Brasil no dia -1, atingindo a região de estudo no dia 0, quando provoca o evento extremo de precipitação. Neste dia nota-se também um alinhamento de uma área de baixa pressão desde o oeste da Região Norte até o Sudeste do Brasil, onde atua a frente fria, o que certamente favoreceu a convergência de umidade de latitudes mais baixas. No verão, este padrão sinótico pode estar associado a episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), como foi verificado em alguns dos casos altamente correlacionados. Um resultado similar foi encontrado por Escobar e Carvalho (2005), que fizeram uma classificação sinótica de episódios de ZCAS na América do Sul. Durante o inverno, este padrão sinótico está vinculado principalmente a incursões de ar frio na América do Sul. Isto também foi verificado através de alguns dos casos altamente correlacionados com o PSP1.

O segundo padrão sinótico PSP2 (Figura 2a), também está associado ao avanço de um típico sistema frontal frio desde o sul do continente até a Região Sudeste do Brasil. No dia -2 observa-se o sistema frontal sobre o Sul do Brasil, com o centro do anticiclone pós-frontal sobre o extremo sul do continente. A leste da patagônia argentina é possível observar um cavado secundário embebido no ciclone extratropical associado à frente fria. Este cavado contribui para intensificar a advecção de ar frio sobre o continente.

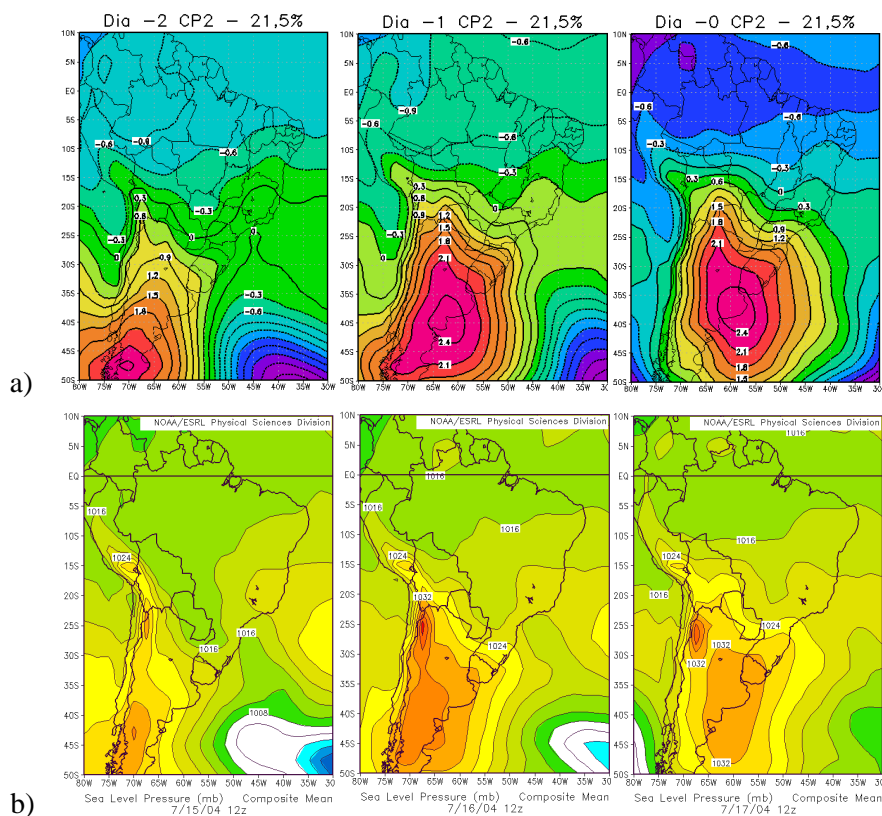


Figura 2 – (a) Primeira Seqüência de Componentes Principais (PSP1) e (b) um caso observado de pressão em superfície altamente correlacionado (24/01/05 – 26/01/05)

No dia -1 a frente fria atinge o sul do estado de SP, chegando ao RJ no dia 0. Neste dia o anticiclone pós-frontal fica intenso e abrangente, tomando conta de grande parte da Argentina, do Uruguai, Paraguai e o Sul do Brasil. Nota-se que o gradiente de pressão consegue penetrar até sul da região amazônica, atingindo parte dos Estados de Mato Grosso do Sul (MT), do Acre (AC) e de Rondônia (RO). Este significativo gradiente de pressão entre o Atlântico e o continente permite inferir que existe uma forte componente marítima sobre o litoral do Sudeste, potencializando a advecção de umidade sobre a área de estudo. Sistemas com esta intensidade são comuns no inverno, muitas vezes associados a episódios de friagens. Este resultado permite concluir que, durante o inverno, também podem ocorrer eventos de chuva extrema na capital fluminense, porém com menor frequência em relação à estação chuvosa.

As PSP3 e PSP4 (não mostradas neste trabalho) representam 8,3 e 7,0% da variância total explicada, respectivamente. Isto significa que os padrões sinóticos associados são menos

freqüentes, porém também estão relacionados a episódios de chuva extrema no capital fluminense.

## **CONCLUSÕES**

Neste trabalho foi elaborada uma classificação sinótica de seqüências de campos de pressão ao nível médio do mar (PNMM), associada à ocorrência de precipitação intensa na cidade do RJ, mediante a aplicação da Análise de Componentes Principais (ACP) . Os resultados obtidos mostram dois Padrões de Seqüências Principais (PSP) de pressão em superfície que explicam aproximadamente 50% da variância total dos casos.

O PSP1 mostra um padrão sinótico associado a frentes frias que se deslocam de maneira praticamente zonal até atingirem a Região Sudeste do país. O deslocamento zonal destas frentes frias é um comportamento típico do verão, período onde a convergência de massa e umidade se direciona desde o Atlântico até a Região Norte do Brasil. Esta configuração de pressão em superfície geralmente pode estar associada a eventos de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

O PSP2 mostra o típico avanço de frentes frias desde o sul do continente, com um intenso anticiclone pós-frontal tomando conta de grande parte do centro-sul do continente sul-americano. Este padrão sinótico é observado apenas durante o inverno, determinando um forte gradiente de pressão entre o oceano Atlântico e a Região Sudeste do Brasil. Desta maneira aumenta a convergência de umidade em direção ao continente, potencializando a condição de chuva intenso sobre a capital fluminense. Sistemas com esta intensidade muitas vezes estão associados a eventos de friagens.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro através da Bolsa de Capacitação Institucional – PCI (Processo número 300454/2011-2) concedida ao primeiro autor.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ESCOBAR, G. C. J.; CARVALHO DA COSTA, I. Situações meteorológicas associadas a episódios da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), IX Congresso Argentina de Meteorología. Período: 3-7 de Outubro de 2005.

ESCOBAR, G. C. J. Padrões sinóticos associados a ondas de frio na cidade de São Paulo. Revista Brasileira de Meteorologia, v.22, n.2, 241-254, 2007.

RICHMAN, M. Rotation of Principal Components. Journal of Climatology, v6, n.3, p 293-335, 1986.