



# XIX CBMET

CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA

JOÃO PESSOA PB | 07 A 11 DE NOVEMBRO DE 2016

METEOROLOGIA: TEMPO, ÁGUA E ENERGIA



## CARACTERÍSTICAS DA ESTABILIDADE DA ATMOSFERA NA CIDADE DE MANAUS-AM

**Autores:** L. M. da S. Tanaka<sup>(1)</sup>, P. Satyamurty<sup>(2)</sup>, B. T. T. Portela<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidade Federal do Pará, Belém-PA, (Imst@ufpa.br), <sup>(2)</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Campos-SP; <sup>(3)</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus-AM.

### 1. INTRODUÇÃO

Para se analisar as condições de estabilidade da atmosfera se utilizou a Energia Potencial Convectiva Disponível (CAPE) - do inglês Convective Available Potential Energy. A CAPE é a energia cinética que a parcela ganha do meio ambiente para sua ascensão, e é utilizada para verificar as condições de instabilidade da atmosfera [1]. Este estudo teve como objetivo analisar a estabilidade da atmosfera para a cidade de Manaus-AM, através de dados de precipitação, da CAPE e da Temperatura de Topo da Nuvem (CTT) - do inglês Cloud Top Temperature. Os dados de precipitação são horários e provenientes de quatro estações meteorológicas em Manaus, a CAPE foi calculada a partir de dados de radiossondagens lançadas às 08 e 20 HL (no aeroporto de Ponta Pelada), enquanto que os dados de CTT foram obtidos do Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES 12), no canal do infravermelho (11  $\mu\text{m}$ ), com uma frequência de 15 minutos. O período de análises foi de 2006 a 2011.

### 2. METODOLOGIA

A metodologia consistiu, primeiramente, em selecionar eventos de precipitação igual ou maior que 20 mm/hora, em seguida, juntamente com dados de CTT, esses eventos foram classificados em: eventos convectivos profundos (ECP), eventos convectivos menos profundos (ECMP) e eventos convectivos quentes (ECQ). Pelo fato da CAPE ser calculada somente para às 08 e 20 HL (devido aos horários de lançamento das radiossondas), foram analisados somente os eventos de chuva que ocorreram no período de 10 a 12 HL, assim como, aqueles que ocorreram no período de 22 a 00 HL. Isso nos permitiu ter uma ideia do comportamento da CAPE durante o processo da convecção úmida, pois esses eventos ocorreram após o lançamento das radiossondas. No cálculo da CAPE foi considerado que a parcela de ar saiu da superfície e ascendeu na atmosfera de duas maneiras: 1) com a temperatura do nível de origem; 2) com a temperatura máxima do dia, sendo que a condição 2 foi aplicada somente para sondagens das 08 HL, pois é a que melhor pode representar o ciclo do aquecimento diurno.

### 3. RESULTADOS

Os resultados mostraram uma grande variação nos valores de CAPE e precipitação, entre os eventos convectivos (Figura 1). Isso era esperado, pois a CAPE é apenas a força termodinâmica necessária para que se tenha convecção. Isto é, ela é útil para medir a quantidade de flutuabilidade na atmosfera para conduzir correntes ascendentes [2]. Para episódios de ECP a CAPE esteve entre 1000 e 3000 J/kg, e com altos valores de precipitação ( $\geq 40$  mm/hora) (Figura 1a). E quando é considerado que a parcela ascende na atmosfera com a situação b (Figura 1b), os eventos ficam concentrados no intervalo de 1500-3200 J/kg. Alguns eventos apresentam valores de CAPE maiores que 4000 J/kg, porém com precipitação de apenas 20 mm/hora, aproximadamente. Observou-se também que (Tabela 1), a maioria dos valores de CAPE acima de 1000 J/kg pertence a categoria de ECP e ECMP, e para os ECQ houve tendência para menores valores de CAPE, não ultrapassando valores de 2500 J/kg. O maior percentual nos máximos de CAPE foi para ECMP (57,1 %), que mostrou um menor desenvolvimento vertical da nuvem, em relação aos ECP. Para CAPE < 1000 J/kg e  $1000 \leq \text{CAPE} \leq 2500$  J/kg, os ECQ apresentaram os maiores percentuais, de 28,6 e 71,4 %, respectivamente. E todos os eventos ocorreram pela manhã, período esse em que se observou uma maior frequência de precipitação nos locais mais próximos ao rio, decorrente de nuvens formadas pela circulação local. O fato do maior percentual de ECQ para CAPE < 1000 J/kg se justifica pela menor quantidade de energia potencial convectiva necessária para o menor desenvolvimento vertical de nuvens mais rasas. Pode-se observar ainda que, forças dinâmicas de grande escala desempenham um forte papel nos processos convectivos que ocorreram na área de estudo, pois 7,3 % dos ECP e 14,3 % dos ECMP apresentaram CAPE < 1000 J/kg. Ou seja, nesses casos a atmosfera praticamente dependeu somente de sistemas meteorológicos de grande escala para a formação da convecção profunda.

