

CLASSES DE EVOLUÇÃO DA CAMADA LIMITE NOTURNA ACIMA DA FLORESTA DE CAXIUANÃ, PARÁ

Renata Leitão da Conceição¹, Leonardo Deane de Abreu Sá², Alessandro Lechinowski¹

(1) Bolsista de Iniciação Científica, Museu Paraense Emílio Goeldi-CNPq

(2) Pesquisador do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Museu Paraense Emílio Goeldi

1. Resumo

É estudada a evolução da camada limite noturna acima de floresta primária na Floresta Nacional de Caxiuanã, localizada no Estado do Pará, a aproximadamente 400km de Belém. Para isto são investigadas as variabilidades temporais dos dados noturnos do saldo de radiação (R_n), da concentração de gás carbônico (c), da umidade específica (q) e da temperatura (T), medidos acima da floresta, em torre de 54m de altura. Com base na variabilidade dessas grandezas em intervalos de 30min, é possível estabelecer classes que exprimem padrões de variabilidade da turbulência noturna em função do movimento organizado dominante, conforme sugerido por Cava et al.(2004). Os dados da Floresta de Caxiuanã indicam a presença de movimento organizado na forma de estruturas coerentes durante quase todos os casos pesquisados. Notou-se também a predominância de forte variabilidade temporal no saldo de radiação nos períodos estudados. A quase inexistência de ondas de gravidade detectáveis e a ausência de situações com ocorrência de apenas turbulência residual, sugerem novas classificações para os padrões de variabilidade das florestas tropicais.

2. Introdução

A investigação das características da camada limite noturna (CLN) ganhou novo alento com os resultados propiciados pelo Experimento CASES-99, além de outros. Eles acentuaram o caráter complexo da evolução da CLN de que participam, de modo interativo, fenômenos vários tais como correntes de densidade, jatos de baixa altitude, ondas isoladas, ondas de gravidade, circulações locais, etc. (Sun et al., 2002; 2004). Estudos preliminares realizados com dados da Floresta de Caxiuanã, também acentuaram a existência de fenômenos interessantes, tais como jatos e rajadas (Nogueira et al., 2005), que ocorreram em algumas das noites investigadas, e que parecem desempenhar papel importante nas trocas turbulentas entre a floresta e a atmosfera. Isto sugere a existência de classes distintas de evolução da CLN em Caxiuanã. Como ponto de partida para a obtenção de um esquema adequado de classificação, foi pesquisada a adequação da sistemática de classificação proposta por Cava et al. (2004).

3. Metodologia

O critério de classificação de sinais noturnos proposto por Cava et al. (2004) tem por base a pesquisa de movimento organizado dominante nos dados de escalares, tais como concentração de CO_2 , umidade específica e temperatura. Ele também leva em consideração a variabilidade noturna do saldo de radiação medido a uma taxa suficientemente elevada de tal forma a detectar mudanças no valor de R_n provocadas por alterações no estado de nebulosidade do céu. Assim, são propostas as cinco classes de Cava et al. (2004). As três primeiras, estão livres da existência de nuvens, de tal forma que R_n se mantém

aproximadamente constante ou sem mudanças bruscas no tempo. São elas: (I) ocorrência de estruturas coerentes na forma de “rampas” nos sinais de escalares; (II) ondulações nos sinais acima da copa típicas de ondas de gravidade; (III) existência de turbulência de estrutura fina. As duas últimas categorias da classificação referem-se à ocorrência simultânea de movimentos organizados e a condições de céu com nebulosidade e com variações em R_n superiores a $10W/m^2$. São elas: (IV) o saldo de radiação induz movimento organizado; (V) a variação no saldo de radiação não está correlacionada com as alterações no movimento organizado.

