

# A INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS NO LESTE DO NORDESTE DO BRASIL UTILIZANDO O MODELO RAMS

Dirceu Luís Herdies\*

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC-INPE

Rodovia Presidente Dutra Km 40

12630-000 Cachoeira Paulista – SP

e-mail: dirceu@cptec.inpe.br

Palavras chaves: modelagem; RAMS; Nordeste do Brasil.

## Abstract

A numerical study of the impacts of terrain and sea breeze circulation over east of northeast Brazil is presented. Simulation with wind and no wind have been compared and showed that the inclusion of wind produce a maximum in convection for most interior areas to be associated with the sea breeze merging with convection over higher terrain.

## 1. Introdução

A qualidade da precipitação na região Nordeste do Brasil (NEB) é modulada pelo comportamento da atmosfera de grande escala. Entretanto, a variabilidade espacial e temporal do regime de chuvas está associado ao comportamento da atmosfera em mesoescala. Sistemas de brisa marítima e terrestre, circulação vale/montanha, circulações locais geradas pelo contraste de cobertura vegetal, variabilidade do tipo e umidade do solo são alguns dos principais mecanismos de mesoescala associados a grande variabilidade da precipitação da região Nordeste.

Kousky (1980) através de um estudo observacional mostrou a importância do sistema de circulação local na variação diurna da precipitação no NEB, onde ocorre um máximo noturno próximo as regiões costeiras, um máximo diurno entre 100 e 300km da costa marítima e em regiões de topografia elevada e um mínimo diurno no interior do NEB, regiões do semi-árido. Neste trabalho o autor associa o máximo noturno de precipitação na região costeira ao efeito de brisa terrestre combinada com o efeito de ventos locais (alísios) que são perpendiculares a costa. O máximo diurno entre 100 e 300 km da costa foi associado ao efeito de brisa marítima que se desenvolve próximo a costa e é advectado para o interior pelo vento médio, interagindo com a convecção associada a efeitos topográficos. O efeito de circulação vale/montanha explica o padrão de precipitação no interior.

Franchito e Kousky (1982) simularam o efeito das circulações locais na região costeira do NEB evidenciando que as circulações de brisa tornam-se mais intensas quando interagem com as circulações de vale/montanha.

Os resultados de modelagem numérica de Gandu et al (1994) mostraram que a topografia e o contraste térmico entre o oceano-continente pode induzir circulações térmicas significativas na região do NEB, as quais podem ajudar a esclarecer a distribuição espacial e temporal dessa região.

A maioria das pesquisas realizadas não levaram em consideração o escoamento médio associado ao efeito de brisa, circulação vale/montanha e cobertura vegetal. Nesse trabalho pretende-se explorar um pouco mais os efeitos de brisa associados com a circulação de vale/montanha e cobertura do solo.

## 2. Características do Modelo Utilizado

O modelo utilizado para as simulações foi o Regional Atmospheric Modeling System (RAMS), desenvolvido na Colorado State University. Os resultados do experimento são baseados numa versão bi-dimensional (X-Z) centrado em 7°S e 35°W, com topografia real, 130 pontos na horizontal e 40 pontos na vertical com resolução horizontal de 8 km e vertical variável iniciando com 50 m e sofrendo um incremento de 1,2 até atingir um máximo de 500 m. . A versão utilizada é não-hidrostática, sem a parametrização de cumulus e sem microfísica. A inicialização do modelo é homogênea, partindo do repouso em um primeiro experimento e usando uma sondagem de Campina Grande – PB num segundo experimento. O tipo de solo utilizado é “sandy clay loam” com umidade do solo constante e uniforme de 0.6, enquanto o tipo de vegetação utilizado foi o semi deserto (simulando a caatinga) e floresta úmida. As condições de fronteira laterais são radiacionais (Orlanski) e de fronteira rígida no topo. A temperatura da superfície do mar foi tomada constante e igual a 300° K e a temperatura da superfície do solo de 298° K.

Foram realizadas quatro simulações: 1- com cobertura do solo do tipo caatinga e estado básico em repouso; 2- com cobertura do solo tipo caatinga e estratificação na vertical dada pela sondagem de Campina Grande – PB; 3- com cobertura do solo do tipo caatinga, floresta e estado básico em repouso; 4- com cobertura do solo do tipo caatinga, floresta úmida e estratificação na vertical dada pela sondagem de Campina Grande – PB.

