

# USO DE ÍNDICES CLIMÁTICOS PARA IDENTIFICAR EVENTOS DE CHUVA EXTREMA NO INTERIOR SEMI-ÁRIDO SUL DO NORDESTE DO BRASIL (NEB)

*Marley Cavalcante de Lima Moscati<sup>(1)</sup> e Manoel Alonso Gan<sup>(2)</sup>*

## RESUMO

O objetivo desse trabalho é avaliar a variabilidade diária dos índices ZI, MI e UVI associada a 21 eventos de chuva extrema ocorridos no setor sul da região interior semi-árida do NEB (A2), e identificar o mecanismo precursor de eventos de chuva extrema associado. Os resultados mostram que o principal mecanismo causador de chuvas extremas em A2 é a aproximação de Sistemas Frontais (SF) no sul do NEB, os quais mudam a circulação atmosférica pré-frontal, propiciando condições favoráveis à chuva extrema in A2. Eventos não associados com SF foram relacionados com Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) ou cavados em altos níveis localizados sobre o Oceano Atlântico Sul, próximo à costa. O UVI capturou bem o sinal da circulação pré-frontal proveniente do leste da Amazônia, confirmando que eventos de chuva extrema em A2 estão associados com fortes ventos de norte e de oeste ou fracos ventos de leste.

**Palavras-Chave:** Semiárido do Nordeste do Brasil, índices, precipitação, vento.

## ABSTRACT

The goal of this paper is to assess the daily rainfall variability of ZI, MI and UVI associated with 21 heavy rainfall events occurred in the southern sector of the NEB semiarid interior region (A2), and identify the precursor atmospheric circulation of mechanisms associated. The results show that the main mechanism responsible by rainfall in A2 is the approach of cold fronts in southern NEB, that changes the pre-frontal atmospheric circulation, contributing to create favorable conditions to extreme rainfall in A2. Events without cold fronts presence were associated with Upper Tropospheric Cyclonic Vortex (VCAN) or upper-level troughs over the South Atlantic Ocean, close the coast. The UVI has been caught well the pre-frontal circulation signal coming from eastern Amazônia and confirming that heavy rainfall events in A2 were associated with a strong northerly and westerly winds or a weak easterly wind.

**Key words:** Semiarid of Northeast Brazil, indexes, rainfall, wind.

1

---

<sup>(1)</sup> e <sup>(2)</sup> Pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE/CPTEC), Av. dos Astronautas, 1758, Jd Granja, São José dos Campos, SP, 12201-970, Fone: (12) 39456653, E-mails: [marley@cptec.inpe.br](mailto:marley@cptec.inpe.br) e [alonso@cptec.inpe.br](mailto:alonso@cptec.inpe.br).

## INTRODUÇÃO

Na região interior semi-árida do Nordeste do Brasil (NEB), uma região predominantemente seca e com grande variabilidade espacial e temporal da precipitação (Ramos, 1975; Kousky e Chu, 1978), o conhecimento mais apurado sobre a ocorrência e o comportamento de eventos de chuva extrema é de suma importância, principalmente na investigação de impactos sobre a disponibilidade de fontes de água disponível. Dentre os vários métodos disponíveis para investigar a ocorrência de eventos de chuva extrema nessa região, Moscati e Gan (2006) (definido a partir de agora como MG06) propuseram um índice diário de precipitação e três índices diários de vento em 850 hPa, calculados para os setores norte (A1: 7°S-10°S; 37°W-44°W) e sul (A2:10°S-15°S; 40°W-45°W) dessa região, durante sua estação chuvosa (novembro a abril). Um evento de chuva extrema em A2 foi definido como o período em que o índice de precipitação (denominado RI) é maior ou igual a 10,0 mm dia<sup>-1</sup>. Os índices de vento em 850 hPa denominados de ZI, MI e UVI foram definidos como a média na área da componente zonal do vento (u), a média na área da componente meridional do vento (v) e a média na área da diferença entre u e v, respectivamente, todos normalizados pelo número de pontos de grade na área em estudo. Através da análise das séries temporais diárias desses vários índices climáticos construídos para 20 anos (1977-1997), foram identificados 65 eventos de chuva extrema no interior semi-árido do NEB, sendo 26 casos em A1 e 39 casos em A2. Uma análise preliminar feita por MG06 mostrou que o índice UVI foi o mais efetivo dentre os índices de vento analisados para descrever a variabilidade da precipitação na região interior semi-árida do NEB, tendo um caráter preditivo para defasagem de um (01) dia de antecedência (coeficiente de correlação com 99% de significância).

Com base no exposto, o objetivo desse trabalho é avaliar a variabilidade diária dos índices ZI, MI e UVI associada à eventos de chuva extrema para o setor sul da região interior semi-árida do NEB. Também, como há uma variedade de situações sinóticas associadas com eventos de chuva extrema nessa região (MG06), verificar as características típicas desses eventos visando identificar o mecanismo precursor de eventos de chuva extrema nessa região. Para tal, analisa-se 21 eventos extremos identificados através de RI (1986-1977).