4. Dados experimentais

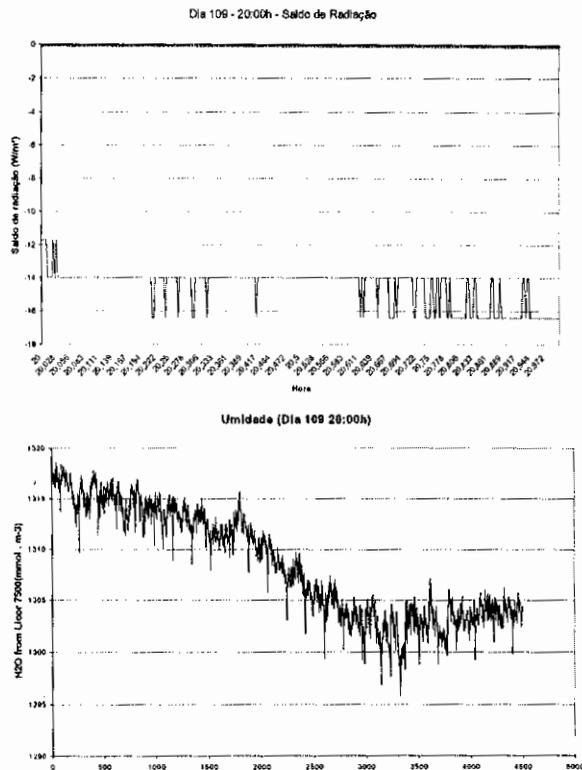
Os dados utilizados (dez dias) foram coletados na Floresta Nacional de Caxiuanã ($1^{\circ}42'30''S, 51^{\circ}31'45''W$), no município de Melgaço, PA, durante os meses de março a outubro de 2005. Foram utilizados sensores de resposta rápida (10HZ) das três componentes do vento (u,v,w), temperatura, umidade específica e concentração de CO_2 . As medidas das componentes da velocidade do vento e da temperatura foram efetuadas com anemômetro sônico tridimensional da Campbell, modelo CSAT3, e os de umidade específica e concentração de CO_2 com medidores LI-COR, modelo 6262 (caminho aberto), os quais estavam instalados na altura de 54m na torre e acoplados a um sistema de aquisição de dados do datalogger CRX10 da Campbell. O saldo-radiômetro, também colocado no topo da torre, amostra dados de 10 em 10s.

5. Resultados e discussão

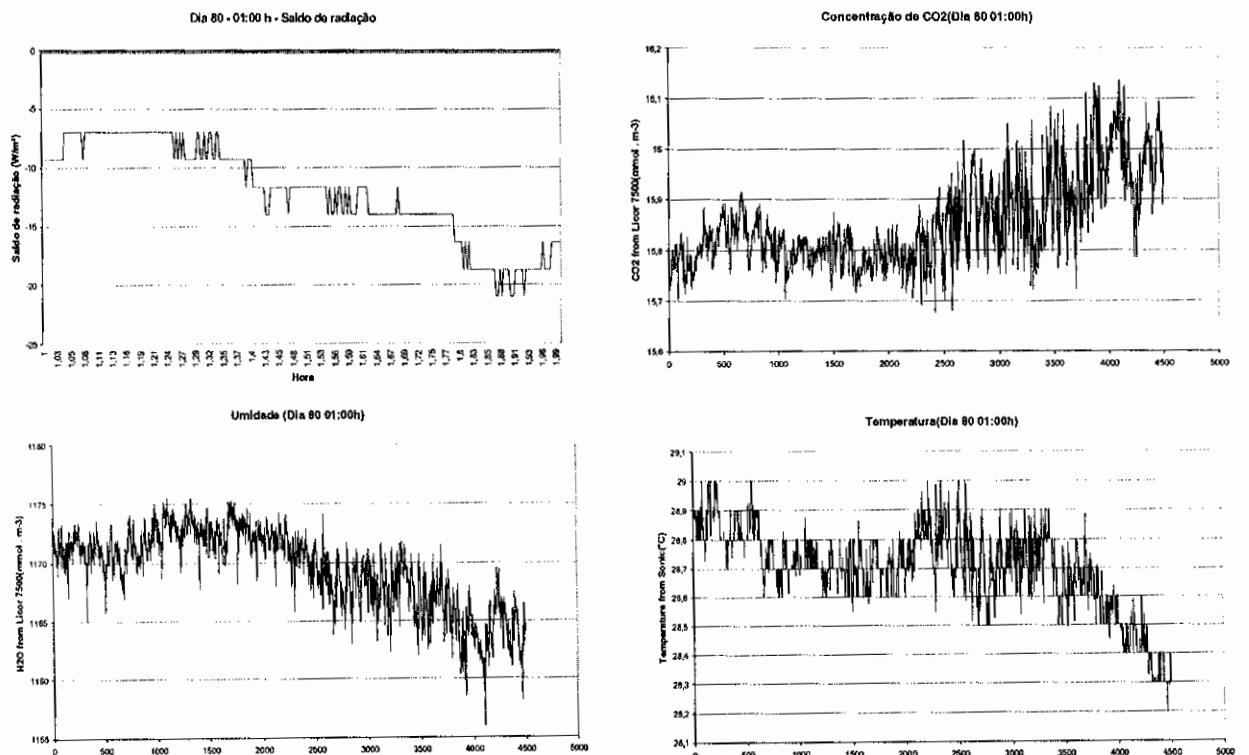
A (tabela 1) apresenta os dados resultantes da análise de dados de dez noites nas quais não houve episódios de precipitação. Um resultado digno de menção refere-se à percentagem de aproximadamente 70% de situações que indicam a presença de nuvens.

