

# SIMULAÇÃO DE ALTA RESOLUÇÃO DE JATOS DE BAIXOS NÍVEIS NO LESTE DA AMAZÔNIA

Cohen, J. C. P., Sá, L. D. A., Nogueira, D. S., Gandu, A. W.

## 1. Introdução

Um domínio de pesquisa particularmente importante é aquele referente à interação floresta-atmosfera (Shuttleworth, 1989), visto que o escoamento na região imediatamente acima da vegetação se reveste de complexidade e tem características ainda mal compreendidas, como é o caso dos fenômenos da camada limite atmosférica noturna (CLN). Uma dessas características é constituída pela existência, em algumas situações, de máximos relativos nos perfis verticais de velocidade do vento, os chamados “jatos de baixos níveis” (JBNs) em regiões distantes menos de 1 km da superfície (Poulos et al., 2002), os quais podem contribuir para intensificar a mistura na região em que ocorrem e a superfície (Mahrt, 1999). É possível que a presença de tais jatos introduza dificuldades adicionais na parametrização dos processos de troca superfície-atmosfera. Por esta razão é plenamente justificável o estudo de JBN objetivando a determinação das condições de sua ocorrência e a investigação das conseqüências que sua existência introduz na caracterização da estrutura da CLN próximo à superfície.

Os experimentos pioneiros já realizados na floresta Amazônica contribuíram decisivamente para a compreensão de muitos processos importantes que ocorrem na CLA da região (Shuttleworth, 1989; Gash e Nobre, 1997; Silva Dias et al., 2002). Todavia, há aspectos referentes à compreensão de processos na CLN que ainda precisam de muita investigação, desde a correta estimativa dos fluxos (Von Randow et al., 2002) até a pesquisa da influência de ondas de gravidade e jatos de baixos níveis nas trocas entre a superfície e a atmosfera, bem como da estrutura da turbulência dentro da copa florestal (no sentido proposto por Fitzjarrald e Moore, 1990). Esses aspectos são de muita importância na determinação mais exata do balanço de CO<sub>2</sub> na floresta Amazônica.

## 2. Material e Métodos

Os dados utilizados foram coletados durante o experimento de campo denominado “Circulações de Mesoescala no Leste da Amazônia – CiMeLA” realizado entre 27 de outubro a 17 de novembro de 2003, na Reserva Florestal de Caxiuanã, PA. Durante o Experimento CiMeLA, foram efetuadas sondagens verticais da atmosfera com radiossondas VAISALA RS 80, lançadas, no mínimo em quatro horários (6, 12, 18, 00 UTC), exceto nos três últimos dias do Experimento, quando foram realizadas sondagens de 3 em 3 horas (mantendo-se os horários acima).

### 2.1. Descrição do Experimento Numérico

Recentemente o modelo atmosférico RAMS (*Regional Atmospheric Modeling System*) (Cotton et al., 2003) foi adaptado às características brasileiras, recebendo a denominação de BRAMS (*Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modeling System*). Assim, o modelo BRAMS foi utilizado para avaliar a origem do JBN.

As simulações numéricas apresentadas usaram 3 grades aninhadas com espaçamento horizontal de 45, 15 e 5 km. A resolução vertical foi variável com espaçamento inicial de 100 metros na camada mais baixa do modelo, aumentando para cima pelo fator de 1,2 até o espaçamento vertical atingir 1000 metros, que é então mantido até o topo do modelo. No modelo foram definidas 12 camadas de solo até a profundidade de 4 metros. A distribuição da cobertura vegetal usada foi produzida pelo CPTEC (Sestini et al., 2002). A inicialização do modelo foi variável, a cada 6 horas, com as análises do modelo global do CPTEC, as

radiossondagens e os dados de superfície disponíveis. O período de integração do modelo foi de 48 horas, iniciando-se no dia 12 de novembro de 2003 às 12 UTC. Foram utilizados os modelos de superfície e vegetação, radiação, microfísica de nuvens e parametrização convectiva profunda de Grell, parametrização de convecção rasa.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 – Aspectos Observacionais dos Jatos de Baixos Níveis

