

## Estudo de rajadas de vento noturnas na floresta de Caxiuanã durante o experimento COBRA-PARÁ

Daniele Santos Nogueira<sup>1</sup>, Leonardo Deane de Abreu Sá<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal do Pará, Departamento de Meteorologia*

<sup>2</sup>*Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - Museu Paraense Emílio Goeldi  
e-mail: danielesn84@yahoo.com.br*

### 1. Introdução

O estudo da Camada Limite Noturna (CLN) ainda apresenta diversas questões a serem respondidas, tais como a precisa determinação dos fluxos noturnos, a adequada parametrização dos processos de troca superfície-atmosfera e a interação da turbulência com ondas de gravidade. A floresta é um ambiente que oferece complexidade aos fenômenos micrometeorológicos noturnos devido aos seus elementos de rugosidade, ao desacoplamento das camadas de ar abaixo e acima da copa florestal e a interação desta com eventos turbulentos intermitentes (Fitzjarrald e Moore, 1990). A dinâmica destes eventos é fortemente influenciada pela vegetação (Van de Wiel et al., 2002). Observaram-se rajadas de vento durante as noites da estação seca de 2006 na floresta de Caxiuanã. Estes máximos apresentaram características de ocorrência e efeitos sobre os escalares diferentes daqueles observados na estação seca de 2003.

### 2. Dados e metodologia

Os dados utilizados neste estudo foram coletados na Reserva Florestal de Caxiuanã, município de Melgaço, Pará, durante o experimento COBRA-PARÁ (Caxiuanã: Observações na Biosfera, Rios e Atmosfera no Pará), na estação seca de 2006, de 30 de outubro a 15 de novembro.

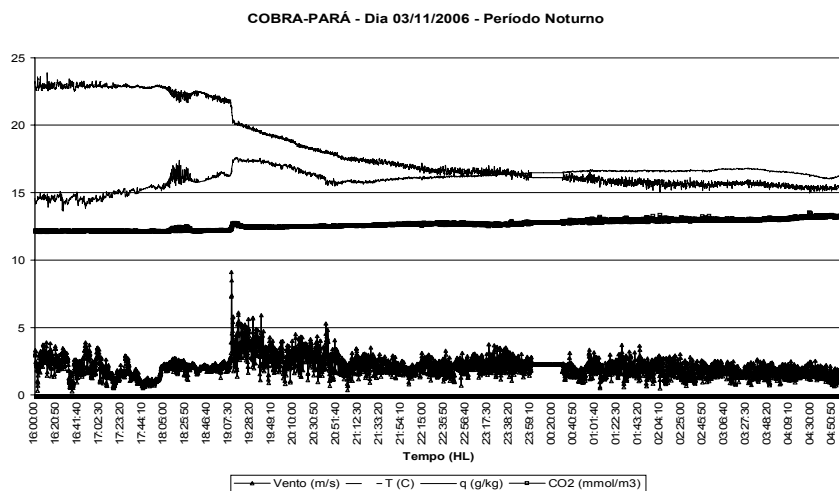
Usaram-se dados de resposta rápida (10 Hz), a 54 m de altura na torre, das três componentes da velocidade do vento, temperatura, umidade específica e concentração de dióxido de carbono.

### 3. Resultados e discussão

Durante o experimento COBRA-PARÁ, foram observadas rajadas de vento noturnas em todos os dias com dados disponíveis. Tais eventos se mostraram diferentes daqueles observados durante a estação seca de 2003 (Nogueira et al., 2006) no que diz respeito às suas características de ocorrência. Estas rajadas ocorreram entre 19h e 1h da manhã do dia seguinte (hora local), com a maioria dos eventos tendo ocorrido entre 20:00 e 21:00 HL. Sua intensidade não ultrapassou os 10 m/s e a duração de mais da metade dos eventos foi de 2 minutos, sendo identificada, no entanto, uma rajada com duração de 19 minutos.

A variabilidade dos escalares não foi a mesma para todos os eventos. Em poucas ocorrências foi possível observar aumentos significativos da concentração de  $\text{CO}_2$  e da umidade, e a queda da temperatura. A Figura 1 apresenta um evento com tais características. O escalar que manteve o comportamento menos diferenciado foi a concentração de dióxido de carbono, sempre aumentando ou se mantendo constante durante os eventos.

É possível notar, nos sinais de  $w$ , da velocidade do vento horizontal e do parâmetro de estabilidade  $((z-d)/L)$  que, antes destes eventos de rajada, há uma calmaria, em que as oscilações de  $w$  se reduzem a menos de 0,5 m/s, a velocidade do vento diminui consideravelmente em relação aos períodos anterior e posterior e a estabilidade atmosférica aumenta.



