DOI: 10.5902/2179460X11682
Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM
Revista Ciência e Natura, Santa Maria
EISSN: 2179-460X, Edição Esp. Dez. 2013, p. 463 - 466

MODELANDO O ESCOAMENTO ATMOSFÉRICO NOTURNO EM UMA REGIÃO DE FLORESTA

Pablo E. S. Oliveira[1], Felipe D. Costa[2], Otavio C. Acevedo[1]

[1]Universidade Federal de Santa Maria

[2]Universidade Federal do Pampa

pablo@ufsm.br

RESUMO

Neste trabalho, um modelo simplificado é utilizado para simular o comportamento da turbulência na camada limite noturna em uma região de floresta. Apesar das simplificações inicialmente impostas, o modelo é capaz de reproduzir alguns aspectos do escoamento atmosférico, em condições estáveis, tais como o acoplamento atmosférico e a intermitência.

ABSTRACT

In this work a simplified model is used to simulate the turbulence behavior in the nocturnal boundary layer in a forest region. In spite of the simplifications, the model is able to reproduce some aspects atmospheric flow, under stable conditions, like the atmospheric coupling and the global intermittency.

INTRODUÇÃO

Um dos principais mecanismos responsáveis por afetar as estimativas de fluxos noturnos é a ocorrência de intermitência, em condições muito estáveis. Além disso, uma importante questão a ser considerada refere-se ao acoplamento dinâmico que ocorre entre os diferentes níveis atmosféricos, e em especial para o CO_2, já que uma substancial porção da emissão noturna desse escalar ocorre devido à respiração no solo e plantas próximas ao solo, tornando assim, muito importante o entendimento dos processos físicos que ocorrem nestas condições. Assim, neste trabalho, é utilizado um modelo simplificado para estudar o comportamento do escoamento atmosférico em condições muito estáveis, em uma região de floresta.

DOI: 10.5902/2179460X11682
Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM
Revista Ciência e Natura, Santa Maria
EISSN: 2179-460X, Edição Esp. Dez. 2013, p. 463 - 466

MATERIAIS E MÉTODOS

a. Modelo

Em uma situação idealizada e estimando fluxos turbulentos em função da intensidade turbulenta, representada pela velocidade de fricção $(u_*^2 = E/5.5)$, as equações que descrevem o escoamento atmosférico na CLE, podem ser escritas como:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = f(v - v_G) - \frac{\partial\left(u_*^2 \cos\psi\right)}{\partial z} \tag{1}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = f(u_G - u) - \frac{\partial\left(u_*^2 \sin\psi\right)}{\partial z} \tag{2}$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = -\frac{\partial u_* \theta_*}{\partial z} \tag{3}$$

$$\frac{\partial E}{\partial t} = Su_*^2 - RiSu_*^2 + \left[K_E \frac{\partial E}{\partial Z}\right] - c_\varepsilon \frac{u_*^3}{l_m} \tag{4}$$

onde u, v e u_G, v_G são as componentes do vento e do vento geostrófico, respectivamente, f é o parâmetro de Coriolis em São João, PR, Brasil (25° 34’18"S e 50° 05’56"W), ψ é direção do vento, $\theta_* = K_h\left(\partial\theta/\partial z\right)$ é a escala de temperatura, S é o cisalhamento do vento, Ri é o número de Richardson. Por simplicidade, os coeficientes de difusão são parametrizados como: $K_m = \kappa u_* z$; $K_E = K_m / \sigma_E$ e $K_h = K_m / Pr$, sendo $\sigma_E = 2{,}5$ e $Pr = 1$.

b. Parametrização de Floresta e Discretização

Os efeitos do dossel foram representados pela adição de um termo de arrasto (BAILEY E STOLL, 2013):

$$D_i = C_d\, a\, \tilde{u}_i\, V \tag{5}$$

onde C_d é o coeficiente de arrasto, a é a densidade de área foliar (DAF) e V é a velocidade escalar do vento. O perfil vertical de DAF foi estimado conforme proposto em LALIC E MIHAILOVIC (2004). Já no interior da floresta, o perfil de temperatura foi assumido

DOI: 10.5902/2179460X11682
Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM
Revista Ciência e Natura, Santa Maria
EISSN: 2179-460X, Edição Esp. Dez. 2013, p. 463 - 466

constante, durante toda a simulação, e igual a 290 K. É importante ressaltar que está é uma imposição inicial que deve ser parametrizada adequadamente no futuro.

