

# Implementação de novas parametrizações de turbulência no BRAMS

Joice Parmezani Staben Barbosa<sup>1</sup>,  
Haroldo Fraga de Campos Velho<sup>1</sup>, Saulo Ribeiro de Freitas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório Associado de Computação e Matemática Aplicada – LAC / INPE

<sup>2</sup>Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC / INPE

e-mail: [joyce.parmezani@gmail.com](mailto:joyce.parmezani@gmail.com)

## 1. Introdução

A modelagem da Camada Limite Planetária (CLP) é realizada com parametrizações da turbulência. A teoria estatística da turbulência de Taylor é empregada por Degrazia *et al.* (2000) para o modelo BRAMS (*Brazilian developments on the Regional Atmospheric Model System*) representando a CLP. Nesta abordagem os coeficientes de difusividade turbulenta vertical para todas as condições de estabilidade da CLP são descritos: Camada Limite Convectiva (CLC):  $K_z^c$ , Camada Limite Estável (CLE):  $K_z^e$  e Camada Limite Neutra (CLN):  $K_z^n$ , por:

$$K_z^c = 0,16w_*z_i \left(0,01 \frac{z_i}{-L}\right)^{1/2} \left[1 - \exp\left(\frac{-4z}{z_i}\right) - 0,0003 \exp\left(\frac{8z}{z_i}\right)\right]^{4/3},$$
$$K_z^e = \frac{0,4(1-z/h)^{3/4} u_* z}{1 + 3,7z/L} \quad e \quad K_z^n = \frac{0,4(1-z/h)^{0,85} u_* z}{[1 + 15f_c z/u_*]^{4/3}}.$$

sendo  $w_*$  é a velocidade escalar para a CLC,  $z_i$  é a altura da CLC,  $z$  é a coordenada vertical,  $L$  é o comprimento de Monin-Obukhov,  $f_c$  é a força de Coriolis ( $f_c = 10^{-4}$ ),  $u_*$  é a velocidade de fricção e  $h$  é a altura da CLE e CLN. As velocidades características  $u_*$  e  $w_*$  podem ser estimadas por experimentos, para o cálculo da altura da CLP ( $z_i$  e  $h$ ) foram utilizadas duas formas distintas, dependendo da estabilidade: (i) CLC: por meio

do número de Richardson: 
$$R_{ig} = \frac{(g/\theta_{v_s})(\theta_{v_h} - \theta_{v_s})(h - z_s)}{(u_h - u_s)^2 + (v_h - v_s)^2}$$

(Volgelezang e Holtslag, 1996); (ii) CLE e CLN:  $h = B_v u_*^{3/2}$ , onde  $B_v = 2,4 \times 10^3 (m^{-1/2} s^{2/3})$  (Zilitinkevich, 1972).

## 2. Material e métodos

Para testar as novas parametrizações para o modelo BRAMS, foram utilizados dados observacionais – Tabela 1 – do tipo radiossondagens, coletados durante primeira campanha do Projeto WETAMC/LBA (*Large Scale Biosphere*) realizada em 1999 nos sítios localizados sobre a área desmatada para a utilização de pastagem agropecuária e sobre uma área de floresta nativa e dados de análise obtidos pelo modelo global do Centro Europeu ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*). Um período de 48 h de simulação numérica (10/02/1999 às 00UTC até 12/02/1999 às 00UTC), sobre a área que abrange as coordenadas entre -9.25W / -42.48W e -19.07S / -0.557S. A Tabela 2 mostra a configuração espacial em cada simulação numérica.

Os resultados foram comparados com outras parametrizações de turbulência propostas por Mellor e Yamada (1982) e Smagorinsky (1963), para as mesmas condições iniciais e de contorno.

Tabela 1. Dados de condição inicial e de contorno.

<b>Radiossondagens + Modelo Europeu</b> (10/02/1999 às 00 UTC): temperatura (C), umidade relativa (%), pressão (hPa), velocidade (m/s) e direção (graus) do vento.
<b>Dados gerados pelo BRAMS:</b> Fluxo de calor sensível e calor latente ( $W/m^2$ ).

