

A importância da subsidência na modelagem do crescimento da camada limite convectiva

Lívia Souza Freire¹, Nelson Luís Dias¹, Christiano Pires de Campos², José Claudino Almeida²

¹Programa de pós-graduação em métodos numéricos em engenharia/UFPR

²PETROBRAS/CENPES

e-mail: freirelivia@ufpr.br

1. Introdução

A camada limite convectiva (CLC), que se forma durante o dia devido à turbulência resultante do aquecimento da superfície da Terra, tem como principal característica a capacidade de se manter misturada. Seu topo é definido pela presença de uma inversão térmica que limita as trocas de ar, e por isso o valor de sua altura é uma informação importante quando se trata de estudos ambientais, por definir a região disponível para a dispersão das substâncias presentes.

O Laboratório de Estudos em Monitoramento e Modelagem Ambiental (Lemma/UFPR) desenvolveu em 11/08/2009, em Tijucas do Sul/PR, uma série de nove voos com um veículo aéreo não tripulado que mediu temperatura, umidade e pressão permitindo observar a altura da CLC a partir do perfil vertical de temperatura potencial (Figura 1).

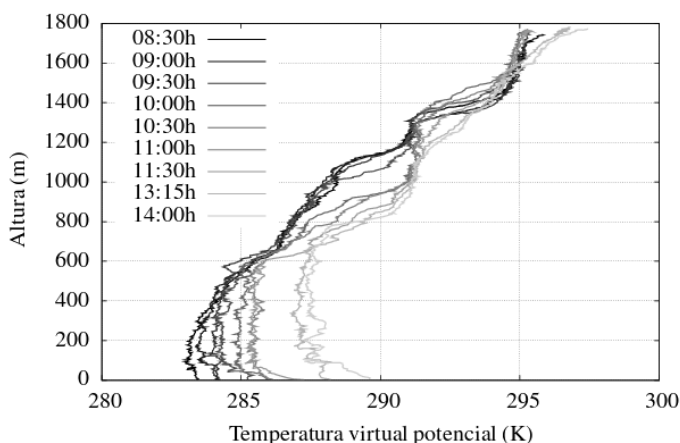


Figura 1. Perfis de temperatura virtual potencial obtidos em 11/08/2009 em Tijucas do Sul/PR.

2. O modelo de crescimento da camada-limite atmosférica

A partir de parametrizações da equação de balanço da energia cinética da turbulência ao longo da CLC e em seu topo, foi desenvolvido um modelo (Equação 1) que considera o crescimento da camada misturada ao longo do dia como consequência do fluxo superficial de calor $(w\theta)_0$, do fluxo de entranhamento no topo, do atrito do vento com a superfície e da velocidade de subsidência w_s , que é velocidade descendente de ar causada pela presença de um centro de alta pressão atmosférica na região, limitando o crescimento da camada (GRYNING; BATCHVA-ROVA, 1999).

$$\frac{dh}{dt} - w_s = \frac{(w\theta)_0 [(1 + 2A)h - 2B\kappa L]}{\gamma h^2}, \quad (1)$$

onde h é a altura da CLC, K é a constante de von Kármán, L é o comprimento de Obukhov, γ é o gradiente de temperatura logo acima da camada e $A=0,2$ e $B=5$ são parametrizações do fluxo de entranhamento de calor e do atrito do vento, respectivamente (TENNEKES, 1973). A estimativa de w_s pode ser obtida pelos perfis de temperatura potencial:

$$w_s = -\frac{1}{\gamma} \frac{d\theta}{dt} \quad (2)$$

sendo $d\theta/dt$ a variação no tempo da temperatura potencial acima da CLC. Em situações de ausência de subsidência, a temperatura potencial acima da camada tende a não mudar com o tempo, sendo que um aumento da temperatura caracteriza a presença de subsidência e a diminuição da temperatura indica a presença de uma velocidade w_s positiva, que contribui para o crescimento da camada.

3. O modelo de crescimento em Tijucas do Sul/PR

O resultado obtido utilizando as Equações 1 e 2, a partir do $(w\theta)_0$ e L medidos por uma estação meteorológica presente no local e

de w_s e γ obtidos pelos perfis de temperatura potencial é apresentado na Figura 2, juntamente com as alturas observadas. É apresentado, também, o resultado do modelo quando desconsiderada a velocidade de subsidência.

É possível observar na Figura 1 que nesse dia houve um aumento da temperatura potencial acima da CLC, caracterizada por uma subsidência média de $-0,025\text{m/s}$. Os valores para a raiz do erro médio quadrático obtidos com e sem a subsidência são respectivamente $83,75\text{m}$ e $246,06\text{m}$.

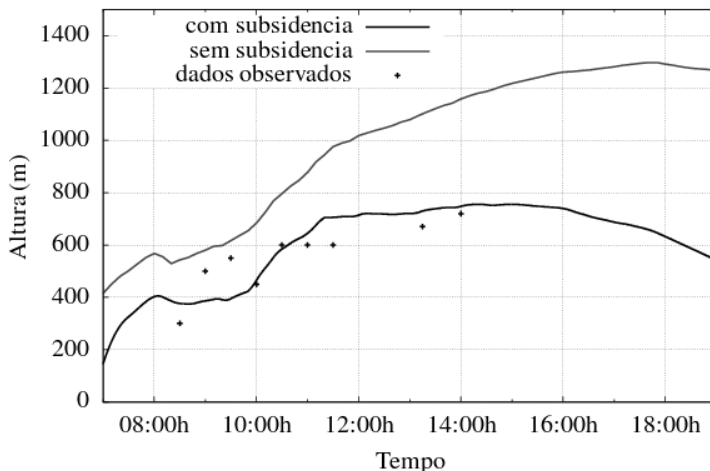


Figura 2. Resultado do modelo de crescimento em Tijuca do Sul/PR com subsidência (preto) e sem subsidência (cinza).

4. Conclusão

O presente trabalho demonstra a importância de levar em consideração a presença da subsidência, principalmente em dias em que a concentração de poluentes pode ser aumentada pela limitação no crescimento da CLC.

5. Referências

GRYNING, S. E.; BATCHVAROVA, E. Regional heat flux over the NOPEX area estimated from the evolution of the mixed-layer. *Agr Forest Meteorol*, p. 159–167, 1999.

TENNEKES, H. A model for the dynamics of the inversion above a convective boundary layer. *J. Atmos. Sci.*, p. 558–567, 1973.