

## **MECANISMOS FÍSICOS EM MÊS EXTREMO CHUVOSO NA CIDADE DE PETROLINA. PARTE 3: CARACTERÍSTICAS TERMODINÂMICAS E DO VENTO**

**Roberta Everllyn Pereira Ribeiro<sup>1</sup>, Maria Regina da Silva Aragão<sup>2</sup>, Jaqueline Núbia de Queiroz<sup>1</sup>,  
Leandro Fontes de Sousa<sup>1</sup>, Magaly de Fatima Correia<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Meteorologia/UFCG, email: robertaeverllyn@hotmail.com,  
jaquelinenubia@gmail.com, l.f.sousa@hotmail.com**

**<sup>2</sup>Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), email: regina@dca.ufcg.edu.br,  
magaly@dca.ufcg.edu.br**

**RESUMO:** Este trabalho apresenta a análise de perfis verticais de variáveis atmosféricas obtidas de sondagens de ar superior realizadas em Petrolina, Pernambuco, em janeiro de 2004, mês com elevados desvios positivos de precipitação no semiárido brasileiro. O objetivo é investigar a evolução temporal das condições termodinâmicas, da estabilidade atmosférica e do cisalhamento vertical do vento através dos perfis das componentes do vento e das temperaturas potencial, potencial equivalente e potencial equivalente de saturação. Os resultados mostram uma atmosfera com baixo teor de umidade e direção do vento bastante variável nos dias com subsidência associada ao centro de um vórtice ciclônico de altos níveis na área de Petrolina, e com alto teor de umidade e pouca variação no vento quando a periferia do vórtice influenciava a área.

**PALAVRAS-CHAVE:** evento extremo, vórtice ciclônico de altos níveis, estrutura termodinâmica

**ABSTRACT:** This work shows an analysis of the vertical profiles of atmospheric variables obtained from upper air soundings made in Petrolina, Pernambuco, in January 2004, a month with high positive precipitation deviations in the Brazilian semiarid. The objective is to investigate the temporal evolution of the thermodynamic conditions, atmospheric stability and vertical wind shear by means of profiles of the zonal and meridional wind components, potential temperature, equivalent potential temperature and saturation equivalent potential temperature. The results show an atmosphere with low moisture content and highly variable wind direction in those days with subsidence associated with an upper level cyclonic vortex center in the Petrolina area, and a high moisture content and low wind variability under the influence of the vortex periphery in the area.

**KEY WORDS:** extreme event, upper level cyclonic vortex, thermodynamic structure

## INTRODUÇÃO

São vários os sistemas de circulação atmosférica que contribuem para os totais pluviométricos no Nordeste do Brasil: zona de convergência intertropical, distúrbios ondulatórios de leste, sistemas frontais, ciclones na média e alta troposfera do tipo baixas frias, conhecidos como vórtices ciclônicos de ar superior ou vórtices ciclônicos de altos níveis, aglomerados convectivos, linhas de instabilidade, e brisas terrestre e marítima. Fenômenos de escala planetária como o El Niño-Oscilação Sul e as oscilações de 30-60 dias também influenciam a chuva no Nordeste. No mês de janeiro de 2004, chuvas fortes ocasionaram volumes pluviométricos acima da média histórica no semiárido brasileiro, inclusive na cidade de Petrolina-PE. Correia et. al. (2012) destacam o total mensal de 427,4 mm registrado nessa cidade onde a média climatológica é de 85,1 mm. Os autores assinalam ainda que as chuvas intensas foram registradas após o dia 10, associadas a vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAN). O objetivo deste trabalho é investigar a evolução temporal das condições termodinâmicas e do vento em janeiro de 2004 através dos perfis verticais das componentes do vento e das temperaturas potencial, potencial equivalente e potencial equivalente de saturação obtidas das sondagens de ar superior realizadas em Petrolina.

## DADOS E METODOLOGIA

Na realização deste estudo foram utilizados dados de ar superior obtidos de sondagens realizadas às 12 UTC na estação de altitude de Petrolina-PE (9°24'S, 40°30'W), cujo número sinótico é 82983, no mês de janeiro de 2004. Os dados de ar superior disponíveis foram usados para diagnosticar a evolução temporal da estrutura vertical da atmosfera. Foi possível avaliar as condições de estabilidade através dos perfis verticais das temperaturas potencial ( ), potencial equivalente ( e ) e potencial equivalente de saturação ( es), calculadas usando as equações propostas por Bolton (1980).

