

Simulação dos grandes turbilhões aplicada ao ciclo diário da camada limite planetária – Parte 1

Franciano Scremin Puhales¹, Umberto Rizza², Gervásio Annes Degrazia³, Guilherme Sausen Welter¹, Felipe Denardin Costa¹, Luis Gustavo Nogueira¹

¹*PPG em Física/UFMS/CRS/INPE/Santa Maria, RS - Brasil*

²*Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, Lecce - Itália*

³*Departamento de Física/UFMS/CRS/INPE/Santa Maria, RS - Brasil*
e-mail: fpuhales@gmail.com

Resumo

Neste trabalho são apresentados alguns resultados preliminares sobre a capacidade de um modelo de simulação dos grandes turbilhões (LES) em descrever a camada limite planetária. Foi realizada uma simulação inicializada com perfis verticais e dados de superfície obtidos experimentalmente e extraídos de um modelo regional. Os resultados da simulação são então comparados com dados experimentais afim de verificar a evolução das variáveis simuladas em relação as observadas.

Abstract

In this work, some preliminary results on the ability of a large eddy simulation model (LES) to describe the planetary boundary layer are presented. The performed simulation was initialized with vertical profiles and surface data obtained experimentally and from a regional model. Fally, the simulation results are compared with experimental data in order to verify the evolution of the simulated variables in relation to the observed ones.

1. Introdução

A Camada limite planetária (CLP), região caracterizada por um escoamento turbulento e que se estende desde o solo até algumas centenas de metros, apresenta um ciclo diário bem definido sobre o continente e na ausência de nuvens. A turbulência que caracteriza a CLP consiste em um conjunto de vórtices, acoplados, de diferentes escalas (tempo e

espaço) que interagem não linearmente entre si e com os contornos do sistema. Como consequência da não linearidade e da multitude de escalas envolvidas na turbulência, a descrição matemática desse fenômeno físico, que é responsável por produzir variações quase aleatórias nas variáveis que descrevem o escoamento nesta região da troposfera, é extremamente complexo. Além da complexidade da descrição teórica do campo turbulento existem grandes dificuldades na realização de experimentos que capturem informação espacial e temporal destes campos. Devido a isto e também ao grande avanço da computação de alto desempenho, tem se tornado cada vez mais freqüente a utilização de simulações numéricas no estudo da CLP. Uma das técnicas mais empregadas é a Simulação dos Grandes Turbilhões (*Large Eddy Simulation*, LES). Um modelo do tipo LES resolve numericamente as equações de movimento para os maiores turbilhões e parametriza para as menores escalas, as quais têm comportamento *quasi*-universal. Neste trabalho propõem-se uma comparação entre os dados micrometeorológicos obtidos na estação experimental do aeroporto de Candiota, RS, Brasil (31°29'42,8"S 53°41'38"W) durante os dias 30 de setembro e primeiro de outubro de 2007 com os dados gerados por uma simulação LES.

2. Metodologia

Para a realização da simulação utilizou-se o código proposto por Moeng (1984) e a parametrização de sub-grade de Sullivan et al. (1994). Foi utilizado um domínio espacial de $(x_p, x_y, x_z) = (4km; 4km; 2km)$ sendo as duas primeiras horizontais e a terceira vertical. O domínio computacional consiste em uma grade de $128 \times 128 \times 192$ pontos em cada dimensão espacial. Desta maneira o espaçamento da grade é dado por $\Delta x_i = x_i/n$, assim $(\Delta x_1; \Delta x_2; \Delta x_3) = (31,25m; 31,25m; 10,42m)$. O tempo simulado de camada limite planetária foi de aproximadamente 26h, partindo das 8h (horário local) do dia 30 de setembro. Este dia foi escolhido por não apresentar cobertura de nuvens.

Os perfis iniciais foram obtidos através de um modelo regional (BRAMS) e são exibidos na Figura (1).

Os dados experimentais foram obtidos com instrumentos localizados à 30cm e 10m da superfície. O instrumento no nível inferior mediu temperatura com uma taxa de 1 Hz e os instrumentos de nível superior mediram temperatura e velocidade a taxa de 1 Hz (baixa) e 10 Hz (alta). Com os dados de alta foram calculadas as variáveis turbulentas para comparação com o modelo. Ambas as séries de dados passaram por um tratamento estatístico onde foram obtidos valores médios para uma

janela de 30 *min* com um deslocamento de 3 *min*. Além das condições iniciais o modelo precisa ser forçado com alguma variável de superfície. Neste trabalho empregaram-se dados experimentais de temperatura à 30 *cm* do solo interpolados por um polinômio que foi inserido no modelo. As curvas de temperatura e umidade específica que fazem o papel de forçante no modelo é apresentada na Figura 2.

