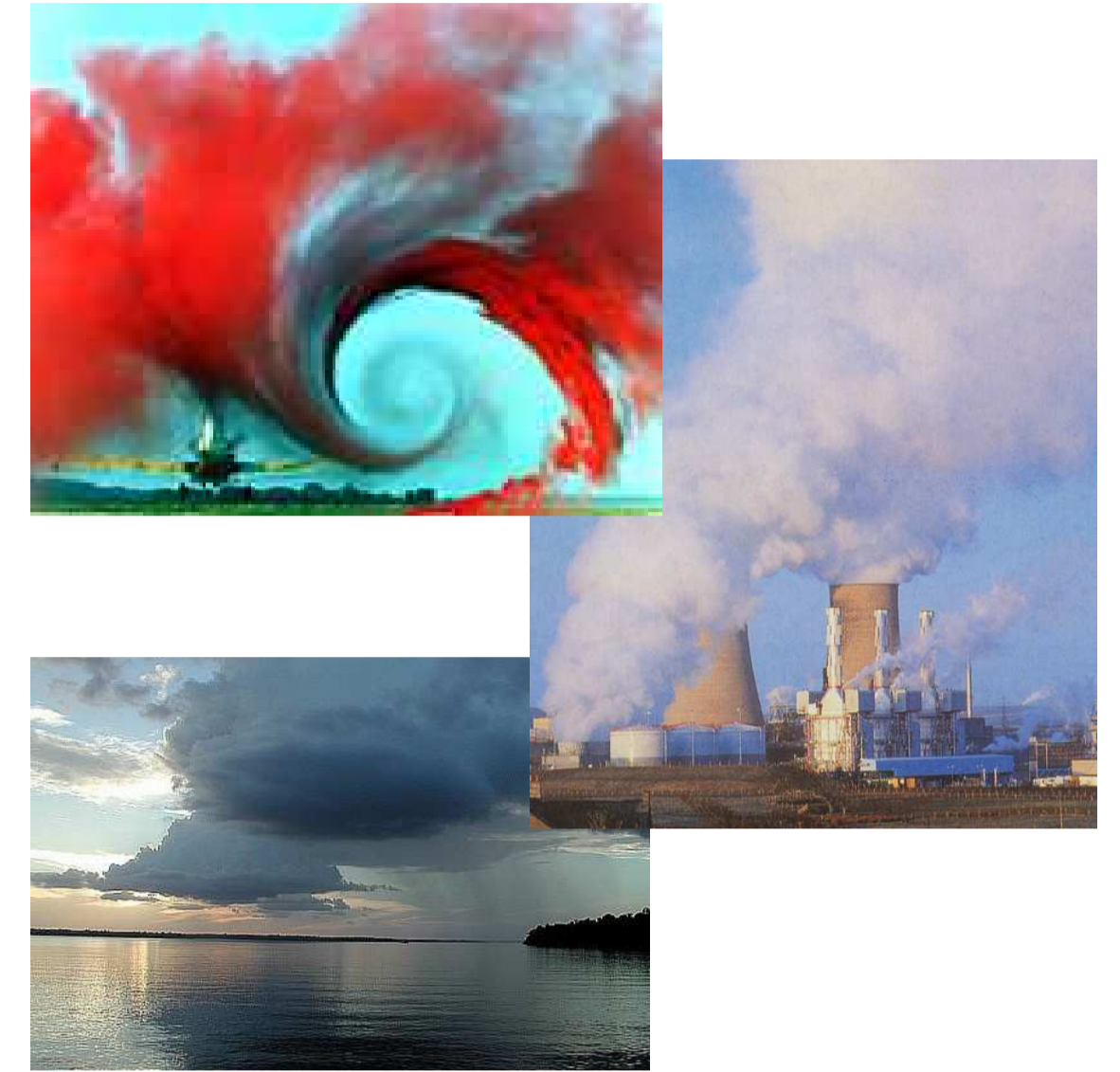


## “SOLUÇÃO NUMÉRICA APLICADA HÁ UM MODELO PARA O ESPECTRO DE ENERGIA CINÉTICA NA CAMADA LIMITE CONVECTIVA”

Emanuel Antunes Vieira <sup>1</sup>; Antonio Goulart <sup>2</sup>

### Introdução:

Na literatura, há um grande número de trabalhos sobre a parametrização do transporte turbulento na Camada Limite Convectiva (CLC). Geralmente, estes estudos descrevem a turbulência em um estágio quase estacionário da CLC, quando o fluxo de calor vertical é intenso mantendo a turbulência na CLC. Neste estudo, consideramos a evolução da turbulência na CLC usando um modelo conceitual, que não trata a turbulência em um estágio quase estacionário; havendo assim, uma evolução no fluxo de calor modificando a estrutura da CLC. O método computacional em questão trata de uma parte sensível no modelo que é a condição inicial. Neste caso, a condição inicial é o espectro de turbulência tri-dimensional que descreve a estrutura da turbulência na CLC, obtido a partir das componentes unidimensionais conhecidas.



