

## Modelagem dos espectros turbulentos observados durante o fenômeno do vento norte

Maria Cristina Andres Arbage<sup>1</sup>, Gervásio A. Degrazia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física/UFSM, Santa Maria, RS, Brasil  
*e-mail: cristina\_arbage@lumet.org*

### 1. Introdução

O estudo da Turbulência na Camada Limite Planetária (CLP) é uma atividade importante, com aplicações em áreas teóricas e em problemas ambientais. Descrever as magnitudes das variáveis básicas que permitem parametrizar o transporte turbulento possibilita entender e quantificar os diferentes processos de mistura ocorrendo entre a superfície da Terra e as regiões mais baixas da atmosfera. O objetivo deste estudo é testar um modelo matemático para os espectros turbulentos unidimensionais ocorrendo na camada limite superficial gerada pelo Vento Norte, que é um fenômeno meteorológico de grande escala caracterizado por forte advecção quente na região Central do Rio Grande do Sul. Na presente análise, emprega-se os espectros turbulentos unidimensionais observados durante os casos de Vento Norte e se compara estas grandezas estocásticas com expressões matemáticas que reproduzem os espectros turbulentos gerados em uma CLP dominada pelo cisalhamento do vento. A partir dos espectros são derivadas as frequências associadas aos máximos espectrais e as variâncias das componentes turbulentas da velocidade.

### 2. Metodologia e resultados

Os dados coletados foram medidos continuamente em um sítio experimental, localizado em Paraíso do Sul (S 29°44'39,6", W 53°08'59,8"), RS. A torre micrometeorológica estava situada em um terreno plano. A turbulência foi medida a 10m de altura por um anemômetro sônico 3-D Campbell.

Os dados usados neste estudo são originados de 7 casos de Vento Norte que ocorreram nos meses de maio a agosto de 2004. Os valores médios diários, desvio padrão da velocidade turbulenta ( $\sigma_i (i = u, v, w)$ ) e parâmetros da camada de superfície ( $u_*, \overline{w\theta}, L$ ) foram calculados.

Neste estudo serão consideradas situações onde a magnitude da velocidade do vento horizontal apresenta valores superiores a  $6 \text{ ms}^{-1}$ . Estas velocidades geram uma Camada Limite Superficial dominada por turbulência mecânica.

Neste estudo foi utilizado o modelo espectral proposto por Degrazia et al. (2000) que descreve a seguinte expressão para o espectro de velocidade Euleriano unidimensional em um campo turbulento gerado pelo cisalhamento do vento

$$\frac{nS_i(n)}{u_*^2} = \frac{1,5c_i\phi_\varepsilon^{2/3}f}{\left(1 + \frac{1,5f^{5/3}}{(f_m)_i^{5/3}}\right)(f_m)_i^{5/3}} \quad (1)$$

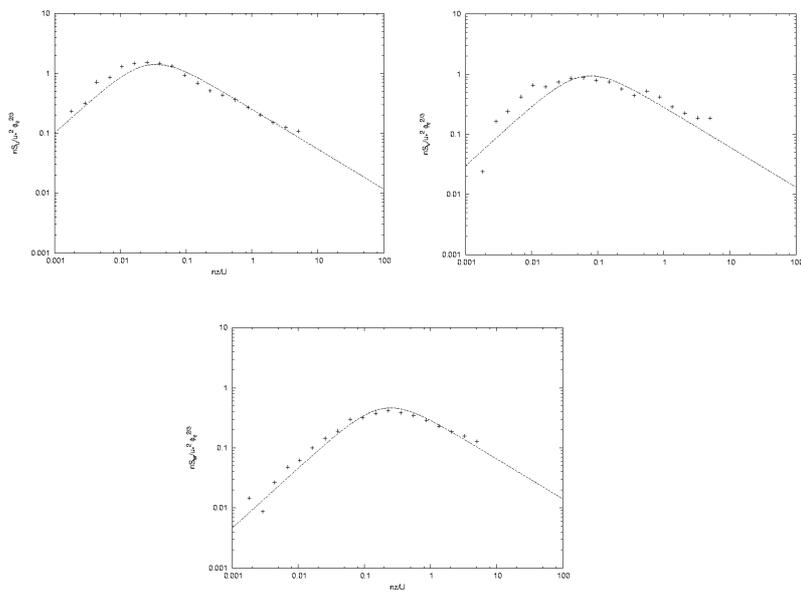
onde  $i = u, v, w$ ,  $(f_m)_i$  é a frequência do pico espectral neutro e  $c_i = \alpha_i\alpha_u(2\pi\kappa)^{-2/3}$  e  $\alpha_u = 0,5 \pm 0,05$  e  $\alpha_i = 1,4/3, 4/3$  para as componentes  $u, v, w$ , respectivamente.

