

SIMULAÇÃO NUMÉRICA DO ESCOAMENTO TURBULENTO DO AR SOBRE UM CUBO FIXO EM UMA PLACA PLANA

SCOTTON, Jaque Willian
SAVICKI, Darci Luiz
GOULART, Antônio Gledson Oliveira
jaquewillian@gmail.com

Evento: XVII Encontro de Pós-Graduação
Área do conhecimento: Mecânica dos Fluidos

Palavras-chave: Simulação Numérica; escoamento turbulento; Modelo k- ϵ

1 INTRODUÇÃO

A formulação matemática dos problemas que envolvem dinâmica dos fluidos geralmente não possui solução analítica, dada a complexidade dos fenômenos envolvidos, fazendo-se necessário, portanto, o emprego de técnicas numéricas de resolução, tais como os métodos de Diferenças Finitas, Elementos Finitos e Volumes Finitos.

Neste contexto, o presente trabalho apresenta os resultados obtidos na simulação numérica do escoamento de ar sobre um cubo fixo em uma placa plana, em regime permanente, empregando o método dos volumes finitos, implementado em FORTRAN, com o intuito de verificar o campo de velocidades e a formação de recirculações para um caso com alto número de Reynolds.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A modelagem matemática deste problema está fundamentada nas equações diferenciais parciais que regem fenômenos de transporte, tais como equações de conservação de massa e quantidade de movimento, que podem ser encontradas na literatura em Patankar (1980), Versteeg & Malalasekera (1995), Maliska (2004), além do modelo k- ϵ de turbulência, que baseia-se no conceito de viscosidade turbulenta, a qual é calculada como uma função de k e ϵ , onde k é energia cinética turbulenta e ϵ é a dissipação viscosa dessa energia [Launder e Spalding, 1974].

Este tipo de escoamento é similar à o que ocorre na atmosfera e tem sido objeto de investigação de muitos pesquisadores, seja no campo puramente teórico, numérico ou experimental.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O problema foi resolvido pelo método dos volumes finitos, implementado em FORTRAN, utilizando coordenadas cartesianas, em duas dimensões, regime permanente, com número de Reynolds $Re = 10^5$, malha computacional estruturada com 200 pontos em x e 80 pontos em y, com $u = v = 0$ na placa inferior e nas paredes do cubo, precisão de $5 \cdot 10^{-5}$ e condições de contorno na entrada:

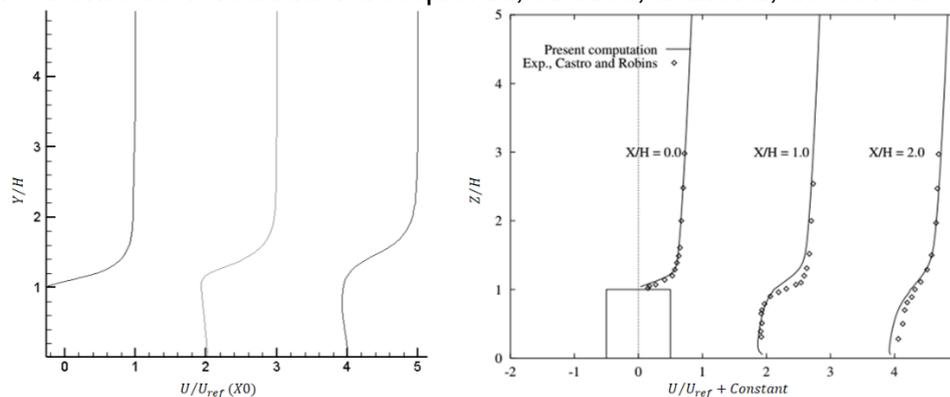
$$U(y) = \frac{U_*}{\kappa} \ln\left(\frac{y}{y_0}\right), \text{ com } U_* = \frac{Re\mu\kappa}{\rho H \ln\left(\frac{H}{y_0}\right)}; k = \frac{U_*^2}{\sqrt{C_\mu}} \text{ e } \epsilon = \frac{C_\mu^{3/4} k^{3/2}}{\kappa y} \quad (1)$$

Onde H é a altura do cubo. As constantes utilizadas no modelo k- ϵ foram $\kappa = 0.4$; $C_\mu = 0.03$; $C_{\epsilon 1} = 1.19$; $C_{\epsilon 2} = 1.90$; $\sigma_k = 1.0$; $\sigma_\epsilon = 1.3$.

4 RESULTADOS e DISCUSSÃO

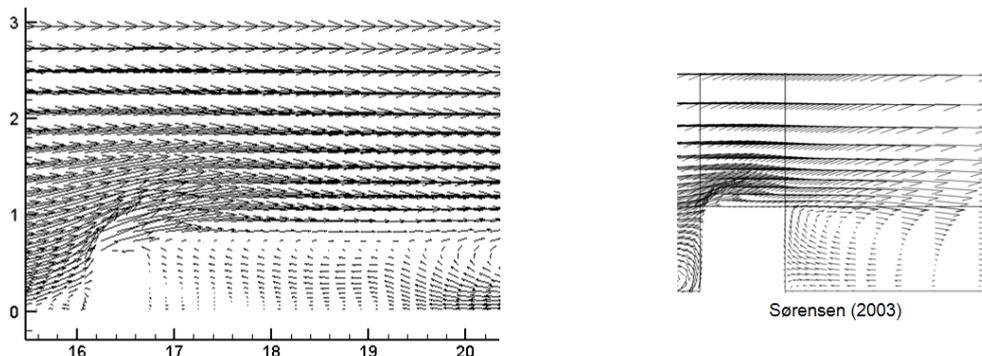
A figura 1 apresenta, à esquerda, o perfil de velocidade obtido na simulação para diferentes valores de x/H e, à direita, os resultados encontrados por Sørensen (2003), em uma simulação do mesmo problema, porém em 3D.

Figura 1 – Perfis de velocidade: à esquerda, obtidos; à direita, de Sørensen (2003).



Já a figura 2, por sua vez, mostra a comparação dos campos de vetores.

Figura 2 – Campos de vetores: à esquerda, obtidos; à direita, de Sørensen (2003).



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como se pode observar no item anterior, os resultados obtidos são fisicamente coerentes, uma vez que foram verificadas a formação de recirculações nas regiões esperadas e um perfil de velocidade aceitável quando comparado a outro trabalho fornecido pela literatura.

REFERÊNCIAS

- LAUNDER, B. E.; SPALDING, D. B. The numerical computation of turbulent flows. **Computer methods in applied mechanics and engineering**. Londres, 1974.
- MALISKA, C. R. **Transferência de Calor e Mecânica dos Fluidos Computacional**. Rio de Janeiro: LTC, 2004.
- PATANKAR, S. V. **Numerical Heat Transfer and Fluid Flow**. Nova Iorque: Hemisphere Publishing Corporation, 1980.
- SØRENSEN, N. N. **General Purpose Flow Solver Applied to Flow over Hills**. Roskilde: Risø National Laboratory, 2003.
- VERSTEEG, H. K.; MALALASEKERA, W. **An introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method**. Londres: Longman, 1995.