

PREDIÇÕES DE σ_y BASEADAS EM QUANTIDADES LAGRANGEANAS DA TURBULÊNCIA

Gervásio Annes Degrazia

Departamento de Física. Centro de Ciências Naturais e Exatas. UFSM. Santa Maria, RS.

RESUMO

Um parâmetro crítico no modelo de difusão pluma Gaussiana é o coeficiente de dispersão lateral σ_y .

Neste estudo, obtêm-se valores para a escala integral Lagrangeana de tempo L e mostra-se estas quantidades, juntamente com σ_v , determinam bons valores teóricos para σ_y . A análise desenvolvida sugere que a forma da função autocorrelação Lagrangeana, na baixa atmosfera, é independente da estabilidade e que L pode envolver dentro de si a estrutura da turbulência Lagrangeana do local.

SUMMARY

DEGRAZIA, G.A., 1984. Predictions Based on Lagrangian Quantities of Turbulence. *Ciência e Natura*, 6:17-21, 1984.

The lateral diffusion coefficient σ_y is a critical parameter in the Gaussian plume diffusion model.

In the present work, values for the Lagrangian integral time scale, L, are obtained and it is shown that these quantities together with σ_v determine good theoretical values for σ_y . This analysis suggests that the shape of the Lagrangian autocorrelation function is independent of the stability in the low atmosphere and the L values could carry in itself the structure of the local Lagrangian turbulence.

INTRODUÇÃO

A concentração de poluentes emitida, continuamente, por uma fonte de altura Z_0 e intensidade Q é normalmente dada pela expressão:

$$\chi(X, Y, Z) = \frac{Q}{2\pi\bar{U}\sigma_y\sigma_z} \exp\left[-\left(\frac{y^2}{2\sigma_y^2} + \frac{(z-z_0)^2}{2\sigma_z^2}\right)\right] \quad (1)$$

No modelo de difusão pluma Gaussiana, σ_y é o desvio padrão da distribuição de concentração lateral (medida da dimensão da pluma) e σ_z é o desvio padrão da distribuição de concentração vertical (medida da dimensão vertical pluma); \bar{U} é a velocidade do vento e X, Y, Z são as coordenadas paralela, lateral e vertical à direção do vento médio.

Supondo um meio turbulento homogêneo e estacionário, Taylor (1921) mostrou que a dispersão é dada pela expressão:

$$\sigma_y^2 = 2\sigma_v^2 \int_0^T (T-\xi) R_L(\xi) d\xi \quad (2)$$

onde σ_v^2 é a variância da velocidade turbulenta lateral sentida pela partícula, T é o tempo de difusão e $R_L(\xi)$ é a função autocorrelação Lagrangeana. Adimensionando a integral na equação (2), através da escala integral Lagrangeana de tempo L , obtemos

$$\begin{aligned} \sigma_y^2 &= 2\sigma_v^2 L^2 \int_0^{T/L} R_L(\xi/L) \left(\frac{T}{L} - \frac{\xi}{L}\right) \frac{d\xi}{L} \equiv \\ &\equiv \sigma_v^2 L^2 G(T/L) \quad (3) \end{aligned}$$

A função $G(T/L)$, que aparece em (3), depende da forma da autocorrelação.

Neste artigo, mostra-se que o fator de escala $\sigma_v L$, sugerido pelo modelo de Taylor, agrupa os pontos experimentais tornando possível encontrar uma função universal para σ_y . Mostra-se também que a forma da função autocorrelação é pouco dependente da estabilidade atmosférica.

OS DADOS DE DIFUSÃO

As observações de difusão empregadas no trabalho estão contidas nos programas de difusão Green Glow e série Hanford 30, realizadas no sítio de Hanford.

A Tabela I sumariza as informações meteorológicas e de dispersão medidas nestes projetos.