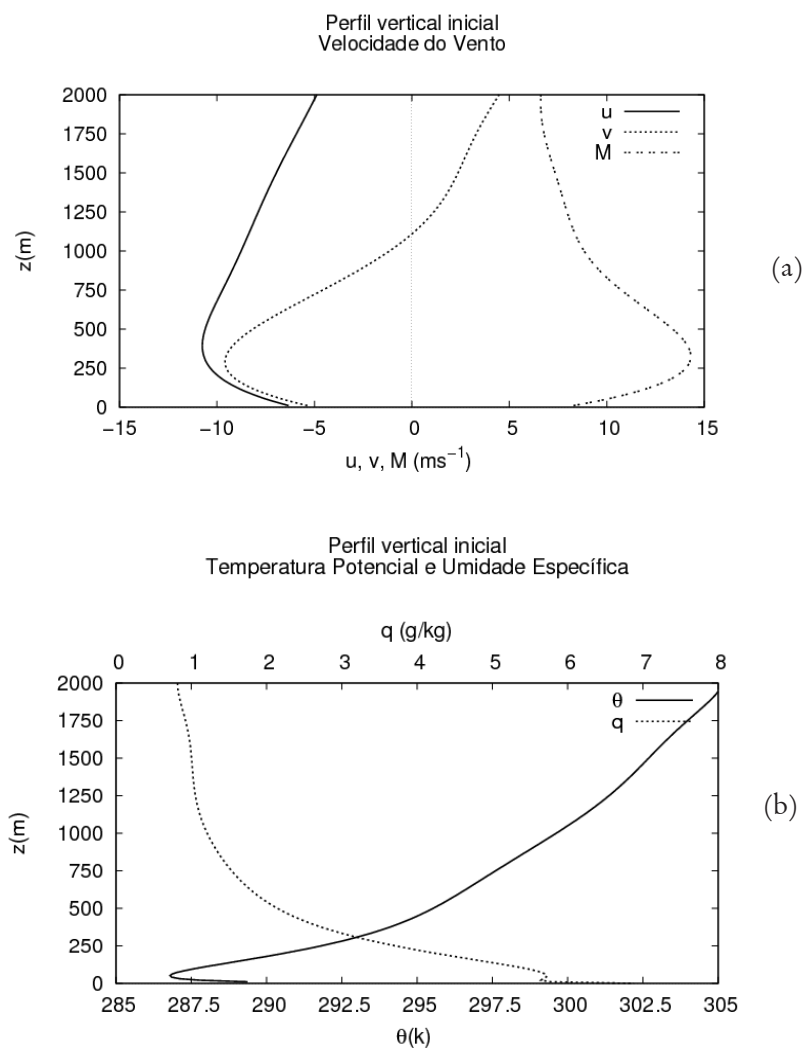


Figura 1. Perfil de temperatura potencial e umidade específica (b); Perfil da magnitude do vento onde u e v são as duas componentes horizontais e $M = (u^2 + v^2)^{0.5}$ (a).

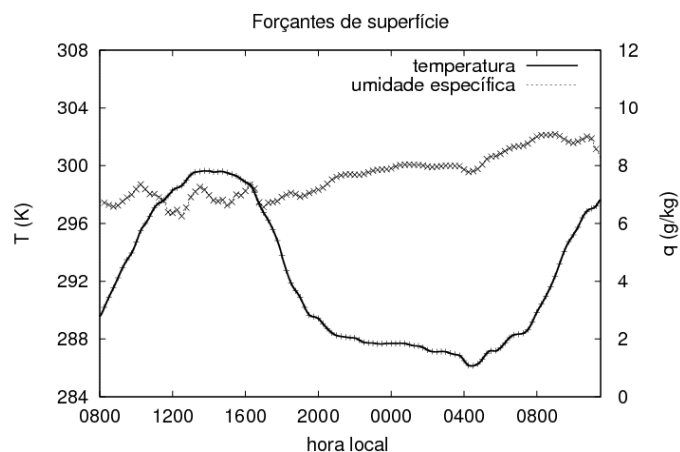


Figura 2. Curvas de temperatura e umidade específica utilizada para forçar a condição de superfície do modelo.

Agradecimentos: Os autores agradecem às agências CAPES e CNPq pelo apoio financeiro.

5. Referências

- MOENG, C.-H.: A large-eddy-simulation model for the study of planetary boundary layer turbulence. *Journal of Atmospheric Science*, v. 41, p. 2052–2062, 1984.
- STULL, R.: *An Introduction to Boundary Layer Meteorology*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988. 666 p.
- SULLIVAN, P. P.; MCWILLIAMS, J. C.; MOENG, C.-H.: A subgrid-scale model for large-eddy simulations of planetary boundary-layer flows. *Boundary Layer Meteorology*, v. 71, p. 247–276, 1994.