Tabela 2. Configuração espacial das simulações numéricas.

$\Delta x$	$\Delta y$	$\Delta z$	Pontos X	Pontos Y	Pontos Z
20km	20km	100m	203	105	40

## 3. Resultados e conclusões

Figuras 1 e 2 apresentam uma comparação no nível da superfície entre as diferentes parametrizações e os dados observacionais da estação de superfície e da torre de micro-meteorologia instaladas no sítio locali-

zado sobre uma área desmatada na Fazenda Nossa Senhora (ABRACOS<sup>1</sup>: 10°46' S, 62°20' W, 290m). Os resultados obtidos mostraram que as novas parametrizações de turbulência proposta por Degrazia *et al.* (2000) apresentaram um bom desempenho durante no período das simulações. Um desempenho levemente inferior foi obtido com a parametrização de Mellor e Yamada (1982) e por último a de Smagorinsky (1963). É pertinente ressaltar que a parametrização de Degrazia *et al.* (2000) apresenta a menor complexidade computacional dos modelos de turbulência, implicando numa redução do esforço computacional em relação às outras formulações deste estudo.

**4. Agradecimentos:** À FAPESP pelo financiamento deste trabalho.

## 5. Referências

BRAMS: <http://www.cptec.inpe.br/brams/>

DEGRAZIA, G. A.; ANFISSI, D.; CARVALHO, J. C.; MANGIA, C.; TIRABASSI, T. Turbulence parameterization for PDL dispersion models in all stability conditions. *Atmospheric Environment*, v. 34, p. 3575–3583, 2000.

MELLOR, G. L.; YAMADA, T. Development of a turbulence closure model for geophysical fluid problems. *Reviews of Geophysical Physics and Space Physics*, v. 20, p. 851–875, 1982.

SMAGORINSKY, J. General circulation experiments with the primitive equations: I. the basic experiment. *Mon. Weather Rev.*, v. 91, p. 99–164, 1963.

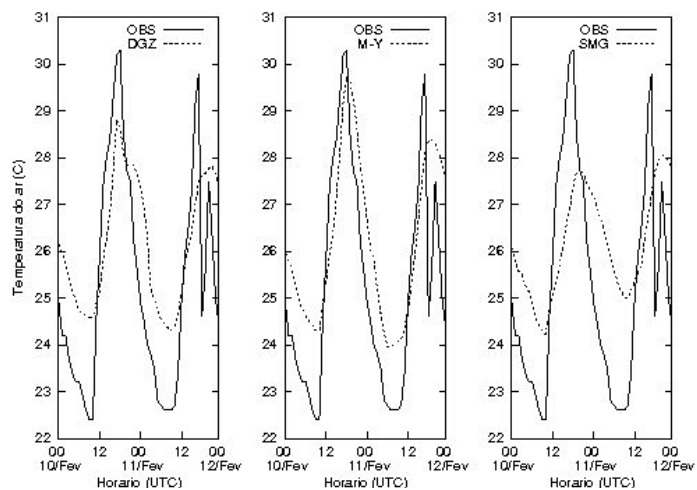
USP/LBA. Large Scale Biosphere Atmosphere Experiment in Amazonia (LBA). [online]. 1999. <<http://www.lba.iag.usp.br/>>. Acesso em: 20 Maio 2005.

VOGELEZANG, D. H. P.; HOLTSLAG, A. A. M. Evaluation and model impacts of alternative boundary-layer height formulations. *Bound. Layer Meteorol.*, v. 81, n. 3–4, p. 245–269, 1996.

