

ESTUDO DE CASO DE UM EXTREMO DE PRECIPITAÇÃO OCORRIDO NA CIDADE DE NATAL-RN (MARÇO DE 2007)

José Raimundo Abreu de Sousa¹, Antonio José da Silva Sousa², João Paulo Nardin Tavares², Gabriel Brito Costa³, Serafim Barbosa de Sousa Junior⁴

¹Coordenador do INMET/2ºDISME-Pará Tel./Fax: (91) 3243 2077/5779. jose.raimundo@inmet.gov.br

²Mestrando em Meteorologia, ICAT/UFAL. Campus A. C. Simões, BR 104 - Norte, Km 97, Maceió - AL, CEP 57072-970. Tel: 0xx82 3214-1369. ajssousa2001@yahoo.com.br. ³Mestrando em Meteorologia, ICAT/UFAL. Campus A. C. Simões, BR 104 - Norte, Km 97, Maceió - AL, CEP 57072-970. Tel: 0xx82 3214-1369. ⁴CPTEC/INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Av. dos Astronautas nº 1758; São José dos Campos - SP. Telefone 0**12 3945 6669

RESUMO: Neste estudo foi analisado um evento de precipitação extrema ocorrido na cidade de Natal (RN) no dia 1º de Março de 2007. Foram utilizados dados de superfície, imagens de satélites, dados do site ERS/PSD/NOAA e dados das sondagens para cálculo da Energia Potencial Convectiva Disponível (CAPE). A partir destas análises observou-se que o total de chuva ocorrido foi superior a 90 mm no dia 1º. Imagens de satélite mostram uma possível interação entre a ZCIT e um VCAN ocorrido neste dia. Os valores de CAPE foram considerados bastantes significativos para o desenvolvimento de convecção severa. Todos os perfis foram classificados como Distúrbio (segundo BETTS, 1974) e no Modo VI de ASPLIDEN (1976). Os valores de CAPE foram todos maiores que 1000 J/kg, evidenciando o forte desenvolvimento da atividade convectiva. Estudos deste tipo se fazem bastante necessários, objetivando adiantamento na previsão destes sistemas e uma melhor preparação por parte da população e órgãos como a defesa civil.

ABSTRACT: A case study of in extreme event of precipitation in Natal-RN

In March 2007, heavy rainfall occurred in Natal-RN, in the Northeast Region of Brazil. In this paper, is assessed some aspects that may caused the extreme precipitation. This month is when the Intertropical Convergence Zone (ITCZ) is disturbing the atmospheric conditions over that region and it was found that a VCAN was present in those days. The values of CAPE was typical for severely enhanced convection. Understanding the interactions between the large and micro scale in order to prevent from damage caused by severe weather is very important.

Palavras-Chave: VCAN, CAPE, Extremo de Precipitação, NATAL-RN

1. INTRODUÇÃO

A precipitação é a variável meteorológica mais importante nos trópicos. A variabilidade interanual da distribuição de chuvas sobre o Nordeste Brasileiro (NEB), tanto nas escalas espacial quanto temporal, está intimamente relacionada com as mudanças nas configurações de circulação atmosférica de grande escala e com a interação oceano-atmosfera no Pacífico e no Atlântico.

Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN) são sistemas fechados de baixa pressão, de escala sinótica, que se formam na alta troposfera (Gan e Kousky, 1982). São comumente chamados na literatura de baixas frias, pois apresentam centro mais frio que a periferia. Seu tempo de vida médio é de aproximadamente 7 dias. Apresentam máxima vorticidade ciclônica em 200hPa e um centro de ar seco e frio subsidente que inibe a formação de nuvens. Além disso, apresentam movimento de ar ascendente quente e úmido nas suas periferias, possuindo, portanto, uma circulação direta. VCAN do tipo Palmer, formam-se sobre o Oceano Atlântico a partir da amplificação da crista associada à Alta da Bolívia (AB) e o cavado corrente abaixo. Essa amplificação pode ser causada pela penetração de sistemas frontais de latitudes médias ou por cavados do Pacífico Norte ou do Atlântico Norte que se alinham com a AB na orientação aproximada NW-SE. Ocorrem preferencialmente durante a estação seca, entre os meses de novembro a março, sendo janeiro e fevereiro os meses de maior frequência, tem trajetória normalmente de leste para oeste.

