

DINÂMICA DA CAMADA LIMITE CONVECTIVA SOBRE UMA ÁREA DE PASTAGEM NA AMAZÔNIA DURANTE A ESTAÇÃO CHUVOSA: PROJETO TRMM/LBA 1999

Julio TÓTA¹, A.C.A. PRESTES¹, G. FISCH², R.C. HEITZ³,
P.J. OLIVEIRA¹, J.M. SIGLER³ & J.D. FUENTES³

1. INTRODUÇÃO

Estudos observacionais e de modelagem tem focalizado os efeitos do desmatamento tropical no clima regional e global (Gash e Nobre, 1997). Por outro lado, a Camada Limite Convectiva (CLC) desempenha um papel fundamental na interação entre a superfície e a atmosfera. Portanto, o entendimento da dinâmica da CLC sobre áreas com desflorestamento e seu impacto sobre o clima regional ainda é alvo de pesquisa (Tóta, 1998; Fisch, 1996). A CLC se desenvolve ao longo do dia em resposta a entrada de energia no seu topo, através de processos de entranhamento de ar da atmosfera livre, e na sua base, através de forçantes radiativas (Driedonks e Tennekes, 1984; Garrat, 1992). Alguns modelos simplificados de crescimento da CLC, tal como "Slab Model", podem ser aplicados com certo grau de validade em dias com ausência de convecção profunda. Esses modelos não consideram processos físicos importantes, como o transporte horizontal de energia (advecção horizontal), quando a CLC sofre um colapso devido a ocorrência de precipitação ou sistemas de convecção profunda.

Na região Amazônica, os estudos da CLC tem sido conduzidos sobre áreas de floresta e de pastagem (Tóta, 1998; Fisch, 1996; Martin *et al.*, 1988). Esses estudos não tem sido realizados nessas áreas durante a estação chuvosa da região. Tais estudos são importantes, pois a CLC serve como um elo de transporte de umidade e energia para as camadas de formação de nuvens. Como parte do projeto TRMM/LBA (Tropical Rainfall Measuring Mission-Large Scale Atmosphere Biosphere Project in Amazonia) realizado durante os meses de janeiro e fevereiro de 1999, a CLC sobre uma área de pastagem foi investigada usando medidas obtidas através de radiossondagem, balão cativo e torre micrometeorológica.

2. DADOS E METODOLOGIA

Neste trabalho as propriedades da CLC são investigadas usando-se perfis de radiossonda, balão cativo e dados micrometeorológicos de superfície coletados durante o experimento de campo do projeto TRMM/LBA. Os dados foram obtidos sobre uma área de pastagem, Fazenda Nossa Senhora, localizada em Ouro Preto d'Oeste (10° 45' S e 62° 22' W) durante os meses da estação chuvosa (jan-mar/1999). As radiossondagens foram realizadas a cada 3 horas. Dados contínuos de superfície foram coletados, envolvendo fluxos de energia e umidade em uma torre. Foi calculado médias e desvios dos perfis de temperatura potencial e umidade. Foi feita a análise de dias com e sem distúrbios, e os processos físicos dominantes durante a estação chuvosa.

¹ Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC. Rod. Pres. Dutra, km 40. 12.630-000 Cachoeira Paulista, SP, Brasil

² Centro Técnico Aeroespacial (CTA/IAE), São José dos Campos, 12228-904, Brazil

³ Department of Environmental Sciences, University of Virginia, Charlottesville, VA 22903

3. RESULTADOS

As análises das radiossondagens, fluxos de radiação e perfis de temperatura e umidade indicaram a presença de dois regimes diferentes da CLC, com e sem distúrbios. Esses regimes indicam sistemas de escala sinótica e de mesoescala influenciando a evolução da CLC, conforme mostraram estudos anteriores (Harris *et al.*, 1990). Os dias 30 de janeiro e 24 de fevereiro foram estudados em detalhes por representarem dias típicos sem e com distúrbios, respectivamente. Entretanto, durante o dia a altura CLC, definida como a altura da inversão mais acentuada do perfil da temperatura potencial, apresentou valores próximos a 1 km em média.