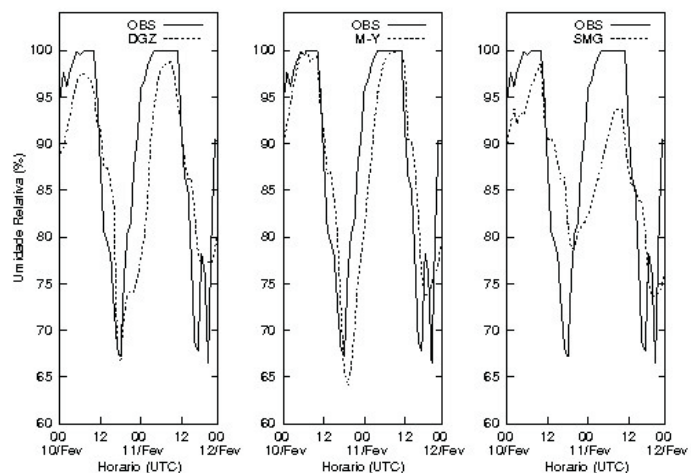
ZILITINKEVICH, S. S. On the determination of the height of the ekman boundary layer. *Bound. Layer Meteorol.*, v. 3, p. 141–145, 1972.

---

<sup>1</sup>*Anglo-Brazilian Amazonian Climate Observation Study.*

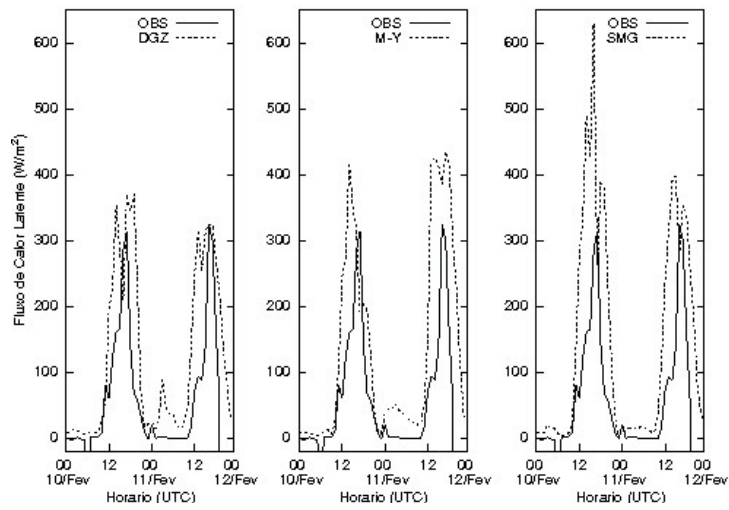


a)

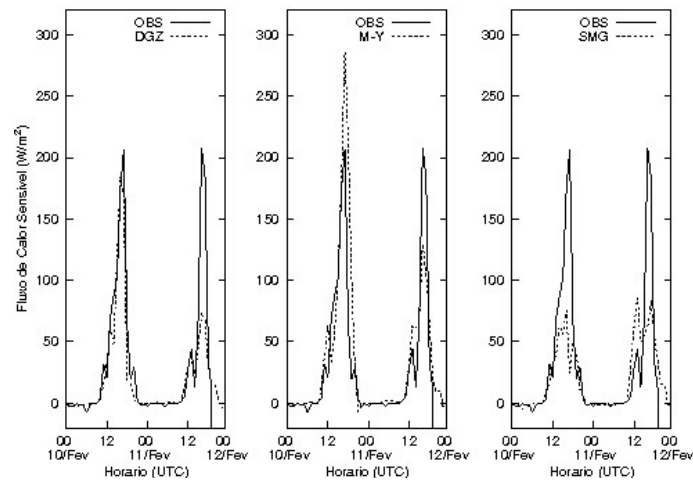


b)

**Figura 1.** Parametrizações de turbulência: **DGZ:** Degrazia *et al.* (2000), **M-Y:** Mellor e Yamada (1982), **SMG:** Smagorinsky (1963), **OBS:** dados observacionais para das variáveis de (a) temperatura do ar, (b) umidade relativa.



a)



b)

**Figura 2.** Parametrizações de turbulência: **DGZ:** Degrazia *et al.* (2000), **M-Y:** Mellor e Yamada (1982) e **SMG:** Smagorinsky (1963), **OBS:** dados observacionais para das variáveis (a) fluxo de calor latente e (b) calor sensível.