### Material e Método:

Para obter a equação espectral de energia durante o processo de crescimento da Camada Limite Convectiva, será considerada a equação de balanço de energia obtida a partir da equação de Navier-Stokes.

$$\frac{\partial}{\partial t} E(k, t, z) = M(k, t, z) + W(k, t, z) + \frac{g}{T_0} H(k, t, z) - 2\nu k^2 E(k, t, z)$$

Nesta equação, há termos representativos como a transferência de energia por efeito inercial, por efeito térmico, por efeito mecânico e por dissipação molecular; onde, para cada um dos efeitos, foi abordado um tipo de parametrização. No caso da transferência por efeito inercial, a parametrização sugerida por Heisenberg é obtida a partir de Análise Dimensional. O termo de efeito térmico foi parametrizado empregando-se a Teoria de Similaridade da Camada Limite Convectiva e da Análise Dimensional sugerida por (Goulart et al., 2003). O termo de efeito mecânico pode ser parametrizado a partir da Teoria de Similaridade de Monin-Obukhov ( Monin e Obukhov., 1954).

As parametrizações sugeridas, quando aplicadas na equação de Navier-Stokes, resultam na seguinte equação íntegro-diferencial não linear.

$$\frac{\partial E(k, t, z)}{\partial t} = c_m \frac{\phi_m \phi_z^{-1\beta} (1-z/z_i)^{2\beta} u_*^2}{(kz)^{2\beta}} k^{-2\beta} E_0(k, z) - 2C_H k^2 \int_k^\infty \sqrt{\frac{E(k', t, z)}{k'^3}} dk'$$

$$+ \frac{c_1 w_*^3}{(w\theta)_{0,z_i}} \frac{\partial \theta}{\partial z} \varepsilon^{-1\beta} k^{-2\beta} E_0(k, z) \cos\left(\frac{\pi t}{2 \tau_f}\right) - 2\nu k^2 E(k, t, z) = 0$$

Para resolver a equação acima, empregou-se o método de decomposição de G. Adomian (1984, 1988, 1994)

Objetivo deste estudo é obter o coeficiente de difusão a partir da função densidade espectral (Goulart et al., 2007) e empregá-lo em modelos de dispersão para estimar o campo de concentração durante o período de crescimento da CLC.

A equação de descreve a condição inicial e dada a seguir:

$$E_o(k, z) = k^3 \partial_k \frac{1}{k} \partial_k S_u(k) + 12 A_i m_i B_i^{17} k^4 \sum_{n=0}^3 C_n \int_{T1_i}^\infty \frac{X_i^{3n-12}}{(X_i^3 - 1)^5} dX_i$$

$$- \frac{84}{9} A_i m_i B_i^{17} \sum_{n=0}^3 C_n \int_1^{T2_i} \frac{X_i^{3n-12}}{(X_i^3 - 1)^{n-5}} dX_i$$

onde  $i = u, v, w$

$$T1_i = \left(1 + \frac{1}{\sqrt{B_i S}}\right)^{\frac{1}{3}} \quad T2_i = \left(1 + \sqrt{B_i S}\right)^{\frac{1}{3}} \quad A_i = a_i b_i^{-\frac{5}{3}} \quad B_i = b_i^{-2}$$

$$m_u = 2 \quad m_v = m_w = 1$$

$$C_0 = -\frac{55}{27} \quad C_1 = \frac{70}{9} \quad C_2 = \frac{725}{72} \quad C_3 = \frac{935}{216}$$

### Resultados e Discussões :

O método numérico empregado para resolver o modelo para o espectro de turbulência tri-dimensional inicial foi desenvolvido em fortran 95, pois trata-se de uma linguagem de programação de alto nível, alto rendimento, além do que, oferece uma sintaxe afinada para uso em trabalhos numéricos e científicos. Neste estudo, foram utilizados os métodos dos finitos, dos elementos de contorno, integral e variacional. O espectro obtido foi comparado com resultados existentes na literatura.

### Conclusão:

As integrais que surgem na expressão do espectro inicial não admitem uma solução analítica.

Foi usado um método numérico expresso na linguagem fortran 95 pois trata-se de uma linguagem de programação de alto nível, alto rendimento, além do que, oferece uma sintaxe afinada para uso em trabalhos numéricos e científicos.

### Referencia Bibliográfica:

- [1] Sergio V. Moller, Jorge H. Silvestrini.: Turbulência; vol.4, 73-105pp
- [2] Anfossi D., Oettil, D., Degrazia, G., Goulart, A. Na analis of soinic emometer observations in low speed conditions, Bounday Layer Meteorology, in print
- [3] Degrazia, G.A., Moreira, D.M., Vilhena, M.T. Derivations of na Eddy Difusivity Dependig on Soure Distancia for Vertical Inhomogeneous Turbulence in a Convective Bounday Layer J. Applied Meteorol., v.40, p.1233-1240. 2001

<sup>1</sup> antunes\_vieira@hotmail.com

<sup>2</sup> agoulart@unipampa.edu.br , Endereço: Rua Carlos Barbosa s/nº; Bairro :Getulio Vargas; Bagé ; RS , CEP: 96412-420 Caixa postal 07