A Energia Potencial Convectiva Disponível (CAPE), ou área positiva do diagrama termodinâmico, existe quando a diferença entre a Temperatura Potencial Equivalente da Parcela (θ_{ep}) e a Temperatura Potencial Equivalente Saturada do ambiente (θ_{esa}) for positiva. Isto significa que a pseudo-adiabática do deslocamento da

parcela de ar está mais quente que o ambiente, ou seja, que a situação é condicionalmente instável. A área entre a pseudo-adiabática e a sondagem é proporcional à quantidade de energia cinética que a parcela ganha do meio ambiente. Logo a CAPE pode ser usada para verificar as condições de instabilidade da atmosfera ou como critério de equilíbrio da convecção. Quando a pseudo-adiabática do deslocamento da parcela de ar está mais fria que o ambiente, significa que a situação é estável, ou seja, é necessário que a parcela de ar receba energia para que se desloque para baixo ou para cima. A área entre a trajetória da parcela que se desloca ao longo da pseudo-adiabática e a curva da sondagem é proporcional à quantidade de energia cinética que deve ser fornecida para deslocá-la verticalmente. Esta “área negativa” nos níveis mais baixos da atmosfera é denominada Energia de Inibição da Convecção (CINE).

O objetivo deste estudo é analisar algumas condições atmosféricas apresentadas durante este fenômeno, que atingiu valores considerados altos de chuva para esta região e fazer uma breve discussão sobre os VCAN.

2. METODOLOGIA

A cidade de Natal, capital do Estado do Rio Grande do Norte, esta localizada no nordeste Brasileiro, com as seguintes coordenadas: (5° 75' S; 35° 24' W), Latitude e Longitude respectivamente, é uma cidade litorânea e tem como ponto forte o turismo.



Figura 01: Localização geográfica da cidade de Natal - RN

Foram utilizados dados diários de Reanálise do National Centers for Environmental Prediction/ National Center for Atmospheric Research (NCAR/ NCEP/ NOAA) de variáveis meteorológicas importantes para o estudo. No período de 01 e 02 de março de 2007, foram analisadas as seguintes variáveis: componentes zonal (u) e meridional (v) do vento, linhas de corrente, Radiação de Onda longa (ROL) e dados de precipitação diários do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). As cartas e seções verticais serão produzidas com o auxílio do software GrADS. Em adição foram incluídos imagens de satélites do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), gráficos representativos da quantidade de precipitação em milímetros e figuras ilustrativas registrando o numero de ocorrências de VCAN no mês de Março de 2007 também do INMET. O Cálculo da CAPE: $\sum [(\theta_{ep} - \theta_{es}) / \theta_{es}] g \Delta Z$, desde o NCE até o NE. Para o cálculo de θ_{ep} e θ_{es} , na fórmula da CAPE, foram utilizadas as equações propostas por Bolton (1980). θ_{ep} é a temperatura potencial equivalente da parcela, a qual foi escolhida a da média da camada de mistura, conforme sugerido por CRAVEN et al (2002).

3. RESULTADOS

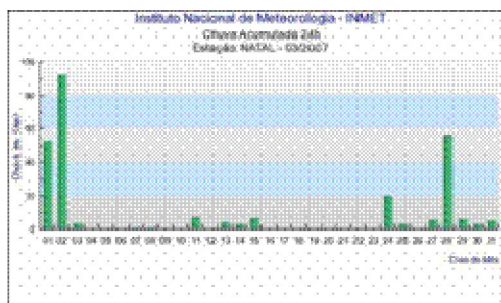


Figura 02: Gráfico de chuva diária acumulada para Março de 2007 (INMET)

A Figura 02 mostra a chuva registrada no dia 02 de Março de 2007, essa quantidade de precipitação, corresponde à ocorrida no dia 01, entre 9:00 e 15:00, horário local e observada no dia seguinte, nota-se o valor acima de 90 mm, valor muito superior ao registrado nos outros dias do mês, que só apresentou 2 dias com chuvas de grande pluviometria, a registrada no dia 01 (que também sofria influencia do mesmo fenômeno) e 28, porém nenhuma das duas ultrapassa 60 mm. A quantidade em mm, registrada, decorrente deste fenômeno, correspondeu a quase metade do total de precipitação esperado para este mês que é aproximadamente 180 mm.

A Figura 03 (a), abaixo, representa as ocorrências de Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis para março de 2007. O caso estudando neste artigo é representado pelo circulo de 01, na cor verde, entre 5°-10° S e 20°-30° W.

