

EVENTOS EXTREMOS NO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO: UMA ANÁLISE DAS CHEIAS DE 1985 E 2004.

Marília Guedes do Nascimento¹, Magaly de Fatima Correia² Weber Andrade Gonçalves³

RESUMO

Neste trabalho são analisados eventos extremos de precipitação e formação de cheias à jusante do reservatório de Sobradinho na bacia hidrográfica do Rio São Francisco. Registros horários da direção e intensidade do vento, extraídos de observações meteorológicas feitas no aeroporto de Petrolina-PE, permitiram avaliar a relação entre o comportamento do vento à superfície e a ocorrência de chuvas na região. Os resultados são compatíveis com estudos anteriores e mostram que o regime de vento neste setor da bacia é predominantemente de sudeste. No período chuvoso, entretanto, observou-se um número significativo de ocorrência de outras direções. Não foi detectada uma correlação direta entre a direção do vento à superfície e ocorrência de cheias na região. A utilização de imagens de radar meteorológico, no caso de 1985, foi fundamental na análise da distribuição espacial, duração e intensidade das células precipitantes. Verificou-se que a localização destas células em relação aos afluentes do São Francisco foi o fator determinante no processo de formação das enchentes. O aquecimento radiativo também é um fator importante no processo de formação e intensificação dos sistemas precipitantes.

ABSTRACT

This work analyzes extreme rain events and flood formation downstream of the Sobradinho reservoir in the hydrographic basin of the São Francisco River. Hourly wind data obtained from meteorological observations made at the Petrolina-PE airport allowed evaluation of the relationship between surface wind and rainfall in the region. The results are in agreement with previous studies showing southeast to be the prevailing wind regime in this area of the basin. By the other hand, during the rainy period a significant number of cases of other wind directions were observed. No direct relationship was found between surface wind direction and flood occurrence in the region. The use of meteorological radar images was important in the analysis of the spatial distribution, duration and intensity of the precipitation cells. The position of the cells with respect to the São Francisco tributaries was determinant in the process of flood formation. It was also verified that radiative heating played an important role in the process of formation and intensification of the precipitating systems.

Palavras-chave: Eventos Extremos, Sub-Médio São Francisco.

INTRODUÇÃO

Na literatura é comum encontrar os termos inundações e enchentes para denominar a ocorrência de cheias. A enchente é caracterizada em função das vazões relativamente altas do escoamento superficial. A inundação ocorre apenas em situações de transbordamento do canal. Na região denominada Submédio da bacia, área foco das análises apresentadas neste trabalho, às chuvas ocorrem entre os meses de novembro e abril. O total de precipitação anual pode variar entre um valor mínimo de 350 mm no eixo Petrolina – Juazeiro e valores da ordem de 800 mm nas serras

¹ Aluna de pós-graduação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE; e-mail: mguedes@cptec.inpe.br.

² Professora da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG; e-mail: magaly@dca.ufcg.edu.br.

³ Aluno de graduação da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG; e-mail: weber_ufcg@yahoo.com.br

divisórias com o Ceará. Observações de nebulosidade mostram que a frequência de ocorrência de cumulus quentes é de 85% (Belcufiné, 1979). Entretanto, os grandes eventos de precipitação estão associados com nuvens frias (convecção profunda). Ramos, (1975) observou que a maior parte da precipitação no semi-árido brasileiro ocorre em Sistemas Convectivos (SC) organizados.

Em parte do Médio e Submédio da bacia as enchentes são controladas pelos reservatórios de Três Marias e Sobradinho. Estudos realizados com dados fluviométricos coletados nestas regiões apontam as cheias de 1943, 1946, 1949, 1979, 1983, 1992 e 2004 como os eventos mais importantes registrados até o momento. Entretanto, no ano de 1985, mais precisamente na primeira quinzena do mês de abril, áreas situadas à jusante do Lago de Sobradinho foram atingidas por fortes chuvas. Esse episódio de chuva intensa provocou inundações de terras produtivas e ocasionou grandes prejuízos à economia regional.

Neste sentido, a realização deste estudo teve como propósito avaliar a contribuição relativa de processos meteorológicos e hidrológicos no desenvolvimento de sistemas geradores de chuvas intensas e formação de cheias e inundações no trecho incremental entre o reservatório de Sobradinho e Paulo Afonso, em abril de 1985 e correlacionar com o evento de janeiro de 2004.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados dados horários de direção e intensidade do vento, extraídos de mensagens METAR, disponibilizados pela Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET) com o intuito de detectar uma relação entre o comportamento do vento em superfície e a atividade convectiva nos meses de abril de 1985 e janeiro de 2004. Também foram utilizados totais diários e mensais de precipitação das estações de Petrolina-PE e Juazeiro - BA adquiridos da ANA – Agência Nacional de Águas e do ITEP/LAMEPE - Instituto Tecnológico de Pernambuco / Laboratório de meteorologia de Pernambuco.