Os perfis verticais de velocidade do vento, razão de mistura e temperatura potencial virtual, para um dos eventos mais intensos de JBNs são observados na Figura 1. Os JBNs mostram sua influência no perfil de razão de mistura, na região abaixo do nível de máxima velocidade, mas o perfil de temperatura potencial virtual se mostra pouco sensível a sua presença. Além disso, é interessante ressaltar que a direção dos jatos é sempre de Nordeste. Isto sugere que a origem da elevada concentração de umidade observada abaixo do jato esteja associada a um processo de advecção de umidade da enseada (localizada à Nordeste da ECFP, Caxiuanã) para a Reserva Florestal, contando com a ação do jato na mistura de umidade da superfície até sua altura de ocorrência. Uma consequência imediata de tal processo seria a redução da perda radiativa próximo à superfície, de tal forma a evitar que a parte inferior da CLS aumente seus índices de estabilidade noturna.

O comportamento do perfil de temperatura potencial equivalente indica a chegada de ar com características termodinamicamente diferentes (no caso, possivelmente associadas ao jato de baixos níveis), pois o nível da queda de  $\theta_e$  coincide com o máximo da velocidade de vento. No que se refere à variabilidade vertical, o perfil de  $\theta_e$  mostra semelhança com o da razão de mistura, indicando a queda de temperatura potencial equivalente associada à queda da razão de mistura, isto é, a chegada de ar mais seco.

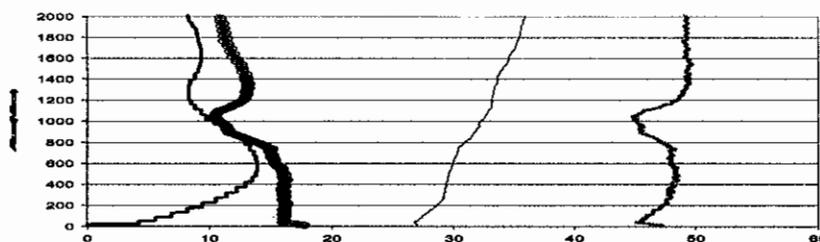


Figura 1 – Perfil vertical da esquerda para a direita das seguintes variáveis: velocidade do vento (m/s); razão de mistura (g/kg); temperatura potencial virtual (K); temperatura potencial equivalente (K) em Caxiuanã no dia 29 de 2003.

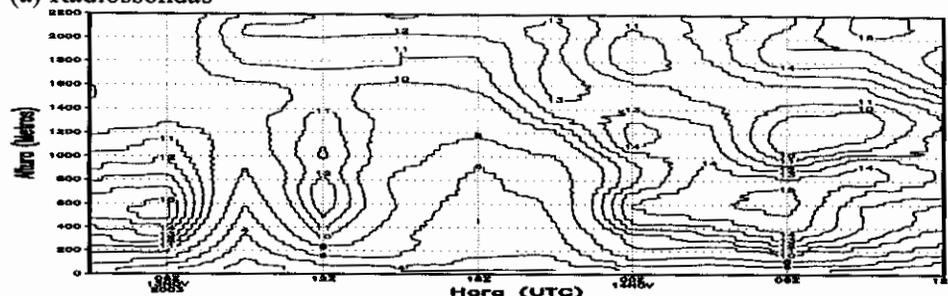
#### 3.2. Discussão dos Resultados do Modelo BRAMS

A distribuição vertical temporal da velocidade do vento obtida através das radiossondas lançadas a cada 3 horas em Caxiuanã e aquelas produzidas pelo modelo BRAMS estão representadas na Figura 2. Observa-se que a simulação numérica conseguiu reproduzir os dois JBNs observados nos dias 13 e 14 de novembro às 06 UTC, sendo que a magnitude destes JBNs simulados foi entre 2 e 3 m/s menor do que aquela observada, e além disso, a altura onde ocorre o JBNs foi mais alta do que aquela observada. Para o litoral Paraense, Souza (2005), observou que o modelo BRAMS superestimou a velocidade do JBN selecionado para estudo de caso em 3%, possivelmente isso foi causado por instabilidade superficial e problemas de rugosidade no modelo.

Com o objetivo de verificar a origem dos JBN analisou-se o comportamento do vento no nível do jato, durante a simulação numérica na grade 1. Nos horários da tarde observa-se a intensificação do vento ao longo da costa atlântica associada à circulação de brisa marítima. Entretanto, às 00 UTC observa-se esse centro de máxima velocidade do vento penetrando

para o interior do continente alcançando a região de Caxiuana. Salienta-se que essa circulação sofreu efeito de canalização devido distribuição dos rios. No dia 13 de novembro novamente formou-se brisa marítima, porém nesse dia essa circulação foi relativamente fraca.