## 3. Resultados

Após 3 h (9:00 UTC ou 6:00 HL) de integração (figura não apresentada) já se encontra bem definida a camada de mistura sobre o oceano e observa-se um leve resfriamento sobre o continente, sendo mais pronunciado quando é incluído o escoamento médio. Também fica claro o efeito de contraste térmico, que faz surgir uma circulação no sentido montanha/vale, pois o vale encontra-se ligeiramente mais aquecido do que a montanha, e a circulação de brisa terrestre, pois o oceano encontra-se mais aquecido do que o continente (figura não apresentada). Com a inclusão do escoamento médio de leste em baixos níveis a circulação de brisa e montanha/vale não se apresentam tão claras, sendo o efeito do escoamento médio mais intenso. Entretanto, observa-se a intensificação da circulação a oeste da montanha (figura não apresentada). Associado ao movimento horizontal, por continuidade de massa, começa a ocorrer movimento vertical na interface continente/oceano, com movimento ascendente sobre o oceano e subsidente sobre o continente (figura não apresentada). Situação semelhante ocorre a leste e oeste da montanha associado a circulação montanha/vale com movimento ascendente sobre o vale e subsidente sobre a montanha.

Após 6 horas de integração (12:00 UTC ou 9:00 HL) torna-se evidente a definição da camada de mistura mais profunda (1 km) sobre o continente associado ao aquecimento, com a inclusão do vento médio a camada de mistura demora mais para se formar (figura não apresentada).

As 15:00 UTC ou 12:00 HL, devido ao continente apresentar um aquecimento mais rápido do que o oceano ocorre uma inversão da brisa terrestre para brisa marítima e da circulação de montanha/vale para vale/montanha (Fig. 1), pois o aquecimento diurno ao longo das encostas da montanha resulta em temperaturas ligeiramente mais altas do que as encontradas no mesmo nível acima dos vales. Ressalta-se o aparecimento de uma nova célula de circulação local quando a floresta é incluída, no sentido caatinga/floresta (figura não apresentada). A inclusão da floresta também torna o movimento vertical mais intenso e aprofunda-se horizontalmente e verticalmente (figura não apresentada) quando comparado com o experimento sem a inclusão de floresta. Na presença do vento médio o movimento vertical associado a circulação de brisa marítima torna-se mais intenso e apresenta-se deslocado em direção ao interior do continente (figura não

apresentada). Evidencia-se a maior intensidade do sistema vertical na circulação de brisa em relação a circulação de vale/montanha.

A inclusão do vento médio faz com que o vento predominante em baixos níveis seja de leste e inibe a circulação vale/montanha a oeste da montanha (figura não apresentada) após 12 horas de integração (18:00 UTC ou 15:00 HL), isso não ocorre para o caso de simulação com estado básico em repouso (figura não apresentada). O escoamento médio de leste advecta a célula de movimento vertical para dentro do continente, conforme sugerido por Kousky (1980).

As 18:00 HL ou 21:00 UTC observa-se o desenvolvimento de uma camada de mistura mais profunda (2,5 km) sobre o continente e em torno de 800 m sobre o oceano (Fig. 2). Após 21 h de integração (03:00 UTC ou 00:00 HL), observa-se um deslocamento horizontal do movimento vertical em direção ao interior (Fig. 3), sendo mais pronunciado quando o vento médio é incluído (Fig. 4). A circulação vale/montanha em associação com a brisa marítima formou um sistema de vento local bem mais intenso que resultou numa penetração mais profunda horizontalmente do ar marítimo, o que é reforçado com a inclusão de um vento médio de leste.

#### 4. Conclusões e Recomendações

O modelo reproduz muito bem o efeito de brisa marítima/terrestre e circulação de vale/montanha. A inclusão de um vento médio faz com que o movimento vertical, que pode ser associado a convecção, se desloque mais para o interior do continente devido ao efeito de advecção pelo vento básico. A inclusão do vento médio também faz com que o resfriamento sobre o continente seja mais intenso. A introdução da floresta faz com que o movimento vertical associado a circulação de brisa fique mais intenso e aprofunde horizontalmente.

Em um experimento futuro sugere-se que o modelo seja inicializado a partir de dados mais realísticos, com campos de vegetação mais próximos do observado e com a inclusão da parametrização cumulus e microfísica.