Número	Dia	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V	
1	109-110	5	1	1	4	1	
2	115-116	1	0	1	7	1	
3	112-113	0	0	0	4	4	
4	108-109	2	2	0	6	2	
5	99-100	5	0	0	1	4	
6	97-98	0	0	0	5	4	
7	87-88	2	0	0	5	4	
8	83-84	3	1	0	6	1	
9	81-82	2	1	0	4	2	
10	79-80	4	0	0	4	3	TOTAL
	TOTAL	24	5	2	46	26	103
	PERC.	23,3%	4,8%	1,9%	44,6%	25,2%	

Tabela 1 – Distribuição do número de eventos por noite seguindo a classificação da Cava et al (2004), para um total de 10 dias estudados. Exemplo da classe I (20:00h do dia 109)



a) Exemplo da classe I (20:00h do dia 109)



b) Exemplo da classe IV (01:00h do dia 80)

Figura 1 – Exemplos típicos das classes I e IV para dados de saldo de radiação, concentração de CO_2 , umidade e temperatura.

As (figuras 1(a) e 1(b)) apresentam dados de R_n , c , q e T para situações típicas das classes I e IV, respectivamente.

6. Conclusões

Os resultados mostram que em quase todos os períodos estudados (mais de 90%) dos casos havia turbulência organizada na forma de estruturas em forma de rampas para os escalares. Episódios com variações consideráveis no saldo de radiação (maiores que $10W/m^2$) corresponderam a cerca de 70% dos casos. Isto sugere que as categorias escolhidas por Cava et al.(2004) para caracterizar a evolução da turbulência acima de floresta tropical devem ser aperfeiçoadas.

7. Agradecimentos

Esta pesquisa foi parcialmente financiada pelo MCT e CNPq/PADCT, através do Instituto do Milênio, com os Projetos nº 62.0056/01-0, e nº 620065/01-0 e pela FADESP/SECTAM/PRONEX, contrato nº 1082. Renata Conceição e Alessandro Lechinoski agradecem ao Museu Paraense Emílio Goeldi e ao CNPq pelas bolsas de iniciação científica; Leonardo Sá agradece ao CNPq (pela bolsa de produtividade em pesquisa, processo 306769/2004-2 e pelo auxílio proporcionado pelo Edital Universal, processo 481340/2004-1). Os autores agradecem ao Museu Paraense Emílio Goeldi que proporcionou todas as facilidades para o bom andamento deste Experimento, ao LIM-CPTec-INPE e ao Depto. de Meteorologia da UFPA pelo apoio às atividades experimentais em Caxiuanã.

8. Referências bibliográficas

- Cava, D.; Giostra, U.; Siqueira, M.; Katul, G.: Organized motion and radiative perturbations in the nocturnal canopy sublayer above an even-aged pine forest. **Boundary-Layer Meteorology**, v. 112: 129-157, 2004.
- Nogueira, D. S.; Sá, L. D. A.; Cohen, J. C. P.: Rajadas noturnas e trocas de CO_2 acima da Floresta de Caxiuanã, PA, durante a estação seca. **Revista Brasileira de Meteorologia**, submetido em maio de 2005.
- Sun, J.; Burns, S. P.; Lenschow, D. H.; Banta, R.; Newson, R.; Coulter, R.; Frasier, S.; Ince, T.; Nappo, C.; Cuxart, J.; Blumen, W.; Lee, X.; Hu, X.: Intermittent turbulence associated with a density current passage in the stable boundary layer. **Boundary-Layer Meteorology**, v. 105, 199-219, 2002.
- Sun, J.; Burns, S. P.; Lenschow, D. H.; Banta, R.; Newson, R.; Coulter, R.; Frasier, S.; Ince, T.; Nappo, C.; Balsley, B. B.; Jensen, M.; Mahrt, L.; Miller, D.; Skelly, B.: Atmospheric disturbances that generate intermittent turbulence in nocturnal boundary layer. **Boundary-Layer Meteorology**, v. 110, 255-279, 2004.