(a) Radiossondas



(b) BRAMS

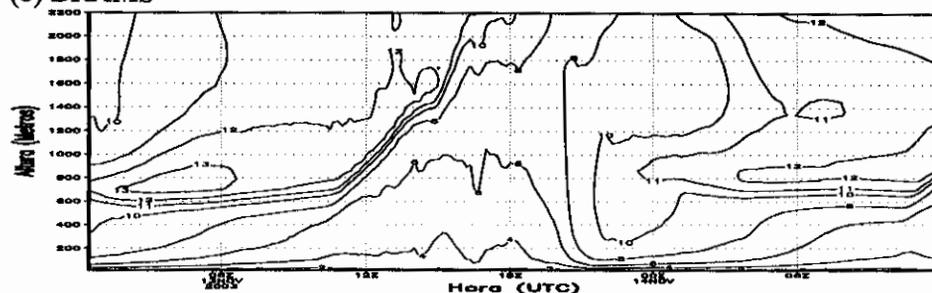


Figura 2 – Magnitude do vento observado (a) e simulado pelo modelo BRAMS (b) mostrando a presença dos JBNs nos dias 13 e 14 de novembro de 2003 às 06 UTC.

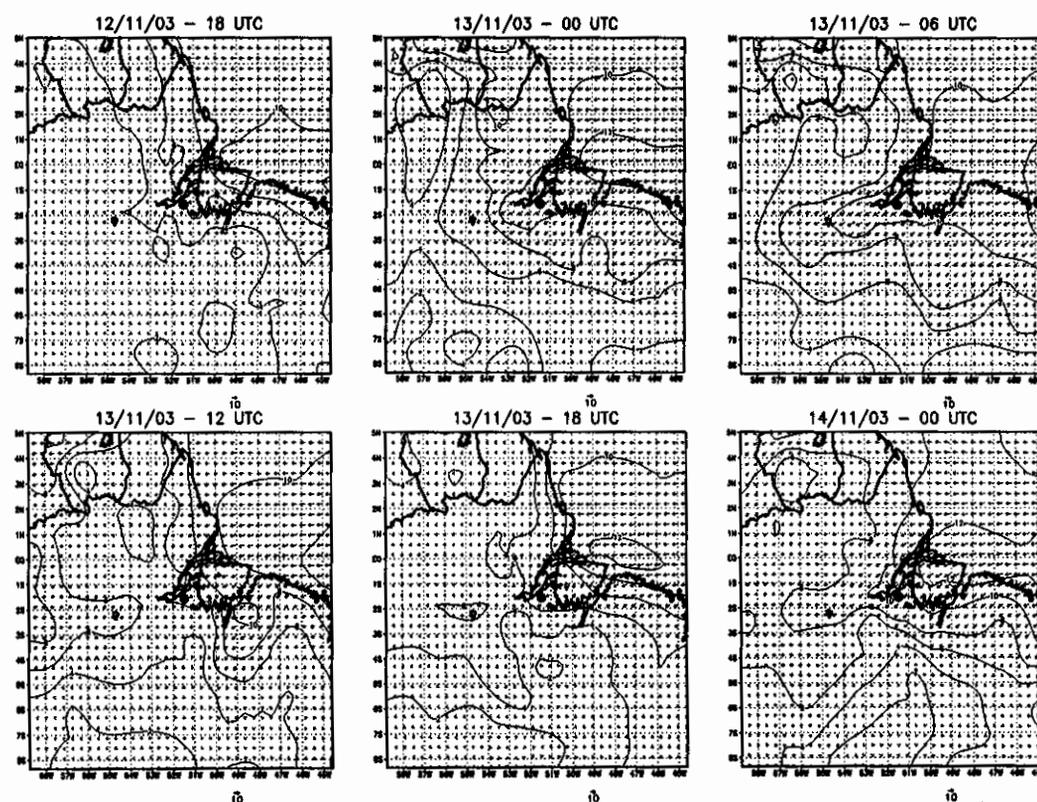


Figura 3 – Evolução temporal da magnitude do vento horizontal gerado pelo modelo BRAMS na altura de 632 m, próximo a nível dos jatos de Baixos Níveis.