As equações 1 – 4 foram discretizadas em um domínio vertical de 100 m, o qual é dividido em 4 níveis, igualmente espaçados entre o solo e a copa das árvores (h =25 m) e acima do topo da floresta o domínio é divido em 6 níveis sendo que o primeiro é mantido fixo em h +5 m e os demais são igualmente espaçados. O conjunto de equações resultantes da discretização é integrado utilizando o método Runge-Kutta de quarta ordem.

RESULTADOS

A figura 1a mostra que quanto mais fraco é vento geostrófico (u_G), mais rasa é a camada limite noturna, já que o vento tende a um valor constante em uma altura mais próxima do solo e a medida que o forçante mecânico aumenta a o domínio vai se tornando completamente turbulento. Todavia, é importante destacar que o atrito reduz significativamente a intensidade do vento no interior do dossel e consecutivamente a atividade turbulenta, como pode ser observado nos perfis verticais de ECT (fig. 1c), que mostram que a intensidade turbulenta no interior do dossel aumenta consideravelmente à medida que u_G umenta. Todavia, a influência do dossel não é representada realisticamente nos perfis de temperatura (fig. 1b), já que a mesma é mantida constante no interior da floresta. Esta implicação leva a resultados irreais para valores elevados de u_G já que a curvatura do perfil aumenta com o aumento da intensidade turbulenta.

É importante destacar que apesar das simplificações, o modelo é capaz reproduzir o acoplamento atmosférico (fig. 1d), e, além disso, que no estado desconectado é observada a ocorrência de eventos turbulentos de forma intermitente similarmente ao que ocorre no mundo real (fig. 1d).

CONCLUSÃO

Através de um modelo simplificado foi possível reproduzir de maneira qualitativa alguns aspectos reais do comportamento do escoamento atmosférico em regiões de floresta. É importante destacar que este é um trabalho inicial que pode evoluir em muitos aspectos

DOI: 10.5902/2179460X11682
Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM
Revista Ciência e Natura, Santa Maria
EISSN: 2179-460X, Edição Esp. Dez. 2013, p. 463 - 466

como, por exemplo, a inclusão de uma taxa de variação de temperatura no interior e no topo do dossel.

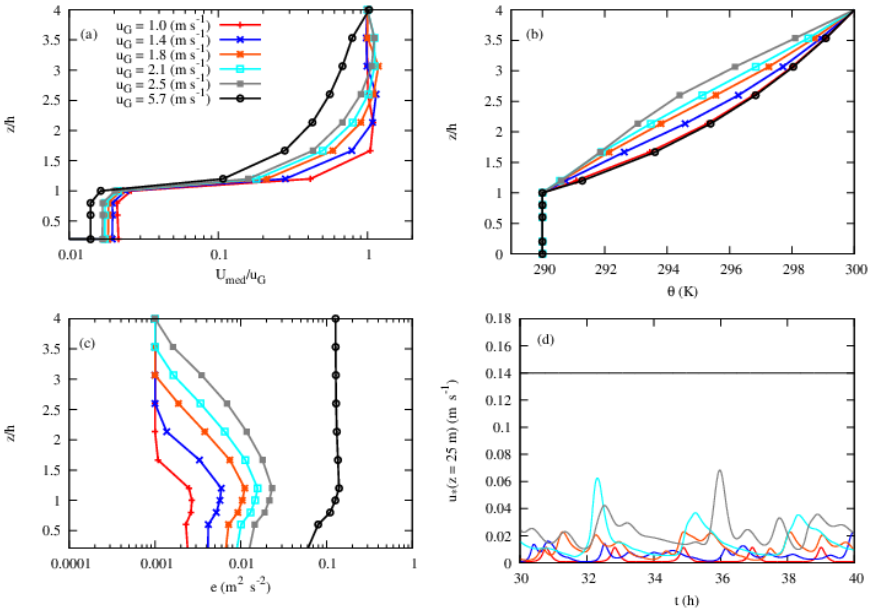

Figura 1: Perfis verticais de vento médio (normalizado por u_G) (fig. 1a) , temperatura potencial (fig 1b) e ECT (fig. 1c) para diferentes valores do forçante mecânico do topo da CLE indicados pela legenda. As séries temporais de u_* para cada caso apresentado nas figuras 1a – 1c, são mostradas na figura 1d.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAILEY, B. N.; STOLL, R. Turbulence in sparse, organized vegetative canopies: a large-eddy simulation study. **Boundary-Layer Meteorology**, v. 147, p. 369-400, 2013.

LALIC, B.; MIHAILOVIC, D. T. An empirical relation describing leaf-area density inside the forest for environmental modeling. **Journal of Applied Meteorology**, v. 43, p. 641-645, 2004.