

Modelagem dos espectros turbulentos observados durante o fenômeno do vento norte

Maria Cristina Andres Arbage¹, Gervásio A. Degrazia¹

¹Departamento 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 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

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

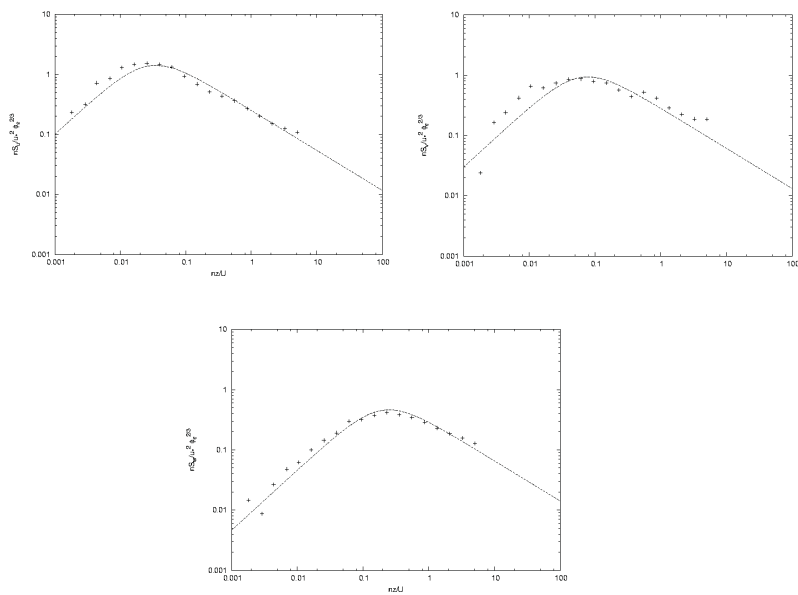
onde $i = u, v, w$, $(f_m)_i$ é a frequência do pico espectral neutro e $c_i = \alpha_i \alpha_u (2\pi\kappa)^{-2/3}$ e $\alpha_u = 0,5 \pm 0,05$ e $\alpha_i = 1,4/3, 4/3$ para as componentes u, v, w , respectivamente.

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.