TABELA I. SUMÁRIO DOS EXPERIMENTOS DE DISPERSÃO

SÍTIO	ALTURA DE ABANDONO	DADOS METEOROLÓGICOS	DADOS DE DISPERSÃO, TRAÇADOR
Green Glow (Fuquay, Simpson e Hinds, 1964)	2,5	\bar{U} , σ_{θ} em 2,1 m Ri (15,2 - 2,1m)	σ_y (200, 800, 1600, 3200, 12800, 25.600 m), sulfeto de zinco.
Hanford 30 (Fuquay, Simpson e Hinds, 1964)	2,5	\bar{U} , σ_{θ} em 2,1 m Ri (15,2 - 2,1m)	σ_y (200, 800, 1600, 3200, 12800 m), sulfeto de zinco.

A estabilidade atmosférica, no momento abandono, foi caracterizada pelo número de Richardson Ri, calculado de medidas do vento e temperatura realizadas no ponto de abandono do traçador.

DETERMINAÇÃO DE σ_v e L

A equação (2), para pequenos e grandes tempos de difusão,

fornece as relações assintóticas.

$$\sigma_y^2 = \sqrt{T^2} T^2 \quad T \ll L \quad (4)$$

$$\sigma_y^2 = 2\sqrt{T^2} LT \quad T \gg L \quad (5)$$

Os programas de difusão Green Glow e Hanford 30, fornecem o valor da dimensão lateral da nuvem de partículas em diversas distâncias do ponto de abandono. A transformação de $\sigma_y \times X$ para $\sigma_y \times T$ é obtida da relação $X = \bar{U} T$. Para estimar os valores de σ_v e L foram empregadas as relações (4) e (5) e as curvas $\sigma_y \times T$.

Os valores de σ_v e L para 10 abandonos são apresentados na Tabela II.

TABELA II. VALORES ESTIMADOS PARA σ_v e L .

TESTES	σ_v (m/s)	L (S)	Ri*
6	0,646	99	0,049
7	0,166	484	0,119
9	0,362	1679	0,112
10	0,504	54	0,037
17	0,323	363	0,032
19	0,7	141	0,011
22	0,391	93	0,031
65	0,820	239	0,054
66	0,825	578	0,074
69	0,922	176	0,053

* Grandes valores positivos de Ri significam fortes inversões; grandes valores negativos de Ri significam instabilidade térmica.

PREDIÇÕES DE σ_y BASEADAS EM σ_v e L LAGRANGEANOS

Na Figura 1, obedecendo ao fator de escala sugerido pelo modelo de Taylor, os valores experimentais de $\sigma_y/\sigma_v L$ são exibidos em forma gráfica como função de escala adimensional T/L . Na Figura 2, os mesmos valores de σ_y são apresentados como função do tempo de viagem.

Nota-se que os valores experimentais, quando convenientemente adimensionados, agrupam-se em torno de uma curva com pequeno espalhamento. Isto indica que a comparação de valores experimentais de σ_y de diversos experimentos, com o fim de obter uma curva universal $G(T/L)$ só é válida, se σ_y e T forem adimensionados pelas quantidades Lagrangeanas $\sigma_v L$ e L respectivamente. O agrupamento dos pontos experimentais sugere que a função autocorrelação Lagrangeana $R_L(\xi)$ é, para um dado local, pouco dependente da estabilidade atmosférica.

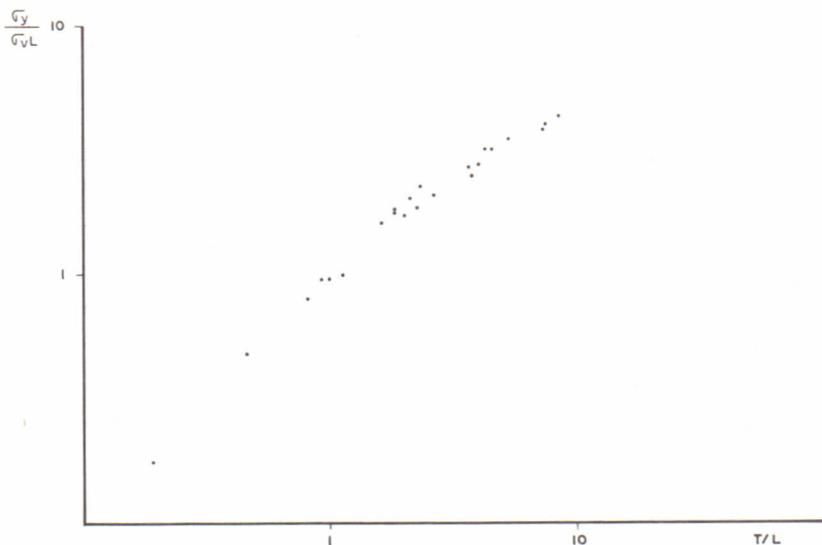


Figura 1. Valores experimentais de σ_y/σ_{vL} versus a escala adimensional T/L .