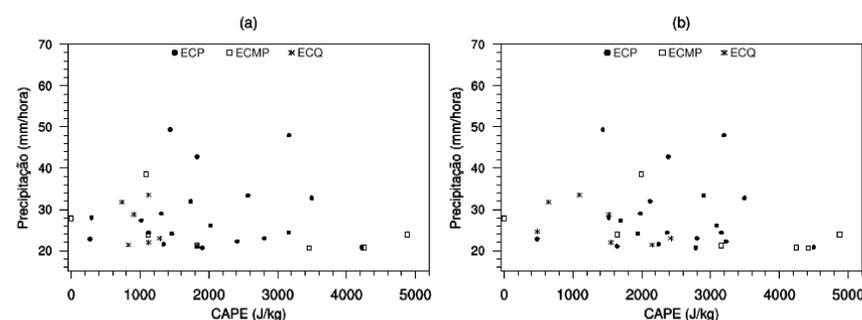


Figura 1 – Relação entre precipitação e CAPE para ECP, ECMP e ECQ, na Amazônia Central. A parcela ascende na atmosfera, a partir da superfície, com: (a) a temperatura da sondagem; (b) a máxima temperatura do dia

Tabela 1 – Frequência (%) de ECP, ECMP e ECQ, que ocorreram, na Amazônia Central, com diferentes intervalos de CAPE (J/kg).

Evento convectivo	CAPE < 1000	$1000 \leq \text{CAPE} \leq 2500$	CAPE > 2500
ECP	7,3	48,8	43,9
ECMP	14,3	28,6	57,1
ECQ	28,6	71,4	0

### 4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos e das discussões realizadas, foi possível observar que, a instabilidade termodinâmica não é determinante para a ocorrência da convecção profunda. Ou seja, o fato de existir CAPE não garante que ocorrerá convecção úmida. A maioria dos ECMP e ECP precisa ter CAPE maior que 1000 J/kg para que ocorra convecção profunda. Além disso, foi observado que quando se teve ocorrência de ECQ valores menores de CAPE foram observados.

### 5. REFERÊNCIAS

- [1] EMANUEL, K. A. Atmospheric convection. New York, USA: Oxford University Press, 1994.
- [2] MACHADO, L. A. T.; LAURENT, H.; DESSAY, N.; MIRANDA, I. Seasonal and diurnal variability of convection over the Amazonia: A comparison of different vegetation types and large scale forcing. Theoretical and Applied Climatology, v. 78, n. 1-3, p. 61-77, 2004.

### AGRADECIMENTOS

Agradeço a CAPES pela disponibilidade da bolsa de doutorado, na época da realização dessa pesquisa. Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de Manaus e a Universidade do Estado do Amazonas (UEA), pelo fornecimento dos dados de precipitação do INMET. A Coordenação de Dinâmica Ambiental (CDAM)/INPA, pela disponibilidade dos dados de precipitação da estação meteorológica da Reserva Florestal Adolfo Ducke. E Ao LBA pelos dados de precipitação coletados na torre da K34, localizada na Reserva Biológica do Cuieiras;