Imagens do Radar meteorológico (banda-C) localizado no aeroporto de Petrolina-PE, nos modos PPI (Plan Position Indicator) e RHI (Range Height Indicator) foram usadas na identificação dos Sistemas Convectivos de Mesoescala. Na análise, foram considerados os ecos contidos num raio de 250 km. Esta série de imagens de radar constitui o único conjunto de registros feitos na região semi-árida do Nordeste brasileiro e auxiliou na investigação da organização e estrutura dos sistemas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Chuva

Os anos de 1985 e 2004 foram marcados por chuvas acima da média na região semi-árida do Brasil. O total de precipitação registrado nos meses de janeiro e abril de 1985 representou 82% da

média climatológica anual da região. No entanto, as enchentes registradas no Submedio da bacia resultaram de chuvas intensas concentradas entre os dias 09 e 17 do mês de abril a jusante da represa de Sobradinho. Em 2004 as chuvas se concentraram basicamente nos três primeiros meses. Sendo que apenas no mês de janeiro o total mensal foi de 68% da média climatológica anual. Ao contrário do episódio de 1985, a precipitação foi mais bem distribuída no mês.

Vento

O comportamento sazonal do vento em Petrolina PE nos anos de 1985 e 2004 é mostrado na Figura 1. Observa-se que nos dois casos o vento encontra-se predominantemente entre as direções S e E, independente da estação. Entretanto, há ocorrência de outras direções observadas no período chuvoso. Em 1985, as direções predominantes durante o período chuvoso têm percentuais baixos quando comparadas com o período chuvoso de 2004, o qual apresentou contribuição percentual significativa.

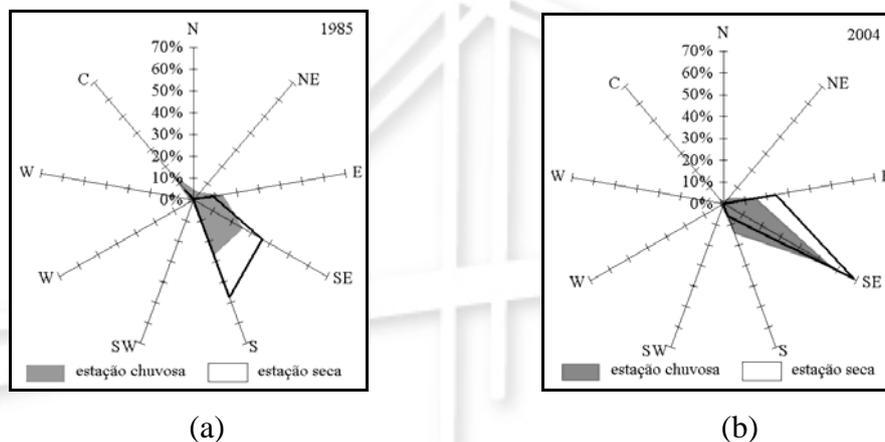


Figura 1 – Percentagem de ocorrência de direção de vento à superfície na localidade de Petrolina-PE para: (a) 1985 e (b) 2004.

Embora de suma importância, estudos sobre o regime de ventos na região semi-árida são bastante reduzidos quando comparados com análises e trabalhos baseados em medidas de precipitação. De acordo com Silva Aragão et al. 1997, existe uma ligação direta entre as condições de tempo na região do Submédio do rio São Francisco e o comportamento do vento à superfície.

Registros horários de TCU (Torres de Cúmulos) e CB (Cumulonimbus) permitiram avaliar o comportamento da atividade convectiva, diurna no aeroporto de Petrolina em abril de 1985 e janeiro de 2004 (Figura 2).

