

## Simulação da dispersão de poluentes usando um modelo Lagrangeano em condições de vento fraco

Morgana S. Franco<sup>1</sup>, Marco T. M. B. Vilhena<sup>1</sup>,  
Jonas C. Carvalho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica - UFRGS

<sup>2</sup>Departamento de Meteorologia – UFPEL

e-mail: [morgana.riffel@ufrgs.br](mailto:morgana.riffel@ufrgs.br)

### Resumo

Neste trabalho, utilizamos o modelo de partícula Lagrangeano semi-analítico ILS-LW (Iterative Langevin Solution for Low Wind) para investigar o processo de dispersão atmosférica em condições de vento fraco durante o experimento OLAD (Over Land Atmospheric Dispersion). A partir da análise estatística constatamos que o modelo reproduz satisfatoriamente o conjunto de dados observados no experimento.

### 1. Introdução

Simular a dispersão de poluentes na atmosfera em condições de vento fraco é uma tarefa difícil, pois não é possível definir com precisão a direção do vento e estimar o campo de concentração. Trata-se de uma situação em que a velocidade do vento é baixa ( $U \leq 1-2$  m/s) e prevalece a existência de oscilações de baixas frequências no vento horizontal, fenômeno conhecido como meandro do vento (Anfossi, et al. 2005).

Neste trabalho, utilizamos o modelo ILS-LW (Carvalho e Vilhena, 2005), para investigar o processo de dispersão atmosférica em condições de vento fraco durante o experimento OLAD. Para tal, foram calculados os parâmetros de escala da camada limite planetária (CLP), utilizando o método do balanço de energia na superfície. Dados medidos por estações de superfície durante o experimento OLAD foram considerados para a determinação dos parâmetros de escala da CLP.

## 2. Metodologia

As medidas de concentração de  $SF_6$  usadas na avaliação do modelo ILS-LW foram obtidas a 2 km da linha de emissão do poluente. Os amostradores encontravam-se entre 1,5 e 2 m de altura e as medidas de concentração foram realizadas num tempo médio de 15 minutos.

Baseado no trabalho de Chang et al. (2001), a dosagem ou concentração integrada no tempo, foi adotada neste estudo. A dosagem é uma estatística mais robusta que a concentração pontual, especialmente quando o poluente emitido pela fonte linha não foi liberado instantaneamente durante o experimento. O cálculo da dosagem medida por um amostrador é feito pela soma das 12 medidas de concentração disponíveis, onde cada uma dessas medidas representa um valor médio de 15 minutos.

Os dados meteorológicos foram obtidos a uma altura de 10 m e auxiliaram na determinação dos parâmetros de escala da CLP. O cálculo dos parâmetros de escala é baseado no método do balanço de energia. A partir do cálculo dos parâmetros de escala, foram determinadas as parametrizações da turbulência para o modelo ILS-LW (variâncias de velocidade turbulenta  $\sigma_i^2$  e escalas de tempo Lagrangeanas  $\tau_{L_i}$ ), derivadas por Degrazia et al. (2000).

Nas simulações, o domínio horizontal foi determinado de acordo com a distribuição espacial dos amostradores e o domínio vertical foi delimitado pela altura da CLP. O passo no tempo foi mantido constante e obtido conforme o valor de  $\tau_{L_i}$ . Para cada simulação, 100 partículas foram liberadas em cada passo de tempo.

## 3. Resultados e conclusões

Os resultados do modelo ILS-LW foram comparados com os dados de concentração provenientes do experimento OLAD. A avaliação estatística do modelo ILS-LW foi feita mediante os índices estatísticos de Hanna (1989). A Tabela 1 apresenta os índices estatísticos gerados pelo modelo ILS-LW, referente à dosagem do experimento 12 do OLAD. Os valores de FB e NMSE devem estar próximos de zero, R e FA2 devem estar próximos de um para uma boa performance do modelo. Em geral, observamos que os índices estatísticos apresentam valores razoáveis e a dosagem se mostrou eficaz na previsão das concentrações observadas. Nesta tabela também apresentamos uma comparação entre os índices estatísticos obtidos neste trabalho e índices obtidos com outros modelos de dispersão (Chang et al., 2001). Observamos que os índices estatísticos para o modelo ILS-LW são geralmente melhores do que aqueles obtidos por outros mo-

delos. Os resultados das simulações reproduzem muito bem os valores de concentração observados durante o experimento, indicando que o modelo pode ser usado para simular a dispersão de poluentes na atmosfera em condições de vento fraco.

**Tabela 1.** Comparação dos índices estatísticos de Hanna (1989) para o modelo ILS-LW com modelos utilizados por Chang et al. (2001). NMSE é o erro médio normalizado, FB é a fração de inclinação, R é o fator de correlação e FA2 é o fator de dois.

Modelo	NMSE	FB	R	FA2
ILS-LW	0,20	0,095	0,450	0,800
CALPUFF	6,36	0,950	0,228	0,286
HPAC	3,15	0,844	0,915	0,476
VLSTRACK	12,25	1,336	0,398	0,238

## Referências

Anfossi, D., Oetl, D., Degrazia, G. A., Goulart, A., 2005. An Analysis of sonic anemometer observations in low Wind speed conditions. *Boundary –Layer Meteorology* 1 (114), 179-203.

Carvalho, J.C., Vilhena, M.T.M.B., 2005. Pollutant dispersion simulation for low wind speed condition by the ILS method. *Atmospheric Environment* 39, 6282-6288.

Chang, J. C., Chayantrakom, K., and Hanna, S. R., 2001. Evaluation of CALPUFF, HPAC, and VLSTRACK with the Over-Land Alongwind Dispersion (OLAD) Field Data, Scholl of Computacional Sciences, George Mason University.

Degrazia, G.A., Anfossi, D., Carvalho, J.C., Mangia, C., Tirabassi, T., Campos Velho, H.F., 2000. Turbulence parametrization for PBL dispersion models in all stability conditions. *Atmospheric Environment* 34, 3575-3583.

Hanna, S. R., 1989. Confidence limit for air quality models as estimated by bootstrap and jackknife resampling methods. *Atmospheric Environment* 23, 1385-1395.