**Figura 1.** Séries temporais de velocidade do vento, umidade específica, concentração de dióxido de carbono e temperatura para o período noturno do dia 03/11/2006. Os valores de umidade e temperatura foram deduzidos em 15 unidades para melhor visualização do gráfico

Nota-se, também, que não há evidência de uma transição tarde-noite neste ambiente de floresta, contrariamente ao descrito por Acevedo e Fitzjarrald (2001) para uma região não-florestada nos EUA, pois os sinais de umidade específica e temperatura não apresentam saltos nem ponto de inflexão, respectivamente, entre as 16:00 e as 19:00 (HL). Vale ressaltar que o período em estudo apresentou registros de precipitação em vários dias.

Para melhor compreensão dos fenômenos estudados, calculou-se uma escala de comprimento de flutuabilidade associada aos maiores vórtices, através do desvio-padrão de  $w$  e a frequência de Brünt-Vaisala, para todo o período noturno. A Figura 2 mostra esta escala de comprimento e a velocidade do vento para períodos simultâneos, durante um dia em que foi detectado um evento de rajada. Nota-se uma escala de 9 m associada ao evento de rajada, muito superior àquelas dos períodos sem rajadas (sempre inferiores a 5 m).

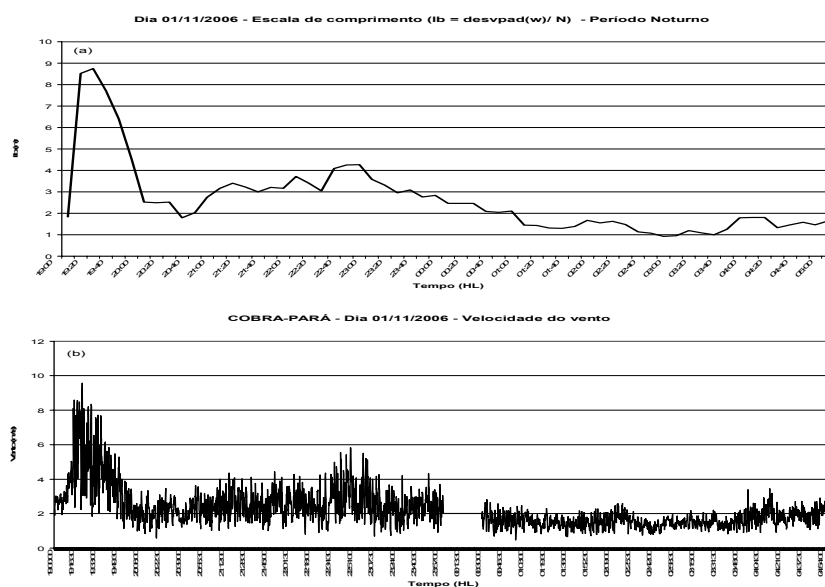


Figura 2. Escala de comprimento associada aos maiores vórtices, e velocidade do vento do dia 01/11/2006.

#### 4. Conclusões

Eventos turbulentos intermitentes na forma de rajadas de vento foram observados durante as noites da estação seca de 2006 na floresta de Caxiuana. Estas rajadas apresentaram características diferentes daquelas observadas durante a estação seca de 2003. Apesar de o horário de ocorrên-

cia ter se dado no mesmo intervalo, das 19h às 1h, as rajadas observadas durante o experimento COBRA-PARÁ duraram menos tempo e foram menos intensas. Além disso, a sua influência sobre as trocas floresta-atmosfera se desenvolveu de maneira diferenciada, conforme o que pode ser notado através da variabilidade dos escalares. O mecanismo de formação dos eventos das duas estações secas pode não ser o mesmo. No entanto, a calmaria é observada antes das rajadas de ambas as estações, através da diminuição da velocidade do vento e do aumento da estabilidade. Isso permite o desacoplamento das camadas de ar e a posterior aceleração do escoamento da camada superior, representado pelo aumento brusco da velocidade do vento.

## 5. 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 FAPESP/SECTAM/PRONEX, contrato nº 1082. Daniele Nogueira agradece à Fundação Djalma Batista pela bolsa de mestrado; 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 e ao IBAMA que proporcionaram todas as facilidades para o bom andamento da coleta de dados, ao Escritório Central do LBA, ao LIM-CPTEC-INPE e ao Depto. de Meteorologia da UFPA pelo apoio às atividades experimentais em Caxiuanã.

## 6. Referências

- ACEVEDO, O. C.; FITZJARRALD, D. R. **The early evening surface-layer transition: temporal and spatial variability.** *Journal of the atmospheric sciences*, 17, v. 58: p. 2650-2667, September, 2001.
- FITZJARRALD, D. R.; MOORE, K. E. **Mechanisms of nocturnal exchange between the rain forest and the atmosphere.** *Journal of Geophysical Research*, v. 95: p. 16839-16850, September, 1990.
- NOGUEIRA, D. S.; SÁ, L. D. A.; COHEN, J. C. P. **Rajadas noturnas e trocas de CO<sub>2</sub> acima da floresta de Caxiuanã, PA, durante a estação seca.** *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 21, n. 3b, p. 213-223, 2006.
- VAN DE WIEL, B. J. H. et al. **Intermittent turbulence and oscillations in the stable boundary layer over land. Part I: a bulk model.** *Journal of atmospheric sciences*, v. 59: p. 942-958, 2002.