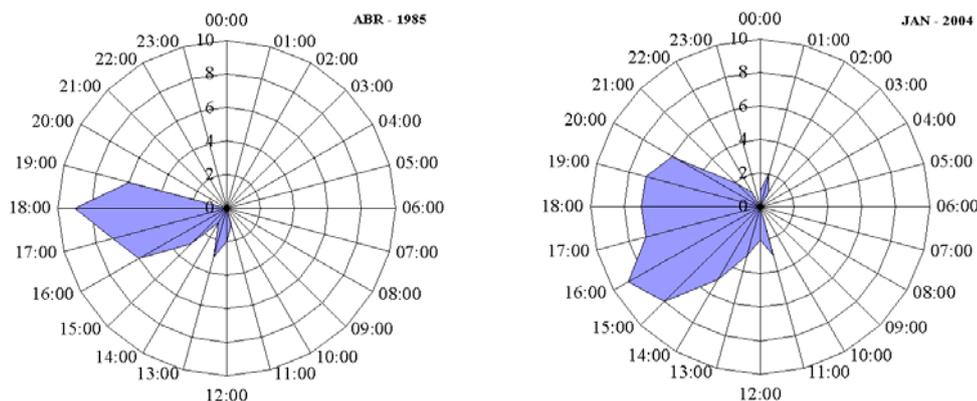


Figura 2 - Variação horária dos casos de ocorrência de TCU e CB em abril de 1985 e janeiro de 2004.

Verifica-se que o maior número de casos ocorreu no período da tarde. Esse resultado reflete a importância do aquecimento radiativo na atividade convectiva e conseqüentemente na formação e evolução de SC. No entanto, a grande contribuição das chuvas para ocorrência da cheia em abril ocorreu no dia 10, como pode ser visto na seqüência de PPI's mostrada na Figura 3. Sistemas precipitantes intensos se distribuíram ao longo do rio, inclusive sobre o reservatório de Sobradinho situado no quadrante SW do PPI. A estrutura vertical dessas células atingiu profundidades da ordem de 17 km como pode ser visto no RHI obtido ao longo do azimute de 163,9°, às 17:47 HL (Figura 3d).

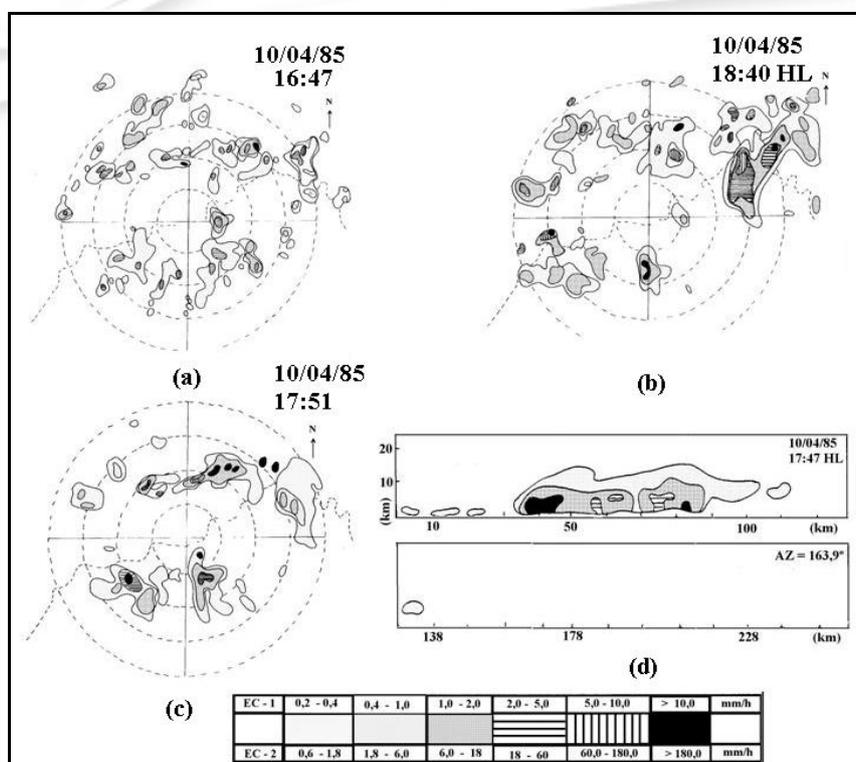


Figura 3 – Seqüência de PPI's e RHI (azimute de 163,9° em (d)) obtidos pelo radar meteorológico de Petrolina-PE no dia 10 de abril de 1985. A distância entre os círculos concêntricos ao local do radar é de 50 km. A convenção utilizada para taxa de precipitação é vista na escala mostrada abaixo

da figura. Os horários são indicados em cada PPI. A linha sinuosa que aparece nos quadrantes nordeste e sudoeste representa o Rio São Francisco. Fonte: Diniz et al (2004).

Situação semelhante foi observada nos dias 11 e 12 de abril. Acreditamos que além das condições atmosféricas favoráveis à ocorrência de convecção profunda, sob a influência da ZCIT a distribuição espacial dos sistemas multicelulares de longa duração ao longo do rio contribuiu fortemente para ocorrência de inundações neste período.