3.1 Dias sem distúrbios: caso do dia 30 de janeiro

O dia 30 de janeiro foi caracterizado por um gradativo aumento na temperatura durante a manhã próximo à superfície (<30°C às 12 hora local), um pequeno decréscimo da umidade com o tempo (<20%), e redução da radiação solar incidente (<400 Wm⁻²) que está associada com condições de céu coberto. Esse dia foi associado com colapsos da CLC entre 12 e 18 hora local devido a passagem de sistemas convectivos de mesoescala, conforme pode ser visto na Figura 1.

As análises para dias sem distúrbios mostraram que, em média a CLC atingiu ~ 1000 m às 14 horas. A taxa de crescimento da CLC para este caso, chegou a 350 m/h pela manhã associado a grandes valores de saldo de

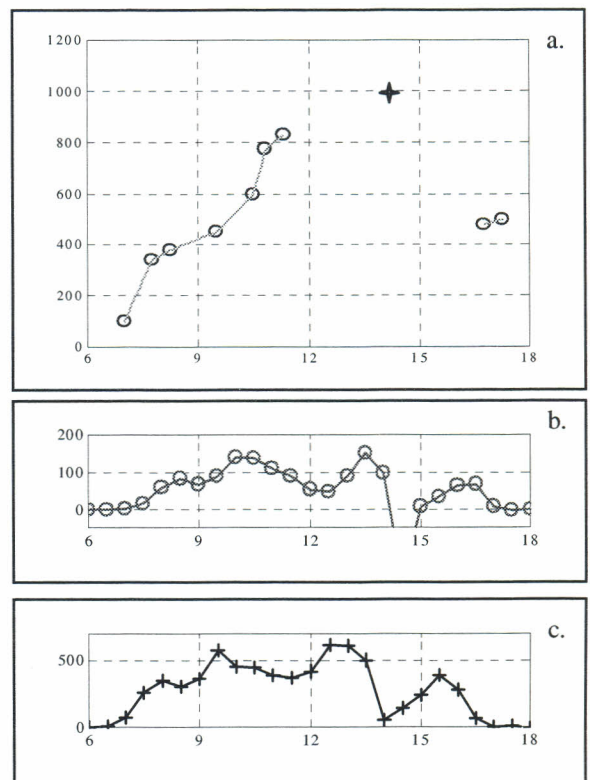


Figura 1 – Dia 30 de janeiro a) Altura da CLC o (+) representa a média para dias sem distúrbio às 14 HL, b) fluxo de calor sensível, c) saldo de radiação

radiação, fluxos de calor latente e sensível. Essa taxa decresceu para 80 m/h no meio do dia devido a redução do saldo de radiação com o desenvolvimento de cumulus e mantendo-se quase estacionária, com a CLC chegando a ~800 m às 11 horas. Durante a tarde a presença de um cumulonimbus provocou um colapso na CLC, conforme a Figura 1, reduzindo abruptamente a radiação e os fluxos de energia. Próximo à superfície a temperatura do ar decresceu em até 7°C e o calor sensível chegou próximo de zero e o saldo de radiação ficou < 50 W/m². Após a passagem do cumulonimbus a CLC voltou a crescer e chegou a ~500 m às 17 horas.

3.2 Dias com distúrbios: caso do dia 24 de fevereiro

No dia 24 de fevereiro o aumento da temperatura próximo à superfície foi mais rápido e acentuado durante a manhã (> 30°C às 12 HL), também caracterizou-se por grandes aumentos na umidade relativa (> 20%) e grande quantidade de radiação solar incidente associada com dias de céu parcialmente coberto à claro. Após o nascer do sol o saldo de radiação e o fluxos de calor sensível foram muito menores em relação ao caso anterior, os quais chegaram a valores de 200 W/m² and 50 W/m² às 9 horas, respectivamente. A CLC teve um crescimento de 350 m/h para esse horário. Essa taxa foi reduzida para 100 m/h devido a redução da energia disponível, chegando a uma taxa de crescimento estável durante a tarde (Figura 2).