## RESULTADOS

No mês de janeiro de 2004 a região de Petrolina esteve sob influência de VCAN (CORREIA et al., 2012). A subsidência no centro de um VCAN influenciou as condições de tempo na cidade nos primeiros dez dias do mês, inibindo a precipitação. Após o dia 10 sistemas de nuvens na periferia do VCAN provocaram muita chuva na cidade. A Figura 1 ilustra os perfis verticais das temperaturas potencial ( ), potencial equivalente ( e ) e potencial equivalente de saturação ( es), para os dias 2, 10, 12 e 13. Os dois primeiros são representativos dos dias sem chuva e os demais dos

dias chuvosos. Às 12 UTC do dia 02 de janeiro (Fig. 1a) os perfis termodinâmicos ilustram uma atmosfera com teor de umidade consideravelmente baixo evidenciado pelo afastamento das curvas de  $\theta$  e  $e$ . No dia 10 (Fig. 2a) os perfis termodinâmicos das 12 UTC mostram uma camada bem misturada ( $\theta/z = 0$ ) e condicionalmente instável ( $\theta_{es}/z < 0$ ) próxima à superfície; entre 990 hPa e 850 hPa a atmosfera está aproximadamente convectivamente neutra ( $\theta_e/z = 0$ ), e está instável acima dessa camada. Às 12 UTC do dia 12 (Fig. 1c) a estrutura termodinâmica evidencia uma camada bem misturada e condicionalmente instável ( $\theta_{es}/z < 0$ ), enquanto que acima há uma estreita camada convectivamente neutra. Às 12UTC do dia 13 (Fig. 1d), dia em que foi registrado o maior total de precipitação do mês (<http://www.irpaa.org/publicacoes/cartas-el-nino/carta-el-nino-16.pdf>), há uma camada bem misturada ( $\theta/z = 0$ ) e condicionalmente instável ( $\theta_{es}/z < 0$ ) próxima à superfície, cujo topo coincide com a base de uma camada de inversão térmica ( $\theta_e/z > 0$ ). É importante observar que, de maneira geral, o teor de umidade da troposfera nos dias 12 e 13 (Fig. 1c,d) é maior do que nos dias 2 e 10 (Fig. 1a,b). Nos perfis termodinâmicos de 14 a 21 de janeiro (não mostrado) o teor de umidade é bastante elevado em toda a troposfera.

Na Figura 2 são ilustrados os perfis verticais das componentes zonal e meridional do vento observado em Petrolina-PE. Às 12 UTC do dia 2 (Fig. 2a) o vento é bastante variável, sendo do quadrante nordeste entre a superfície e o nível de 850 hPa, acima do qual alterna entre os quadrantes noroeste, sudeste, nordeste e noroeste. Às 12 UTC do dia 10 (Fig. 2b) o vento varia pouco, sendo do quadrante sudeste próximo à superfície, do nordeste até o nível de 670 hPa, e do sudoeste nos níveis acima. Às 12 UTC do dia 12 (Fig. 2c) o vento também varia pouco: é do quadrante nordeste próximo à superfície, e muda para o noroeste e o sudoeste nos níveis acima. Às 12 UTC do dia 13 (Fig. 2d) o vento é do quadrante sudeste próximo à superfície, e muda para o nordeste e o noroeste acima. De maneira geral, as velocidades são mais baixas no dia 12. No período de 14 a 21 de janeiro a direção do vento é pouco variável, com intensidade de fraca a moderada (não mostrado).

## CONCLUSÕES

Os resultados mostraram uma estrutura termodinâmica com baixo teor de umidade e direção do vento bastante variável ao longo da vertical nos dez primeiros dias de janeiro de 2004, quando Petrolina esteve sob a influência do centro de um vórtice ciclônico de altos níveis. A umidade foi consideravelmente maior e a direção do vento variou pouco após o dia 10, quando a periferia do vórtice influenciou a área. O vento teve intensidade de fraca (próximo à superfície) a moderada (em níveis mais elevados), em todos os dias analisados.