#### 5. Referências Bibliográficas

- Franchito, S. H. e V. Kousky, 1982: Um modelo numérico para simulação das circulações locais, aplicado á região costeira do Nordeste do Brasil. INPE-2270-PRE/051.
- Gandu, A. W., V. P. Silva Filho e R. R. Silva, 1984: Aplicação de um modelo numérico de mesoescala sobre o Nordeste Brasileiro. Vol. 2, 190-193.
- Kousky, V. E., 1980: Diurnal rainfall variation in Northeast Brazil. *Mon. Wea. Rev.*, 108, 488-498.
- Pielke, R.A., W. R. Cotton, R. L. Walko, C. J. Tremback, W. A. Lyons, L. D. Grasso, M. E. Nicholls, M. D. Moran, D. A. Wesley, T. J. Lee and J. H. Copeland, 1992: A comprehensive meteorological modeling system – RAMS. *Met. Atmos. Phys.*, 49, 69-91.

\* Atualmente cursando o programa de doutorado na USP.

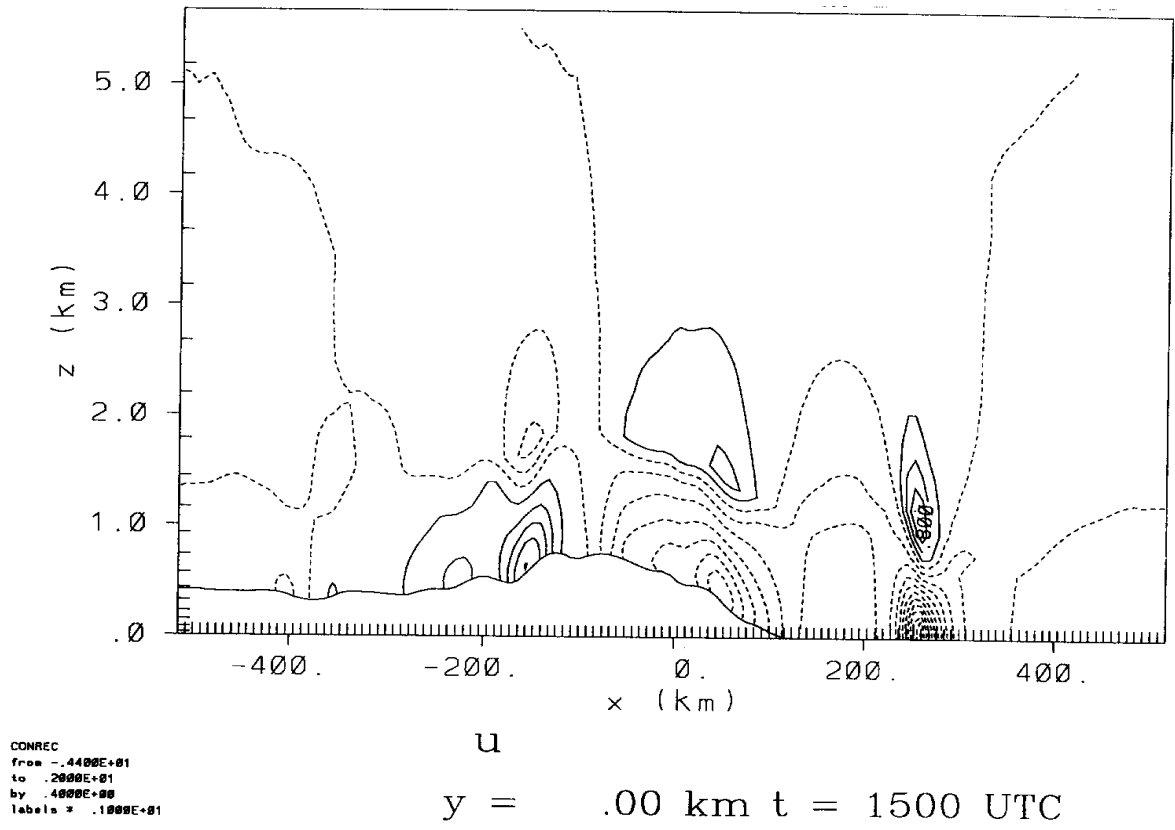


Figura 1 – Campo de velocidade zonal (m/s) com caatinga.