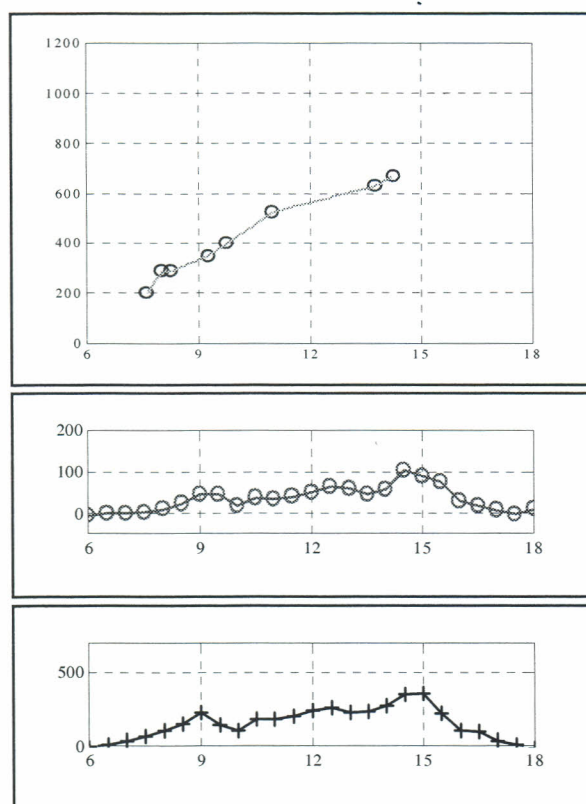


Figura 2 – Dia 24 fevereiro de 1999. a) Altura da CLC, b) fluxo de calor sensível, c) saldo de radiação

4. CONCLUSÕES

Neste estudo, as análises dos dados de balão cativo, radiossondagem, e torre micrometeorológica sobre uma área de pastagem, indicaram dois regimes de CLC dominante: um com predomínio de distúrbios de mesoescala e outro sem esses distúrbios.

Durante dias sem distúrbios de mesoescala a CLC aumenta rapidamente pela manhã atingindo 1000m às 14 hora local. Para o caso do dia 30 de janeiro, houve um colapso no crescimento da CLC, causado pela passagem de um cumulonimbus no final da tarde, o qual provocou uma diminuição da CLC chegando a 500m às 17 hora local.

No caso do dia 24 de fevereiro, dia com distúrbio, a dinâmica da CLC apresenta uma diminuição, atingindo um máximo em torno de 600m as 14 hora local.

As análises mostraram que, durante os dias com distúrbios, a partição de energia disponível foi distribuída em sua maior parte para a evapotranspiração do que para o fluxo de calor sensível disponível para aumentar a CLC.

Considerando as condições diurnas, os fluxos de umidade na CLC podem contribuir potencialmente para aumentar a energia (1.08x10⁵ J/m²) dentro da profunda coluna atmosférica em casos de convecção profunda, desde que não haja condensação. O conteúdo de energia disponível dentro da CLC, antes de um súbito colapso, e processos advectivos, precisam ser considerados e incluídos em modelos simplificados como o do tipo “Slab Model”.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos os participantes que colaboraram com as medidas realizada durante o TRMM/LBA e ao suporte financeiro do projeto NASA TRMM/LBA.

6. REFERÊNCIAS

- Driedonks, A. G., and H. Tennekes, 1984: Entrainment effects in the well-mixed atmospheric boundary layer. *Boundary-Layer Meteorology*, 30, 75-105.
- Fisch, G., Camada Limite Amazônica: aspectos observacionais e de modelagem, PhD Thesis, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São Jose dos Campos, 1995 (in portuguese).
- Gash, J.H.C.; Nobre, C.A., 1997: Climatic effects of Amazonian deforestation: some results from ABRACOS. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78, 823-830.
- Harriss, R., M. Garstang, S. Wofsy, M. Beck, R. Bendura, J. Coelho, J. Drewry, J. Hoell, P. Matson, R. McNeal, L. Molion, R. Navarro, V. Rabine, and R. Snell, 1990: The Amazon Boundary Layer Experiment: wet season 1987. *J. of Geophys. Res.*, 95, 16721-6736.
- Martin, C. L., D. Fitzjarrald, M. Garstang, A.P. Oliveira, S. Greco, and E. Browell, 1988: Structure and growth of the mixing layer over the Amazonian rain forest. *J. of Geophys. Res.*, 93, 1361-1375.
- Tóta, J. Estimativa Regional de Fluxos de Calor Sensível e Latente em Áreas de Floresta e Pastagem na Amazônia. (Dissertação de Mestrado em Meteorologia) - INPE, São José dos Campos-SP. 1998. 113p.