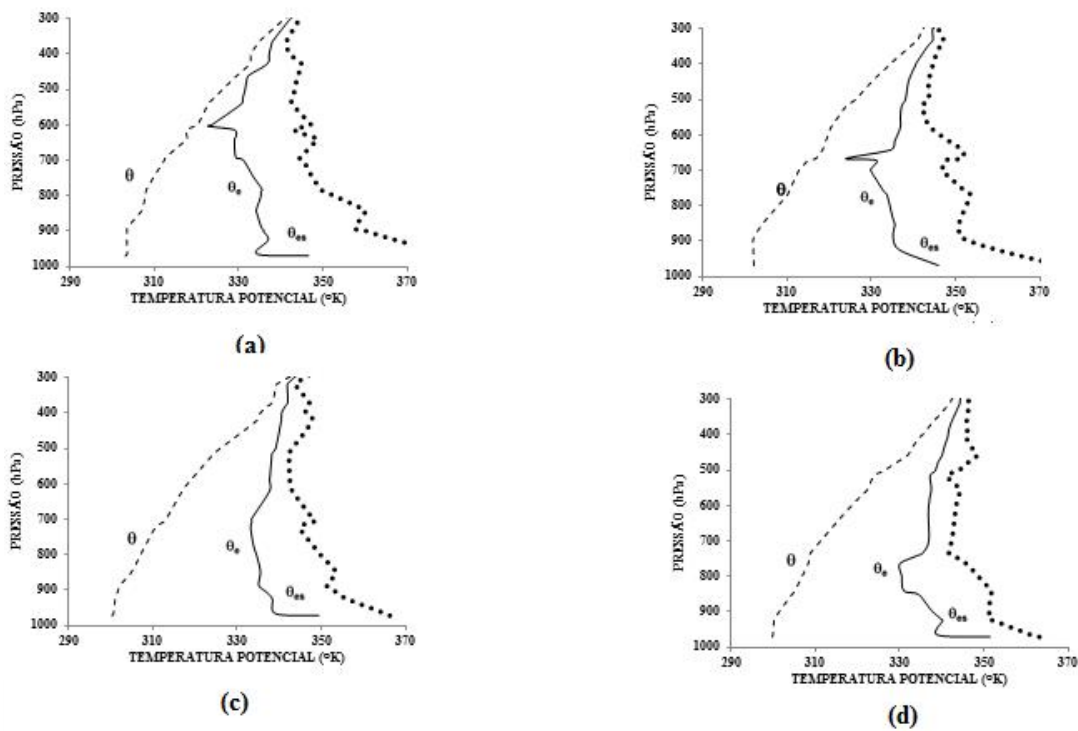


Figura 1 - Perfis verticais das temperaturas potencial ( $\theta$ ), potencial equivalente ( $\theta_e$ ) e potencial equivalente de saturação ( $\theta_{es}$ ), obtidos de sondagem realizada na estação de altitude de Petrolina, em janeiro de 2004, às 12 UTC do dia: (a) 02, (b) 10, (c) 12 e (d) 13. (Fonte dos dados: [www.weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html](http://www.weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html)).

Da aqüdagem à transposição do Rio São Francisco  
11 a 13 de dezembro de 2013 - Campina Grande - PB/Brasil

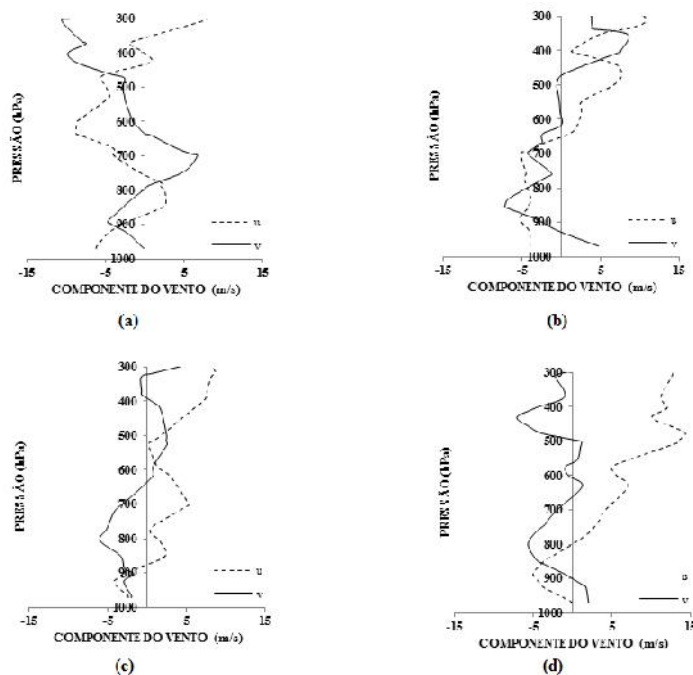


Figura 2 - Perfis verticais das componentes zonal (u) e meridional (v) do vento (m/s) obtidos de sondagem realizada na estação de altitude de Petrolina, em janeiro de 2004, às 12 UTC do dia: (a) 02, (b) 10, (c) 12 e (d) 13. (Fonte dos dados: [www.weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html](http://www.weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html)).

**AGRADECIMENTOS:** A primeira e a terceira autoras agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e o quarto autor à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (Capes) pela concessão de bolsa de estudos.

## BIBLIOGRAFIA

BOLTON, D. The computation of equivalent potential temperature. **Monthly Weather Review**, v. 108, p.1046-1053, 1980.

CORREIA, M. F.; GONÇALVES, W. A.; SILVA ARAGÃO, M. R.; DINIZ, M. C. S. Mudanças na estrutura termodinâmica da atmosfera na presença de vórtices ciclônicos de altos níveis: Um episódio de precipitação extrema no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, pág. 877-890, 2012.

<http://www.irpaa.org/publicacoes/cartas-el-nino/carta-el-nino-16.pdf> (último acesso em: 07/11/2013).