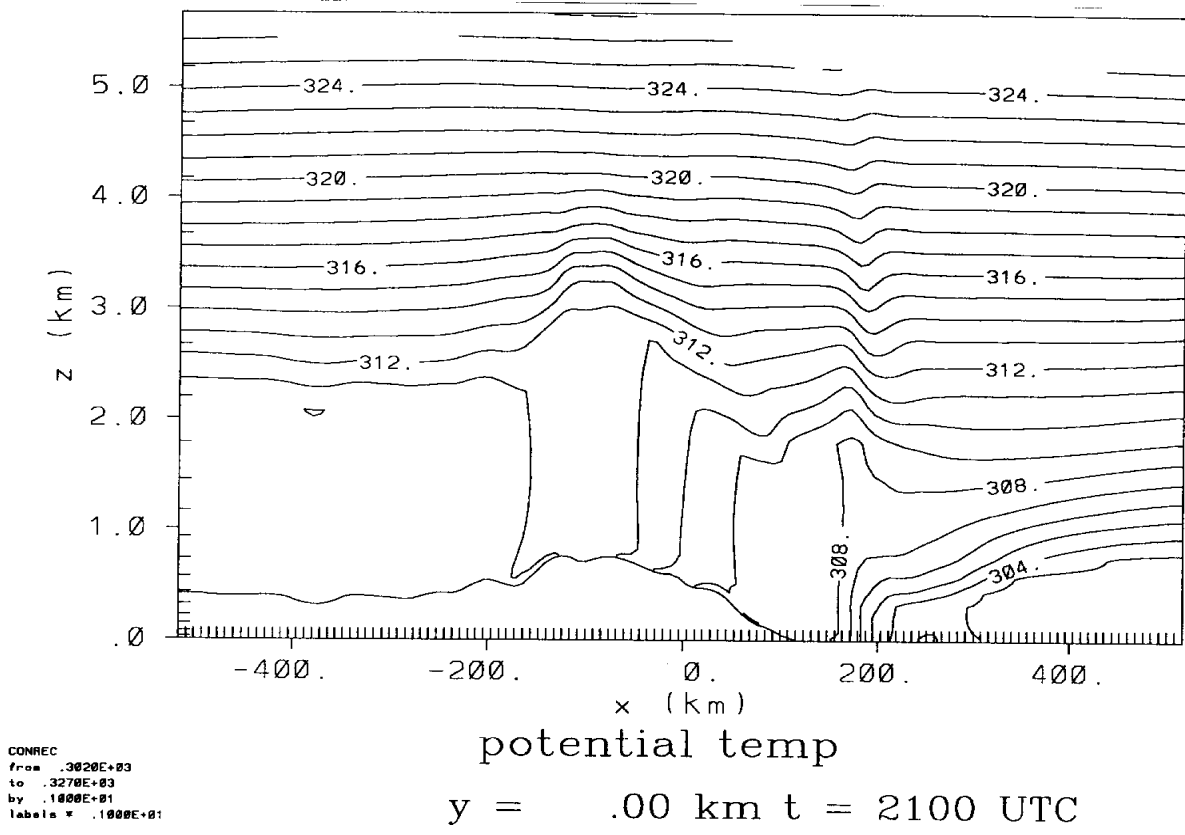


Figura 2 – Campo de temperatura potencial (K) com caatinga.