## DADOS E METODOLOGIA

Os dados utilizados foram: 1) Médias diárias de u, v, temperatura do ar, umidade específica e altura geopotencial em 850 hPa, 500 hPa e 200 hPa, obtidos das reanálises do *National Centers for*

*Environment Prediction/National Center for Atmospheric Research*, numa grade de  $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$ , para o período de 1 de janeiro de 1986 a 31 de dezembro de 1997. A partir desses dados geraram-se campos de linhas de corrente e isotacas, divergência e vorticidade relativa em 850 hPa, 500 hPa e 200 hPa, advecção de temperatura em 850 hPa, fluxo de umidade específica e convergência de umidade em 850 hPa, em períodos antes e durante cada evento de chuva extrema na região; 2) Dados de análise diária de precipitação para o Brasil ( $10^{\circ}\text{S}-40^{\circ}\text{S}$ ;  $30^{\circ}\text{W}-80^{\circ}\text{W}$ ), obtidos da ANEEL e produzido pelo *Climate Prediction Center*, from 1986 to 1997, numa grade  $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ ; 3) dados médias diárias de Radiação de Onda Longa (ROL) do *Climate Diagnostics Center*, de junho de 1986 a dezembro de 1997; 4) informações mensais sobre os sistemas sinóticos atuantes na América do Sul, de dezembro de 1986 a dezembro de 1997, disponíveis no Boletim Climanálise (Climanálise, 1986-1995; e para os anos de 1996 e 1997, disponível em [www.cptec.inpe.br/products/climanalise](http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise)).

A Tabela 1 apresenta os eventos de chuva extrema em A2 durante o período de 1986 a 1997. Um exemplo de séries temporais diárias dos índices RI, ZI, MI e UVI destacando os eventos extremos de número 50 a 53 ocorridos dentro do período de dezembro de 1989 a janeiro de 1990 é apresentado na Figura 1. Vale ressaltar que todas as séries temporais diárias desses índices climáticos construídos por MG06 consideraram o período correspondente a estação chuvosa do semi-árido do NEB (novembro a abril).

Tabela 1: Eventos de chuva extrema no sul do interior semiárido do NEB (1986-1997).

Identificação dos eventos	Períodos	Identificação dos eventos	Períodos
45	24-27 Dez. 1986	56	24 Jan. – 1 Feb. 1992
46	8-12 Mar. 1987	57	4-9 Feb. 1992
47	10-15 Mar. 1988	58	29 Nov. – 2 Dez. 1992
48	4-7 Dez. 1988	59	12-15 Dez. 1992
49	16-19 Dez. 1988	60	20-23 Dez. 1993
50	13-16 Nov. 1989	61	3-8 Mar. 1994
51	1-8 Dez. 1989	62	20-23 Nov. 1994
52	16-26 Dez. 1989	63	24-27 Nov. 1995
53	15-18 Feb. 1990	64	22-25 Nov. 1996
54	16-20 Mar. 1991	65	20-26 Mar. 1997
55	13-16 Jan. 1992	---	-----

Fonte: Moscati e Gan (2006).

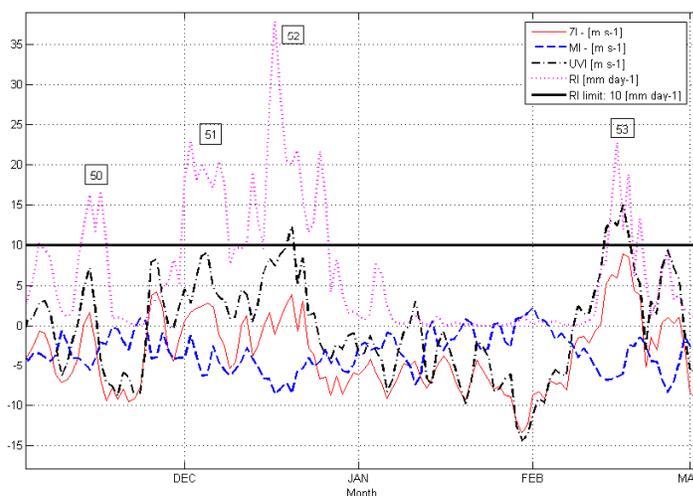


Figura 1 – Exemplo de Séries temporais diárias dos índices RI, ZI, MI e UVI para a região A2, considerando o período de dezembro de 1989 a março de 1990. Os números 50, 51, 52 e 53 identificam os eventos extremos indicados na Tabela 1. A linha sólida preta delimita o limiar de 10  $\text{mm dia}^{-1}$ , que identifica evento de chuva extrema em A2.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foram checadas e confirmadas todas as ocorrências dos eventos extremos no sul do semi-árido do NEB identificados através de RI. Isso foi feito através da análise diária de campos espaciais diários de precipitação para o NEB durante cada evento, e também confirmadas com informações disponíveis no Boletim Climanálise. Inicialmente, a posição diária dos sistemas frontais na rota litorânea do Brasil foi identificada pelo Boletim Climanálise. Em seguida, seu posicionamento e deslocamento durante cada evento extremo foram confirmados e acompanhados pela análise dos campos diários de vetor vento em 850 hPa e advecção de temperatura em 850 hPa. A análise dos campos diários de vorticidade relativa em 200 hPa confirmaram a presença e o posicionamento de cavados em altos níveis, da Zona de Convergência do Atlântico Sul e da Alta da Bolívia. Outros sistemas atmosféricos também foram identificados pelos demais campos analisados.

