

ANÁLISE TERMODINÂMICA DAS SONDAGENS DA CIDADE DE BELÉM-PA DURANTE UM PERÍODO SECO

Maria Aurora Santos da Mota¹, Simone de Paula²

ABSTRACT - This research made an analysis of the thermodynamic behavior of the atmosphere and your relationship with the precipitation in Belém-PA. It had been used soundings data and total dialy precipitation, obtained during the field experiment of the Impact Project of the deforestation close to Amazonian Atlantic coast, in the period from 09 to 14 and 22 to 31 of August 2001. Soundings data were submitted to a screen and treatment, for mistakes correction, by means of analysis of the graphs of the potential temperatures. The main criterion used in the analysis was the one of consistency, and it based in the fact of there being a tendency of temporal continuity of the thermodynamic variables. The atmosphere an average introduced unstable with characteristics of regime convective II (Diurnal convection), according to Betts' classification, (1974), as introduced by Ribeiro and Mota (1994). However, 41% of the soundings are classified in I regime (dry), 22% regime II, 27% regime III (Enhanced Convection) and 10% regime IV (Disturbed), what is justifiable because the studied period was at that time drought of the region. It verified a change accentuated in the thermodynamic behavior of the atmosphere, varying according to the increase of the activity convective.

INTRODUÇÃO

A cidade de Belém(PA), por situar-se na zona equatorial (1° 27' S e 48 27'W) é caracterizada por um clima quente e úmido, onde ocorre uma grande quantidade de precipitação que estão relacionadas não só com as condições locais dos movimentos convectivos, uma vez que existe grande quantidade de calor e umidade sendo transportado verticalmente na atmosfera. Mas também, pela influência de sistemas de meso e grande escala que penetram na região, como El Niño, ZCIT, frentes, etc, que agem, ora acelerando os sistemas locais, e assim aumentando a precipitação, ora enfraquecendo-os, e com isso diminuindo a quantidade de precipitação (OLIVEIRA, 1994; MOTA e SOUZA, 1996; SOUZA & OLIVERIA, 1997). Esta situação de um período com muita precipitação e outro com pouca precipitação, gera um novo conceito de estações do ano: "seca" (junho a novembro) e "chuvosa" (dezembro a maio).

O objetivo deste trabalho é fazer uma análise termodinâmica das sondagens de Belém durante o experimento de campo do Projeto Impacto do desmatamento junto ao litoral Atlântico da Amazônia.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados são totais diários de precipitação e dados de ar superior, obtidos durante obtidos durante a campanha do experimento Impacto do desmatamento junto ao litoral Atlântico da Amazônia (PPG-7) do Projeto LBA, no período de 08 a 14 e 22 a 31 de agosto de 2001.

Foram realizadas 37 (trinta e sete) sondagens, nos horários diários de 00, 12, e 18 UTC, usando o sistema Vaissala (RS8015) que emitem

sinais de rádio em 403,0 Mhz com rastreamento automático.

Para a análise da estrutura termodinâmica da atmosfera, foram calculados os parâmetros termodinâmicos, temperatura potencial(θ) temperatura potencial equivalente (θ_e), temperatura potencial equivalente saturada (θ_{es}), utilizando as equações propostas por Betts, 1933, e posteriormente modificadas por Bolton, 1980.

Foi calculada também a Energia Potencial Disponível para Convecção (CAPE). A CAPE é a área positiva de uma sondagem no Diagrama Termodinâmico e pode ser usada para verifica as condições de instabilidade da atmosfera ou o critério de equilíbrio da convecção. Souza (1999) sugere que no caso da convecção rasa o equilíbrio é feito com a forçante térmica, e neste caso a CAPE pode ser dada por:

$$CAPE = g \int_{NCE}^{NE} \left(\frac{T_{VP} - T_{VA}}{T_{VA}} \right) dZ$$

em que:

NCE – é o nível de convecção espontânea;

NE- é o nível de equilíbrio;

T_{VP} é a temperatura virtual da parcela ;

T_{VA} é a temperatura virtual do ambiente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra o perfil vertical das temperaturas potencial, potencial equivalente e potencial equivalente saturada, média para todo o período do experimento, pode ser verificado que a atmosfera esteve instável ($CAPE_{\text{médio}}=2392,4\text{J/kg}$) ficando classificada no regime convectivo II (convecção diruna) segundo a classificação proposta por Betts (1974) e adaptada para Belém por Ribeiro e Mota (1994). Como o período em que ocorreu o experimento de campo foi na estação seca (mês de agosto), significa que devido ao aquecimento local a atmosfera esteve propícia a atividade convectiva.

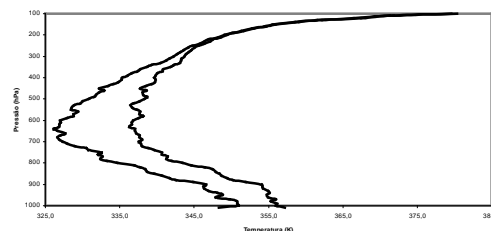


Figura 1. Perfil vertical das temperaturas potencial equivalente (θ_e) e potencial equivalente saturada (θ_{es}), média de todo o período do experimento.