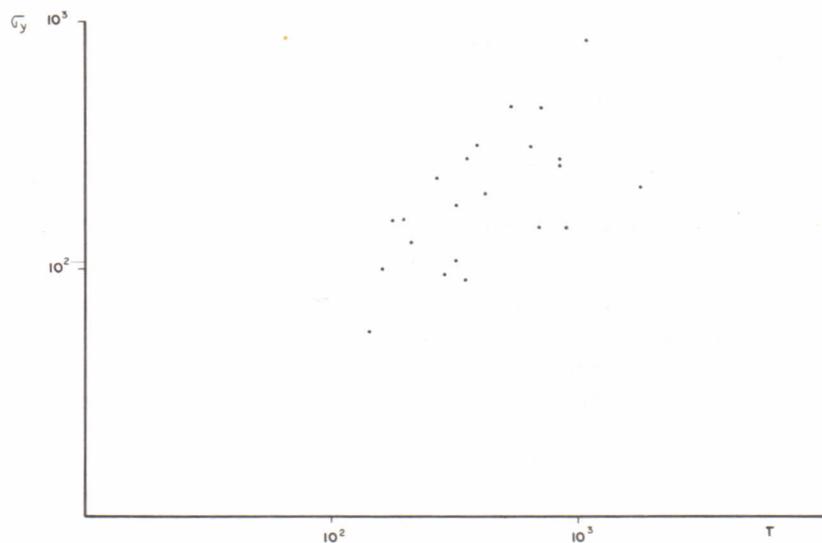


Figura 2. Valores experimentais de σ_y versus o tempo de viagem T .

CONCLUSÕES

Esta análise limitada, envolvendo experiências de difusão na baixa atmosfera, sugere as seguintes conclusões:

- o fator de escala Lagrangeano, sugerido por Taylor, adimensiona corretamente o parâmetro de dispersão lateral σ_y . A escala de tempo L, que pode envolver dentro de si a estrutura da turbulência Lagrangeana do local, se apresenta como uma quantidade indispensável na determinação de uma fórmula universal para σ_y ;

- a forma da função autocorrelação Lagrangeana é pouco dependente da estabilidade atmosférica;

- a investigação da universalidade da função $R_L(\xi)$ e de uma fórmula universal para σ_y é possível quando se determina para cada local, de maneira direta ou indireta, as quantidades Lagrangeanas σ_v e L.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pelo apoio recebido, cujo suporte financeiro permitiu a realização do presente trabalho.

BIBLIOGRAFIA

1. DRAXLER, R.R. Determination of atmospheric diffusion parameters. *Atmospheric Environment*, 10:99-105, 1976.
2. FUQUAY, J; SIMPSON, C.L. & HINDS, W.T. Prediction of environmental exposures from sources near ground based on Hanford experimental data. *J. Appl. Meteor.*, 3:761-70, 1964.
3. GIFFORD, F.A. Turbulent diffusion-typing schemes: a review. *Nuclear Safety*, 17:25-42, 1976.
4. HAUGEN, D.A. Some lagrangian properties of turbulence deduced from atmospheric diffusion experiments. *J. Applied Met.*, 5: 646-52, 1966.
5. NEUMANN, J. Some observations on the simple exponential function as lagrangian velocity correlation function in turbulent diffusion. *Atmospheric Environment*, 12:1965-8, 1978.
6. TAYLOR, G.I. Diffusion by continuous movements. *Proc. Lond. Math. Soc.*, 20:196-202, 1921.

Recebido em dezembro, 1984; aceito em dezembro, 1984.