Nas Figuras 1(a-c) os espectros turbulentos observados para as componentes durante o fenômeno do Vento Norte são comparados com o modelo teórico representado pela (equação 1). Nestas figuras, as cruces representam os espectros observados e as linhas contínuas são geradas pelo modelo representado na (equação 1). Pode ser visto que todos os espectros na região do subintervalo inercial (altas frequências) obedecem a lei de decaimento na potência  $-2/3$  como sugerida pela teoria de Kolmogorov. Além disso, o modelo dado pela expressão (1) coincide com os espectros observados, principalmente nas frequências contendo a maior energia.

As frequências associadas ao máximo dos espectros foram determinadas diretamente dos espectros observados e normalizados pela taxa de dissipação de energia cinética turbulenta e pela velocidade de fricção. Os valores dos máximos espectrais observados foram:  $(f_m)_u = 0,040$ ,  $(f_m)_v = 0,10$  e  $(f_m)_w = 0,33$ . Olesen et al. (1984) encontrou os seguintes valores para as frequências associadas ao máximo dos espectros, em condição neutra:  $(f_m)_u = 0,045$ ,  $(f_m)_v = 0,16$  e . Pode-se observar uma boa concordância entre os valores dos picos espectrais encontrados neste estudo e os apresentados por Olesen et al. (1984).

A partir dos espectros experimentais foram calculados os seguintes valores para o desvio padrão por componente de velocidade;  $\sigma_u = 2,67u_*$ ,  $\sigma_v = 1,95u_*$  e  $\sigma_w = 1,39u_*$ . Seguindo Panofsky e Dutton

(1984) os resultados observados na literatura para estas quantidades são respectivamente  $\sigma_u = 2,40u_*$ ,  $\sigma_v = 1,90u_*$  e  $\sigma_w = 1,30u_*$ . Comparando-se estes valores obtidos na literatura com aqueles medidos em casos de Vento Norte fica claro que existe uma concordância muito acentuada.



Figuras 1(a-c). Espectros turbulentos normalizados para as componentes  $u, v, w$ , respectivamente.

### 3. Conclusões

Neste estudo foram obtidos e modelados os espectros das velocidades turbulentas para o fenômeno do Vento Norte. Além do mais foram obtidas as variâncias da velocidade turbulenta para este importante escoamento geofísico turbulento ocorrendo na região central do RS.

### 4. Agradecimentos

Os autores agradecem as agências de suporte financeiro brasileiras (CNPq e Capes).

## 5. Referências

DEGRAZIA, G.A.; ANFOSSI, D.; CARVALHO, J.C.; MANGIA, C.; TIRABASSI, T.; CAMPOS VELHO, H.F. DE. **Turbulence parameterization for PBL dispersion models in all stability conditions.** *Atmospheric Environment*, **34**, 3575-3583, 2000.

PANOFSKY, H. A.; DUTTON, J. A. **Atmospheric Turbulence.** Wiley-Interscience, New York, 397pp, 1984.