

## Verificação do efeito de meandro do vento através da função de autocorrelação utilizando dados do experimento de Hanford

**Viliam Cardoso da Silveira\***      **Gervásio Annes Degrazia**

Universidade Federal de Santa Maria - Programa de Pós-Graduação em Meteorologia,  
97105-900, Santa Maria, RS

E-mail: viliamcardoso@gmail.com, gervasiodegrazia@gmail.com,

**Daniela Buske**

Universidade Federal de Pelotas - Departamento de Matemática e Estatística,  
96010-900, Campus Capão do Leão, Capão do Leão, RS

E-mail: danielabuske@gmail.com.

### RESUMO

Geralmente em condições estáveis na Camada Limite Planetária (CLP), durante situações nas quais a velocidade do vento apresenta baixa magnitude ( $u < 1$  m/s ou  $u < 2$  m/s), são observadas oscilações de baixa frequência do vento horizontal. Esta oscilação direcional do vento horizontal é conhecida como o fenômeno de meandro do vento. Assim, o objetivo desse trabalho é verificar a existência do fenômeno de meandro do vento utilizando dados do experimento Hanford através da utilização da função de autocorrelação. O fenômeno de meandro do vento ocorre quando verifica-se a existência de lóbulos negativos dessa função e isso tem efeitos significantes na modelagem da dispersão de poluentes [3].

O experimento foi realizado entre 7 de julho de 1967 até 26 de setembro de 1969. O sítio experimental foi localizado em uma região semi-árida no sudeste de Washington, EUA. O comprimento de rugosidade foi da ordem de 3cm. Foram coletados 4 gases traços em um total de 54 experimentos. Para atingir o objetivo desse trabalho, foram usados dados de vento fraco ( $\leq 2$  m/s) observados em uma torre micrometeorológica na altura de 0.8m.

A função de autocorrelação mede o grau de correlação de uma variável, em um dado instante, consigo mesma, em um instante de tempo posterior e é calculada com base na seguinte expressão:

$$r(k) = \frac{\sum_{t=1}^{N-k} (x_t - \bar{x})(x_{t+k} - \bar{x})}{\sum_{t=1}^N (x_t - \bar{x})^2} \quad (1)$$

onde  $k$  é o número total de experimentos e  $x$  se refere a um dado experimento.

A partir da função de autocorrelação calculada com base nos dados observados, foram aplicadas metodologias de ajuste, uma proposta por Frenkiel e outra proposta por Degrazia. O método de ajuste utilizado em qualquer uma das metodologias é o algoritmo de Gauss-Newton [2]. Esse método consiste em ajustar um modelo não linear, resolvendo assim, um problema de mínimos quadrados linear.

A fórmula de ajuste proposta por Frenkiel [4] é dada por:

$$R(\tau) = e^{-p\tau} \cos(q\tau) \quad (2)$$

Já a fórmula de ajuste proposta por Degrazia [1] é dada por:

$$R(\tau) = \frac{\cos(q\tau)}{(1 + p\tau)^2} \quad (3)$$

---

\*bolsista de doutorado CAPES

onde  $p$  e  $q$  são parâmetros de ajuste e são dados respectivamente por:

$$p = \frac{1}{(m^2 + 1)T}, \quad q = \frac{m}{(m^2 + 1)T} \quad (4)$$

onde  $T$  é a escala de tempo integral e  $m$  é uma quantidade adimensional que controla a frequência de oscilação do meandro. O critério de parada utilizado no algoritmo de Gauss-Newton é o da variação relativa, sendo dado por:

$$\frac{|x_i^{(k+1)} - x_i^{(k)}|}{|x_i^{(k)}|} \leq 0,0001 \quad (5)$$

A Figura abaixo mostra os resultados da função de autocorrelação calculada experimentalmente e ajustada pelas expressões (2) e (3). A velocidade média do vento foi de 1,014 m/s. Os parâmetros  $p$  e  $q$  do ajuste proposto por Frenkiel são dados, respectivamente, por 0.22018 e -0.2873631. Já pelo ajuste proposto por Degrazia são dados, respectivamente, por 0.2088297 e -0.2655145. Os parâmetros são praticamente iguais, independente do ajuste utilizado.

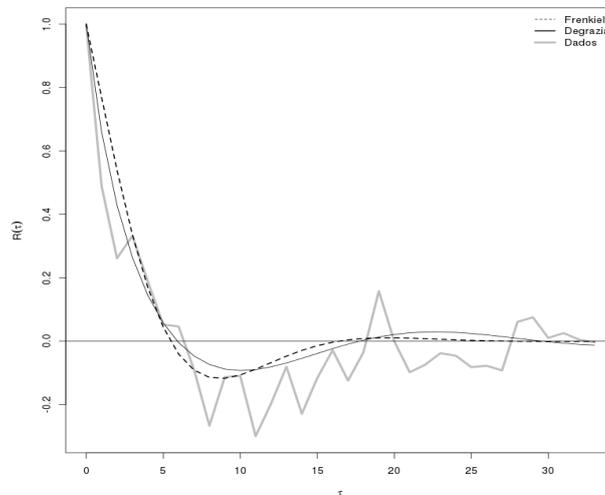


Figura 1: Função de autocorrelação da velocidade do vento

Os resultados obtidos mostram que ocorre meandro do vento no experimento de Hanford, pois em qualquer uma das curvas da Figura acima é observado o lóbulo negativo na função de autocorrelação. Assim, os dados desse experimento podem ser utilizados em modelos difusivos de vento fraco que levam em conta a oscilação do vento na horizontal (meandro).

**Palavras-chave:** *Função de autocorrelação, vento fraco, meandro do vento*

## Referências

- [1] C. R. P. Szinvelski, G. A. Degrazia, L. Buligon, L. Moor, Dedução da equação da variância espacial lateral para uma nova formulação da função de autocorrelação lagrangiana, *Ciência e Natura*, Edição Esp. Dez. (2013), 187-190.
- [2] D. M. Bates, D. G. Watts, *Nonlinear Regression Analysis and Its Applications*, John Wiley & Sons, New York, 1988.
- [3] D. Oettl, A. Goulart, G. Degrazia, D. Anfossi, A new hypothesis on meandering atmospheric flows in low wind speed conditions, *Atmospheric Environment*, 39(2005) 1739-1748.
- [4] F. N. Frenkiel, Turbulent diffusion: mean concentration distribution in a flow field of homogeneous turbulence, *Advances in Applied Mechanics*, 3(1953) 61-107.