A análise sinótica dos 21 eventos de chuva extrema estudados mostrou que:

1) Em quinze (15) eventos de chuva extrema, verificou-se no primeiro dia do evento a presença de um Sistema Frontal (SF) nas regiões Sul, Sudeste, ou sul do NEB, a saber: 2 casos com SF

localizado em Torres, RS (29<sup>0</sup>20'S), 1 caso em Santos, SP (23<sup>0</sup>56'S), 1 caso no Rio de Janeiro, RJ (22<sup>0</sup>55'S), 2 casos em Cabo Frio, RJ (22<sup>0</sup>59'S), 2 casos em Campos, RJ (21<sup>0</sup>45'S), 3 casos em Vitória, ES (20<sup>0</sup>16'S), 1 caso em Caravelas, BA (17<sup>0</sup>44'S), 2 casos em Ilhéus, BA (14<sup>0</sup>48'S), 1 caso em Salvador, BA (13<sup>0</sup>01'). Isso mostra que, em geral, os sistemas frontais não adentram a região A2, de forma que o UVI captura bem o sinal da circulação pré-frontal proveniente do leste da Amazônia, transportando umidade dessa região para o NEB, favorecendo os períodos de chuva extrema em A2. A influência de SF na distribuição de precipitação no sul do NEB tem sido confirmada em trabalhos anteriores (Kousky, 1979; Chaves e Cavalcanti, 2001);

2) Os outros seis (06) eventos extremos não foram associados com SF no primeiro dia do evento ou nos dias subsequentes, embora em dois (02) desses casos um SF esteve presente no decorrer do evento ou no último dia do mesmo, localizando-se na região Sudeste do Brasil;

3) Todos os eventos de chuva extrema não associados com SF foram associados com um Vórtice Ciclônico dos Altos Níveis (VCAN) ou um cavado em altos níveis localizados sobre o Oceano Atlântico Sul, próximo à costa;

4) No período correspondente a cada evento de chuva extrema, em geral, o sinal do UVI foi positivo, exceto em dois casos, confirmando MG06 de que eventos de chuva extrema no sul do semiárido do NEB estão associados com fortes ventos de norte e de oeste ou fracos ventos de leste.

## **CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A análise sinótica dos 21 eventos de chuva extrema estudados mostrou que:

1) O principal mecanismo causador de chuvas na região sul do semi-árido do NEB é a aproximação de SFs próximo à região sul do NEB, que mudam a circulação pré-frontal, favorecendo condições para chuva extrema em A2;

2) Em geral, os SF com deslocamento pelo litoral do Brasil atingiram latitudes de até 17<sup>0</sup>S. Nesses casos, o UVI capturou bem o sinal da circulação atmosférica associada com a aproximação de SF no sul do NEB;

3) Todos os eventos de chuva extrema não associados com a presença de um SF no primeiro dia do evento foram associados com a ocorrência de um VCAN ou cavados em altos níveis;

4) Durante os eventos extremos há fortes ventos de norte e de oeste (ou fracos ventos de leste) sobre a região e, em geral, o UVI apresentou sinal positivo, confirmando a sugestão feita em MG06;

5) Embora MG06 tenha mostrado que a mudança de sinal de UVI de negativo para positivo está associado com o início das chuvas em A2, este parâmetro não foi um bom indicador para identificar e prever a ocorrência de eventos de chuva extrema nessa região. Assim, novas análises devem ser

realizadas com os índices de vento propostos procurando determinar a potencialidade destes para identificar e prever eventos extremos nessa região.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bulletin "Climanálise". São José dos Campos, *INPE*, v. 1-12, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995.
- Bulletin "Climanálise". v. 1-12, 1996, 1997. (<http://www.cptec.inpe.br>).
- Chaves, RR, Cavalcanti IFA. Atmospheric circulation features associated with rainfall variability over Southern Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, 129:2614-2626, 2001.
- Kousky, V.E. Frontal influences on Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, 107(9):1140-1153, 1979.
- Kousky, V.E.; Chu, P.S. Fluctuations in annual rainfall for Northeast Brazil. **Journal of Meteorological Society Japan**, 56(5):457-465, 1978.
- Moscato, M.C. L.; Gan, M.A. Rainfall variability in the rainy season of Semiarid Zone of Northeast Brazil (NEB) and its relation to wind regime. **Int. J. Climatol.**, 2006 (In press).
- Ramos, R.P.L. Precipitation characteristic in the Northeast Brazil dry region. **Journal of Geophysical Research**, 80(12):1665-1678, 1975.