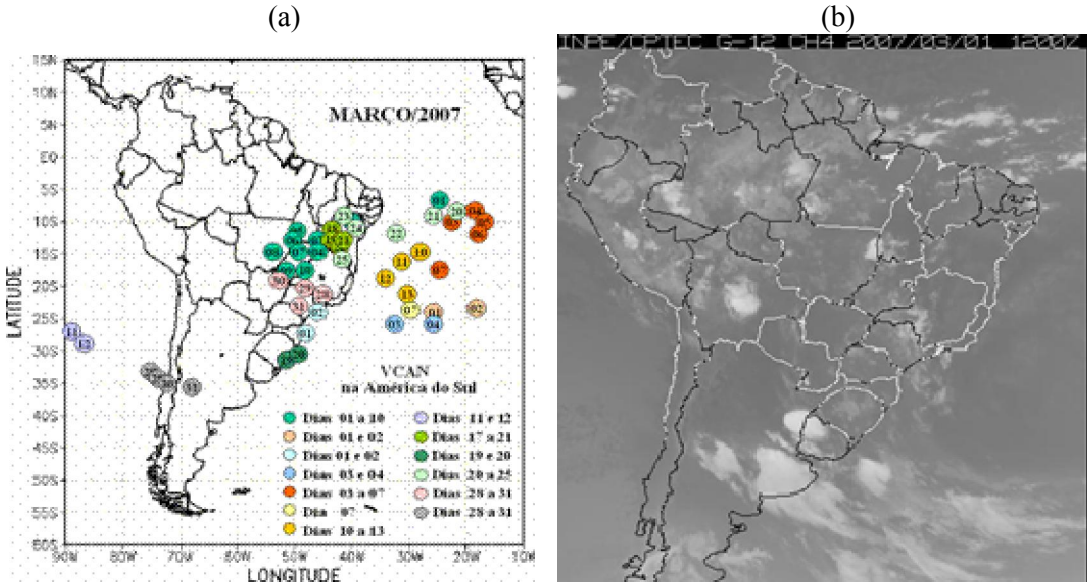


Figura 03: (a) Quantidade e posicionamento dos VCAN em Março de 2007 (INMET) e (b) Imagem de Satélite IR dia 01/03/2007 as 12:00 UTC (INPE)

Sondagem	CAPE (J/kg)
00:00 UTC 1°/3/07	1463,9
00:00 UTC 2/3/07	2638,9
00:00 UTC 3/3/07	2119,7

Tabela 01: Valores de CAPE encontrados para cada sondagem

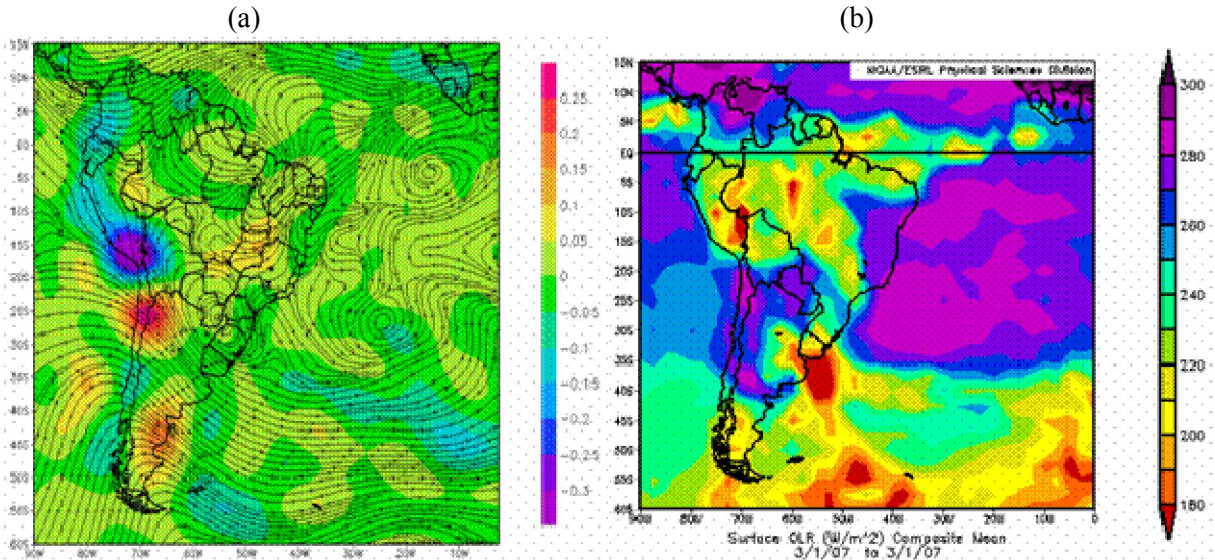


Figura 04: Campo de linhas de corrente no nível de 200 hPa e Omega em spf (a), ROL (b) para o dia 01/03/2007

A Figura 03 (b) é uma imagem de satélite no canal infravermelho, no horário de 12:00 Zulu, ou seja: 9:00 horário local. É possível observar neste momento a presença de nuvens do gênero cumuliformes ou Cumulonimbus (Cb) e pela textura da nuvem na imagem, conclui-se que seu topo esta bem elevado, ou seja, esta bem carregada e com forte desenvolvimento vertical.