As enchentes registradas na região do Submédio São Francisco nos meses de janeiro e fevereiro de 2004 foram produzidas por SC intensos associados principalmente com a atuação de Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN). Segundo dados do CPTEC a interação entre a Zona de Convergência Intertropical, os VCAN e a Zona de Convergência do Atlântico Sul foi a causa das chuvas intensas e contínuas observadas na segunda quinzena do mês em grande parte do Nordeste.

A Figura 4 mostra as anomalias de precipitação para o mês de janeiro de 2004. Observam-se valores bem acima do esperado cobrindo vários estados do Nordeste.

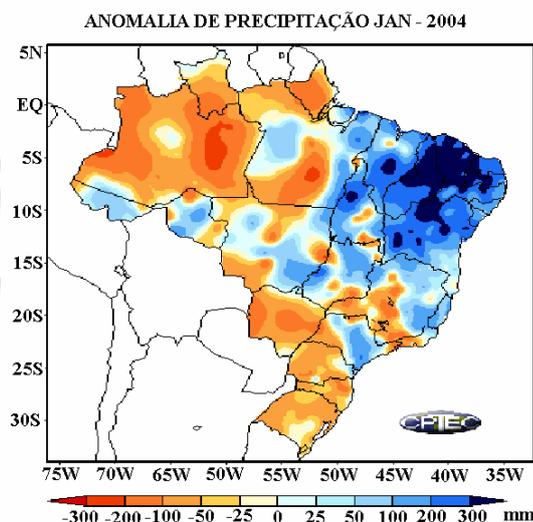


Figura 04 – Anomalia de Precipitação no mês de Janeiro de 2004. Fonte: CPTEC/INPE

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram as seguintes conclusões:

Existe uma forte associação entre o vento em superfície e a precipitação no setor semi-árido da bacia do Rio São Francisco.

O vento é predominantemente de sudeste principalmente no período seco em decorrência do forte domínio da Alta Subtropical do Atlântico Sul;

No período chuvoso devido à atuação de sistemas meteorológicos importantes, tais como, ZCIT e VCAN observam-se outras direções na direção do vento;

Não foi detectada uma relação direta entre o comportamento do vento à superfície, intensificação de sistemas precipitantes e ocorrência de cheia;

O aquecimento radiativo representa um fator importante no processo de formação e intensificação dos SC. Entretanto, os mecanismos dinâmicos podem ser responsáveis pela manutenção e maior durabilidade destes sistemas;

A cheia de 1985, analisada neste trabalho teve como causa principal a formação e intensificação de SC principalmente na bacia incremental entre Sobradinho e Paulo Afonso. No entanto, a formação de células intensas também no médio São Francisco, sobre o reservatório de Sobradinho, detectada através dos dados de radar, contribuiu com o agravamento da situação. Com a elevação do nível do reservatório de Sobradinho, o controle de enchentes normalmente feito através da represa foi prejudicado.

AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro. Os resultados apresentados neste trabalho foram, obtidos de análises realizadas na elaboração do trabalho de conclusão de graduação da primeira autora, na UFCG, vinculado ao projeto de pesquisa intitulado “*Impacto das Mudanças na Cobertura e Uso do Solo em Regiões de Caatinga: uma análise das variações climáticas na Bacia do Rio São Francisco e sua relação com eventos extremos,*” financiado através do Edital CT_HIDRO / CNPq - N°. 504189/2003-4.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, M.R.S., CORREIA, M.F., SOBRAL, S.R. Vento á superfície e chuva em anos contrastantes no submédio São Francisco. **Boletim Climatológico**. Presidente Prudente-SP, ano 2, n.3, p.213-217, jul. 1997.

BELCUFINÉ, U. e PERDIZ, U. A. (1979): Chuvas Provocadas no Nordeste Semi-árido por Modificação Artificial da Microestrutura de Nuvens Cúmulos Quentes. **Relatório Técnico do ECA, 04/79, IAE/CTA**.

DINIZ, M.C.S; CORREIA, M.F; ARAGÃO, M.R.S. Convecção Profunda no Submédio do Rio São Francisco: Uma Avaliação das Condições Atmosféricas na Área do Aeroporto De Petrolina – PE. **Rev. Brasileira de Meteorologia**, v.19, n.3,273-285, 2004.

RAMOS, R. P. L. Precipitation characteristics in the northeast Brazil dry region. **Journal Geophys. Res.**, n. 80, p. 1665-1678. 1975.

www.cptec.inpe.br/clima/monit/monitor_brasil.shtml