

Coeficientes de difusão turbulentos em condições de vento norte: aplicação em um modelo analítico de dispersão

Ivan P. M. Alves¹, Gervásio Degrazia¹, Daniela Buske²,
Marco T. Vilhena³, Osvaldo L. L. Moraes⁴

¹UFSM; ²UFPEL; ³UFRGS; ⁴CPTEC-INPE
e-mail: degrazia@gmail.com

1. Introdução

Neste estudo apresenta-se um novo coeficiente de difusão turbulento vertical para condições de vento norte. Como objetivo adicional emprega-se este coeficiente de difusão em um modelo analítico de dispersão de poluentes. Na presente investigação utiliza-se o modelo GILTT (*Generalized Integral Laplace Transform Technique*) [1] para simular as concentrações de contaminantes observadas em um experimento.

2. Coeficiente de difusão

Seguindo o modelo de difusão de Taylor, o coeficiente de difusão turbulento é $K_\alpha = \sigma_i^2 T_{L_i}$. No caso neutro, as freqüências dos máximos espectrais das velocidades turbulentas do vento (u, v, w) são representadas por $(f_m)_i = (f_m)_{0i} (1 + 0,03a_i f_c z / \mu_{*0})$ [3]. Empregando-se os valores típicos para condições de vento norte ($(f_m)_{0w} = 0,33$, $a_w = 500$, $c_w = 0,36$, $\phi_\varepsilon = 1,1$) obtém-se um coeficiente de difusão turbulento vertical dado por:

$$\frac{K_z}{(u_*)_0 h} = 0,37 \frac{z}{h} \left(1 - \frac{z}{h}\right)^{0,85} \left/ \left[1 + 3,00 \frac{z}{h}\right]^{4/3} \right. \quad (1)$$

Este coeficiente de difusão (Eq. (1)) será inserido no modelo analítico que é descrito brevemente a seguir.

3. Modelo analítico

A equação de difusão-advecção estacionária bidimensional, em coor-

denadas cartesianas, que modela a dispersão de poluentes na atmosfera pode ser escrita como:

$$\bar{u} \frac{\partial \bar{c}}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial \bar{c}}{\partial z} \right) \quad (2)$$

sujeita às condições de contorno de fluxo nulo no solo e no topo da camada limite $\left(\frac{\partial \bar{c}}{\partial z} = 0 \text{ em } z = 0, h \right)$ e uma condição de fonte representada por uma delta de Dirac $\left(\bar{u} \bar{c}(0, z) = Q \delta(z - H_s) \right)$.

O problema (2) é resolvido analiticamente pela técnica GILTT [1]. A derivação da solução do problema estacionário é analítica exceto pelo erro de truncamento de um somatório.

4. Resultados e conclusões

Na Figura 1 apresenta-se o gráfico do coeficiente de difusão turbulento para o caso do vento norte dado pela equação (1). Na Figura 2 apresenta-se o gráfico de espalhamento entre os dados medidos experimentalmente e os preditos pelo modelo ao nível do solo. Podemos observar uma concordância satisfatória dos resultados obtidos.

A Tabela 1 apresenta o resultado dos índices estatísticos [4] obtidos pela GILTT. Os índices estatísticos demonstram que o presente modelo analítico, juntamente com o coeficiente de difusão proposto para o vento norte, reproduz adequadamente os valores das concentrações observadas no experimento de Prairie-Grass [2]

Tabela 1: Avaliação estatística do modelo em condições de vento norte.

Modelo	NMSE	COR	FA2	FB	FS
GILTT	0.15	0.93	0.86	0.11	0.18

Finalmente, os resultados apresentados confirmam uma certa universalidade, ou seja, mesmo que o vento norte ocorra na presença de um fluxo de calor negativo, as suas fortes magnitudes garantem que a dispersão provocada por ele pode ser representada por coeficientes de difusão associados a uma camada limite neutra.

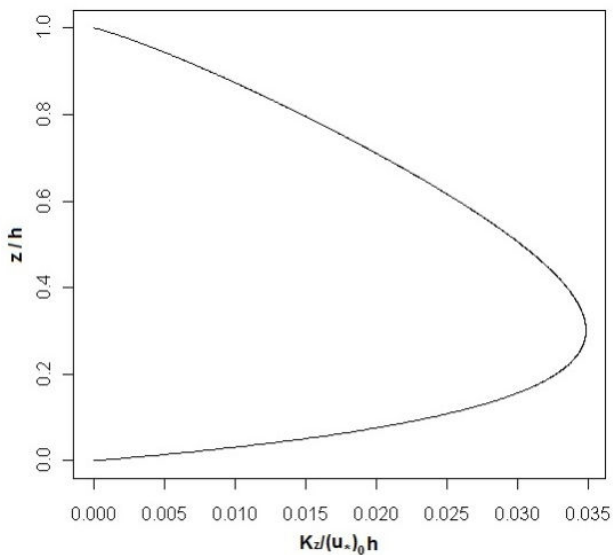


Figura 1. Coeficiente de difusão turbulento vertical (Eq.(1)).

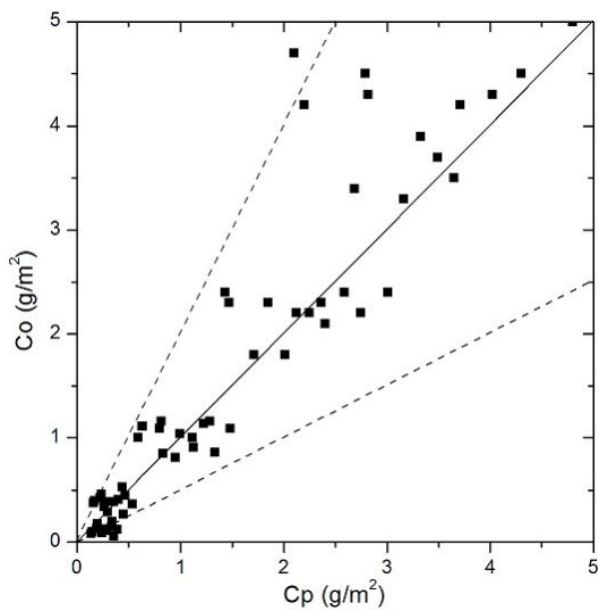


Figura 2. Espalhamento dos dados observados experimentalmente de concentração (C_o) em comparação com os resultados do modelo (C_p).

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e a Fapergs pelo auxílio financeiro.

Referências

- [1] Moreira, D. M., Vilhena, M. T., Buske, D., Tirabassi, T., 2009. The state-of-art of the GILTT method to simulate pollutant dispersion in the atmosphere. *Atmos. Research* 92, 1-17.
- [2] Barad, M., 1958. **Project Prairie Grass: A field program in diffusion.** Geophys. Res. Paper N° 59 (II) TR-58-235 (II), Air Force Cambridge Research Centre, USA.
- [3] Degrazia, G.A., Anfossi, D., Campos Velho, H.F., Ferrero, E., 2000. Turbulence parameterization for PBL dispersion models in all stability conditions. *Atmos. Environ.* 34, 3575-3583.
- [4] Hanna, S.R., 1989. Confidence limit for air quality models as estimated by bootstrap and jackknife resampling methods. *Atmos. Environ.* 23, 1385-1395.