Os Valores de CAPE, são mostrados na Tabela 01, onde na sondagem feita as 00:00 UTC do dia 1º de março de 2007, o valor de CAPE é de 1463,9 valor considerado favorável para forte desenvolvimento de atividade convectiva. Também se percebe que nem sempre, quando existem grandes valores de CAPE, ocorre precipitação, pois CAPE é condição necessária para formação da convecção, já que mede a instabilidade da atmosfera, mas não suficiente para formar convecção profunda precipitante. Uma justificativa para essa situação é que o CINE frequentemente pode representar uma barreira significativa para a liberação da instabilidade condicional nos trópicos (Willians e Rennó, 1993).

O campo de linhas de corrente (Lc) e Omega são representados pela Figura 04 (a), onde Lc no nível de 200 hPa, mostra claramente a presença de um ciclone em 5° S e 20°W, isto corresponde ao centro do VCAN, estando assim a cidade de Natal, sofrendo influencia de sua borda esquerda. Nota-se também a presença da alta da Bolívia, interagindo com um cavado no centro do nordeste, que mesmo não muito alongado, parece influenciar juntamente com uma crista alongada no hemisfério norte no posicionamento do VCAN. Omega representado por cores nesta figura, mostra a cor verde sobre Natal e parte da costa leste do NEB, com valores entre 0 e -0,05 nesta área, ou seja, Omega negativo representa movimentos ascendentes, favorecendo assim a convecção na região. O campo de ROL, Figura 04 (b) mostra valores abaixo de 240 w/m², valores considerados propícios para a presença de nuvens com grande desenvolvimento vertical, e isto acontece na maior parte do Brasil, incluindo a cidade de Natal.