¹ Professor Adjunto - Departamento de Meteorologia-CG-UFPa-C.P. 1611, email: aurora@ufpa.br

² Aluna de Graduação do Curso de Meteorologia - UFPA

Esta característica pode ser observada analisando a variação do CAPE (Figura 2), pois sempre existe CAPE tanto pela manhã como tarde e noite, apenas apresentando o ciclo diurno, onde sempre o CAPE do período da tarde se apresenta maior que o do período da manhã.

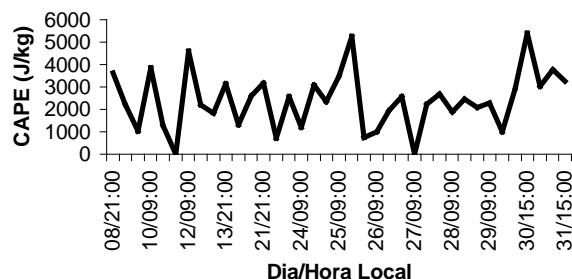


Figura 2. Variação temporal do CAPE durante o período do experimento (08 a 14 e 22 a 31 de agosto de 2001).

A Tabela 1 apresenta a classificação do regime convectivo e chuva ocorrida durante o período. Na análise da série de 37 sondagens observou-se que 41% das sondagens estão classificadas no regime I (seco), 22% no regime II (convecção diurna), 27% no regime III (convecção elevada) e 10% no regime IV (Distúrbio). O clima da área é tropical (quente e úmido), e o período do experimento foi na estação seca (mês de agosto), o que justifica 41% das sondagens estarem classificadas no regime I (seco). A chuva foi quase completamente convectiva, com cumulus congestus espalhado em dias de pouca precipitação (regime II). E dias com muita precipitação devido a grandes cumulonimbus (regimes III e IV), isso ocorreu devido principalmente aos sistemas de mesoscala que atuaram na região, como linhas de instabilidades tropicais que se formam devido a brisa marítima. Existiu normalmente uma variação diurna da precipitação com um máximo da chuva ocorrendo no período da tarde, entre 14 e 18 horas local.

Tabela 1. Classificação das sondagens de Belém-PA de acordo com os regimes convectivos durante o experimento.

Regime Convectivo	Precip. (mm)	Nº dias	Nº de Sondagens
I – Seco	<0,4	9	15
II. Convecção Diurna	0,5 – 3,7	3	8
III. Convecção Elevada	3,8 – 8,8	4	10
IV. Distúrbio	> 8,8	2	4

Embora o CAPE presente na atmosfera seja em sua maioria de valores acima de 1000 J/kg, ele não foi suficiente para produzir chuvas. Ou seja, CAPE é condição necessária para formação da convecção, mas não suficiente para produzir convecção profunda precipitante. Esta situação pode ser verificada na Fig. 3 que mostra a variação do CAPE médio para cada dia e a precipitação total ocorrida. A explicação seria, para que ocorra muita precipitação a força termodinâmica (CAPE) tem que está acima de 3000 J/kg, pois a força dinâmica é fraca nesta época do ano na região.

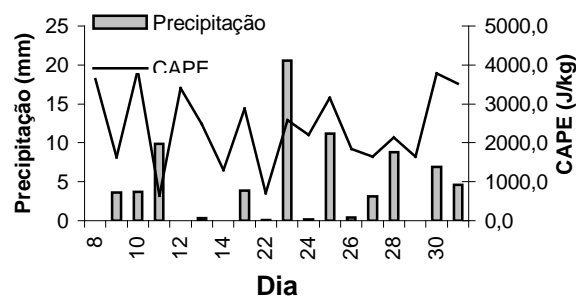


Figura 3. Variação da precipitação total diária e CAPE médio para cada dia, durante o período do experimento (08 a 14 e 22 a 31 de agosto de 2001).

REFERENCIAS

- BETTS, A.K. Thermodynamic Classification of tropical Convective Soundings, *Mon. Wea. Rev.*, v. 102, p. 760-764, 1974.
- BETTS, A.K. Non-precipitating cumulus convection and its parameterization, *Quart. J. R. Met. Soc.*, v. 99, p. 178-196, 1973.
- BOLTON, D. The computation of equivalent potential temperature, *Mon. Wea. Rev.*, v. 108, p. 1046-1053, 1980.
- MOTA, M.A.S. E SOUZA, P.F.S. - Influência da precipitação nas características termodinâmicas da atmosfera durante um mês seco. *Anais do IX Congresso Brasileiro de Meteorologia*, 1996, p. 1136-1138.
- Oliveira, M.C.F. Variabilidade interanual da precipitação associada ao fenômeno de El Niño em Belém-PA. *Anais do VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia e II Congresso Latino-Americano e Ibérico de Meteorologia*, 1994, p. 119-122.
- Ribeiro, J.B.M., Mota, M.A.S. - Classificação Termodinâmica para atmosfera de Belém-PA para o ano de 1987. *Anais do VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia e II Congresso Latino-Americano e Ibérico de Meteorologia*, 1994, p. 272-275.
- Souza, P.F.S. & Oliveira, M.C.F. Estudo das possíveis variações e mudanças climáticas em Belém-PA. *Anais do X Congresso Brasileiro de Agrometeorologia*, 1997, p. 410-412.