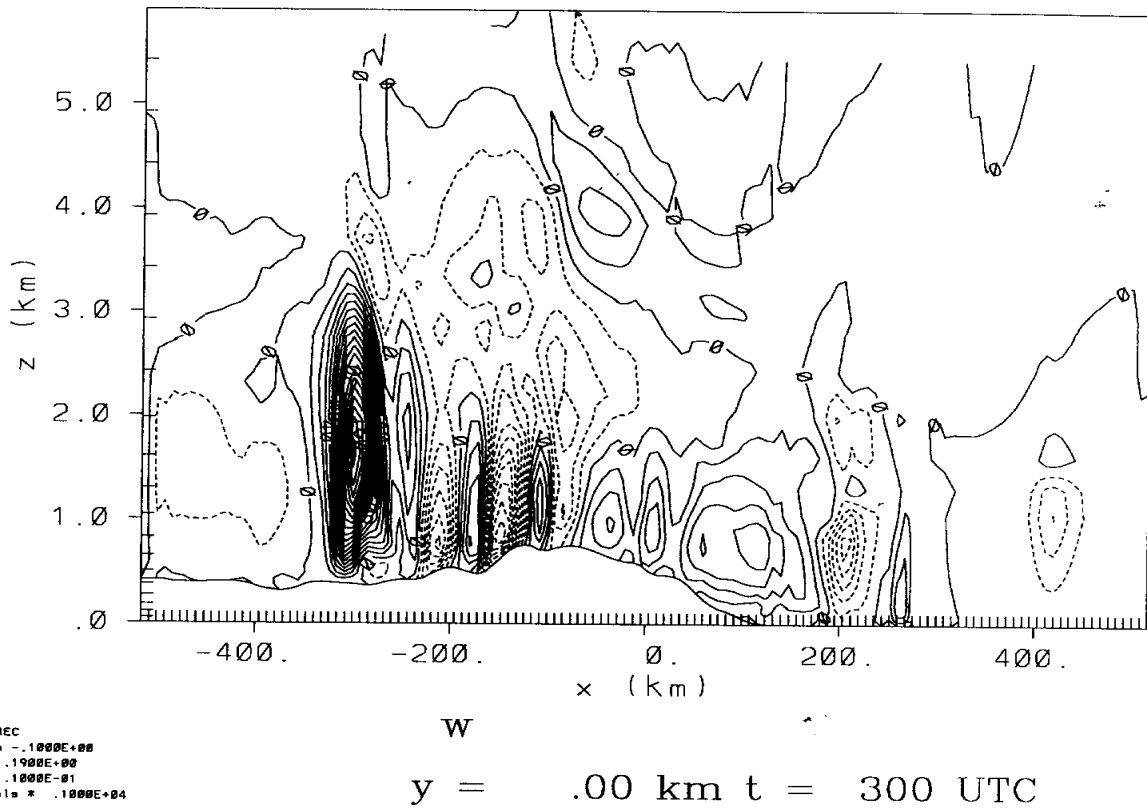


Figura 3 – Campo de velocidade vertical (cm/s) com caatinga, floresta e vento médio.

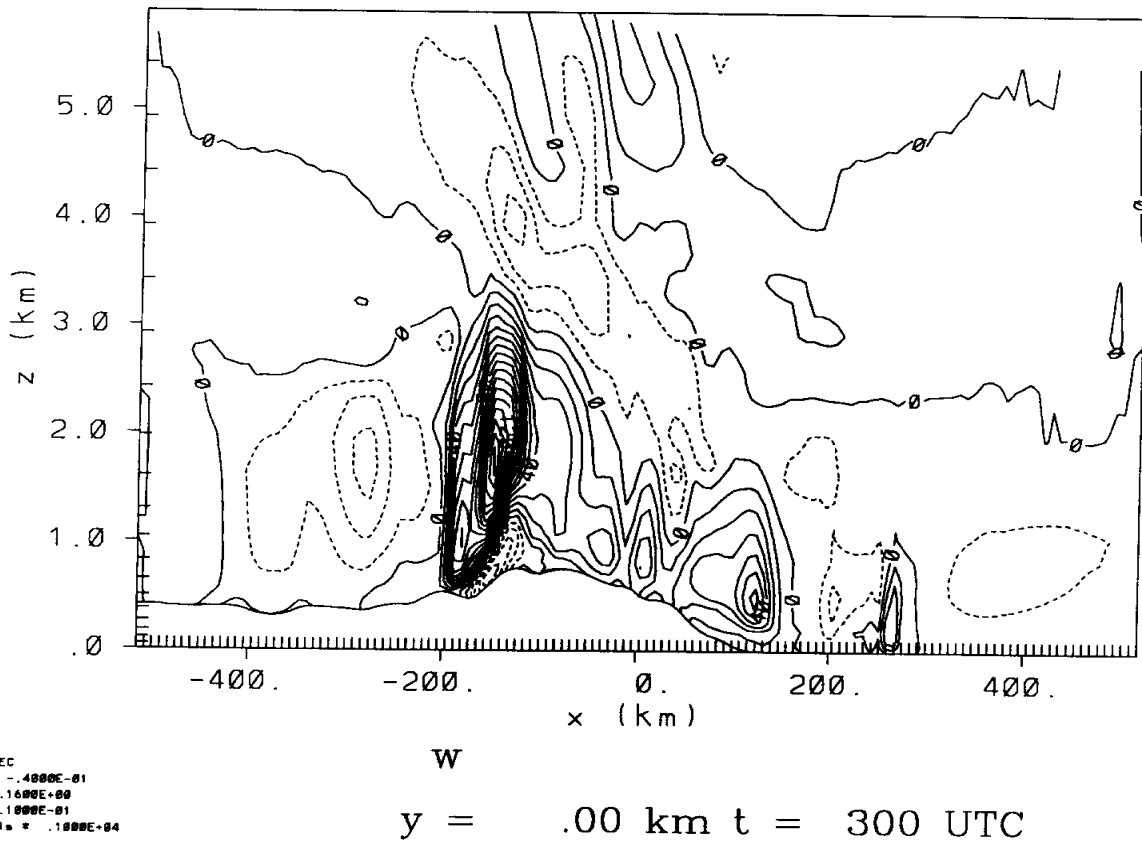


Figura 4 – Campo de velocidade vertical (cm/s) com caatinga e floresta.