#### 4. CONCLUSÕES

Simulações numéricas com modelo de alta resolução indicam a ocorrência de jatos de baixos níveis, embora não tenham reproduzido em detalhe algumas das características observadas do escoamento. Um aspecto importante revelado pelas simulações numéricas do modelo BRAMS refere-se à origem dos jatos, a qual está associada a fenômenos de “canalização” do escoamento acima de zonas em que se encontram alguns dos grandes rios existentes a Nordeste do Estado do Pará.

#### 5. Agradecimentos

Esta pesquisa foi financiada pelo Programa-PPG7/FINEP/MCT, pelo CNPq/PADCT/Instituto do Milênio e pela SECTAM/PRONEX. Daniele Nogueira agradece ao CNPq pela bolsa de iniciação científica concedida; 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 a todos os participantes do Experimento CIMELA pela dedicação, ao MPEG Goeldi que proporcionou todas as facilidades para o bom andamento deste Experimento. Os autores agradecem a Dr. Regina Alvalá que permitiu o acesso aos arquivos de vegetação usados nesse estudo.

#### 6. Referências Bibliográficas

- Cotton, W. R.; Pielke, R. A. ; Walko, R.L. ; Liston, G. E. , Tremback, C. J. , Jiang, H. ; Mcanelly, R. L.; Harrington, J. Y.; Nicholls, M. E.; Carrio, G.G.; Mcfadden J. P. : RAMS2001 : Current status and future directions. *Meteo. Atmos. Phy.* , 82(1-4):5-29, 2003.
- Fitzjarrald, D. R. E Moore, K. E. : Mechanisms of Nocturnal Exchange Between the Rain Forest and the Atmosphere, *Journal of Geophysical Research*, 95, D10: 16839-16850, 1990.
- Gash, J.H.C. E Nobre, C. A. : Climatic Effects of Amazonian Deforestation: Some Results from ABRACOS, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78, 5: 823-830, May, 1997.
- Mahrt, L: Stratified Atmospheric Boundary-Layers, *Boundary-Layer Meteorology*, 90, 3: 375-396, 1999.
- Poulos, G.S., Blumen, W., Fritts, D.C., Lundquist, J.K, Sun, J., Burns, S.P, Nappo, C., Banta, R., Newsom, R., Cuxart, J., Terradellas, E., Balsley, B. E Jensen, M.: "CASES-99: A comprehensive investigation of the stable nocturnal boundary layer", *Bulletin of the American Meteorological Society*, 83, 4: 555-581, April, 2002.
- Sestine M.F., Alvalá R.C.S., Mello E.M.K., Valeriano D.M., Chan C.S., Nobre C.A., Paiva J.A.C., Reimwe E.S. : Vegetation maps development for use in meteorological and hydrological models. Publicação INPE-8972-PQ/730, São Jose dos Campos, 2002.
- Shuttleworth, W., J.: Micrometeorology of temperate and tropical forest", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, series B, 324, 1223: 299-334, 1989.
- Silva Dias, M. A. F. S., Rutledge S., Kabat, P., Silva Dias, P., Nobre, C. A., Fisch, G., Dolman, H., Zipser, E., Garstang, M., Manzi, A., Fuentes, J., Rocha, H. , Marengo, J., Plana-Fattori, A., Sá, L. D. A., Alvalá R. C. S., Andreae, M., Artaxo, P., Gielow, R. E Gatti, L.: Clouds and rain processes in a biosphere atmosphere interaction context in the Amazon Region, *Journal of Geophysical Research*, 107, D20: 46.1-46.23, 2002.
- Sousa, A. M. L.: **Estudo Observacional de Jatos de Baixos Níveis no Litoral Norte e Nordeste do Pará Durante o Período Chuvoso e Seco.** Dissertação de Mestrado, UFPel, 2005, 140pp.
- Von Randow, C., Sá, L. D. A., Prasad, G. S. S. D., Manzi, A. O., Arlino, P. R. A. E Kruijt, B.: Scale Variability of Atmospheric Surface Layer Fluxes of Energy and Carbon over a Tropical Rain Forest in Southwest Amazonia. I. Diurnal Conditions, *Journal of Geophysical Research*, 107, D20: 29.1-29.12, 4, 2002.