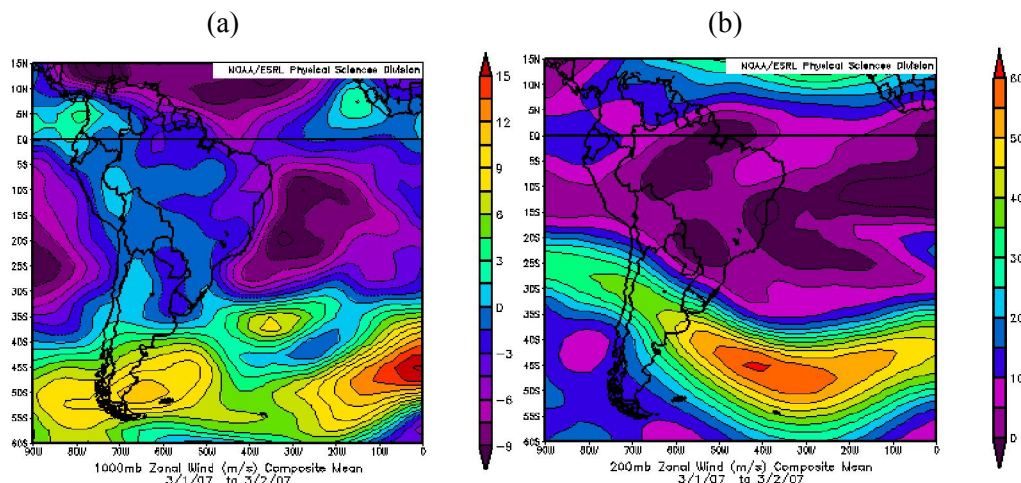


Figura 05: Componente zonal (u) do vento em 1000 e 200 mb, para o dia 01/03/2007

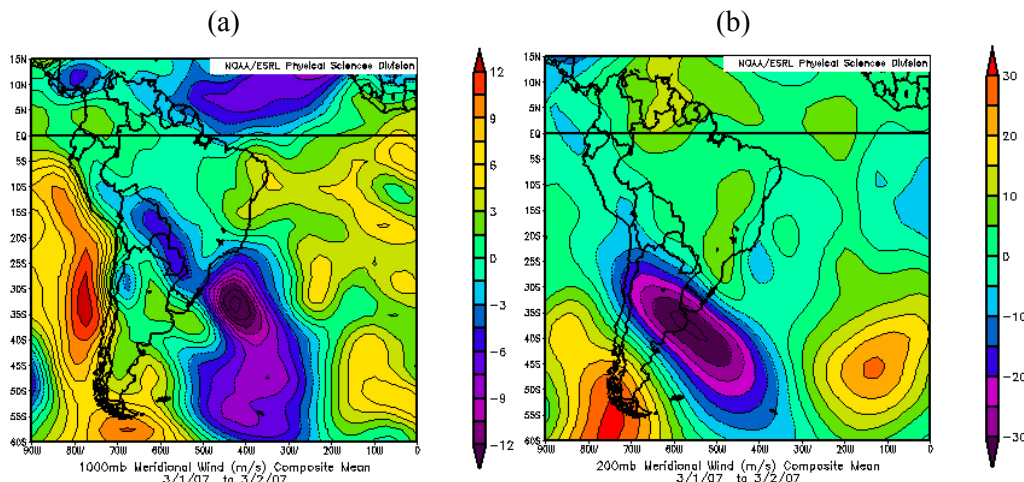


Figura 06: componente meridional do vento (v) em 1000 e 200 mb para o dia 01/03/2007

A componente (u) do vento é representada pela Figura 05, onde se mostra a intensidade do vento zonal em 1000 hPa (a) (baixos níveis) e 200 hPa (b) (altos níveis) respectivamente. A componente zonal em baixos níveis mostra um aumento na Intensidade do vento de leste, corrente abaixo da borda esquerda do VCAN, caracterizando que os alísios de SE estavam bastante intensos. Em altos níveis os ventos de leste, dominavam a circulação tropical, mostrando forte interação com o sistema associado.

A Figura 06 corresponde a comportamento do vento meridional em baixos e altos níveis, nota-se que em 1000 hPa (a) uma grande parte do Atlântico apresenta forte componente de Sul, algo em torno de 6 a 8 m/s, porém, há uma região com ventos intensos de norte, e um forte cisalhamento entre o oceano e o continente em torno de 25° e 35° S e 40° W. Em altos níveis (b), predomina sobre o Brasil e parte do oceano atlântico, forte componente meridional positiva (S – N), favorecendo a ocorrência de VCAN.

4. CONCLUSÕES

As análises de eventos extremos de precipitações sobre o NEB são de suma importância para previsão do tempo e clima da Região. A Costa do NEB sofre influência de sistemas convectivos intensos, oriundos do Atlântico Sul principalmente. Neste caso, o fenômeno que provocou um total pluviométrico acima de 90 mm em menos de um dia na cidade de Natal, foi um VCAN que atingiu parte da costa leste do NEB, e causou este total que correspondeu a quase metade da precipitação esperada para o mês de março em Natal. Os campos meteorológicos usados neste trabalho se mostraram de suma importância para detectar o sistema atuante. O índice CAPE mostra ser um grande auxiliar na detecção de forte atividade convectiva e instabilidade atmosférica. A partir da análise destes campos, e conhecimento da climatologia dos VCAN, visa-se uma melhor elaboração de previsões que venham ajudar a detectar e melhorias as ações por parte dos órgãos responsáveis e também pela defesa civil, nas regiões mais afetadas, no intuito de minimizar as perdas e possíveis acidentes a serem gerados decorrentes desses fenômenos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASPLIDEN, C.I. A Classification of the Structure of the Tropical Atmosphere and Related Energy Fluxes. *Journal of Applied Meteorology*, Vol. 15, N. 7, p.692-697, Jul. 1976.

BETTS, A.K. Thermodynamic classification of tropical convective soundings. *Monthly Weather Review*, v. 108, n. 11, p.760-764, Nov.1974.

BOLTON, D. The Computation of Equivalent Potential Temperature. *Monthly Weather Review*, v.108, n. 7, p.1046-1053, Jul.1980.

CRAVEN, JEFFREY P.; JEWELL, RYAN E.; BROOKS, HAROLD E. Comparison Between Observed Convective Cloud-base Heights and Lifting Condensation Level for Two Different Lifted Parcels. **Weather and Forecasting**, Vol. 17, N.8, p.885-890, Ago.2002.

GAN, M.A; KOUSKY, V.E, 1982. Estudo observacional sobre as baixas frias da alta troposfera nas latitudes subtropicais do Atlântico Sul e Leste do Brasil. São José dos Campos, INPE,. (INPE -2579-PRE/227)

WILLIAMS, E. E RENNO, N. An analysis of the conditional instability of the tropical atmosphere. *Monthly Weather Review*., v. 121, n. 1, p.21-36, 1993.