

## JATO INCIDENTE À UMA PLACA

Aluno: Pedro Cunha Antero de Carvalho  
Orientadora: Angela O. Nieckele

### Introdução

Escoamento de jato incidente à uma superfície plana possui diversas aplicações em engenharia, como por exemplo refrigeração de componentes eletrônica, palhetas de turbinas a gás, assim como em câmaras de combustão. Este método também é usado em processamento de metais e vidros.

Apesar de aparentemente simples, este tipo de escoamento envolve diversos regimes, como ilustrado na Fig. 1, sendo de difícil previsão numérica e por esta razão, também é muito utilizado para avaliar modelos de turbulência [1-3].

Dentre os diversos modelos existentes para prever escoamentos turbulentos, os modelos baseados na médias de Reynolds são os mais populares, devido ao baixo custo e facilidade de utilização. No entanto, estes modelos falham em diversas situações, especialmente, quando o escoamento apresenta características anisotrópicas.

### Objetivo

Análise de desempenho do modelo de turbulência  $\kappa$ - $\omega$  SST para prever o escoamento de um jato de ar incidindo em uma placa plana, através da comparação com dados obtidos experimentalmente [1].

### Metodologia

Para determinar o campo médio no tempo de velocidade e pressão é necessário resolver as equações de conservação de massa e quantidade de movimento linear. Selecionou-se o modelo  $\kappa$ - $\omega$  SST, o qual envolve a solução adicional de duas equações de conservação, uma para a energia cinética turbulenta  $k$  e outra para a densidade de dissipação  $w$ .

A geometria ilustrada na Fig. 1 foi construída, considerando-se o escoamento como axi-simétrico (bi-dimensional), com o auxílio da ferramenta GAMBIT. Após um teste de malha, selecionou uma malha com  $200 \times 100$  pontos nas direções radial e axial. A malha foi concentrada na região da placa, de forma a garantir uma distância adimensional  $y^+$  menor que 5. As equações de conservação foram resolvidas utilizando-se o simulador Fluent v.6.3, o qual é baseado no método de volumes finitos, tendo-se selecionado o esquema de interpolação QUICK.

Considerou-se três afastamento do bocal à placa:  $H/D = 2; 4$  e  $6$ . Fixou-se o número de Reynolds, baseado na velocidade média do jato na saída do bocal e seu diâmetro em  $20.000$ . O perfil de velocidade axial, assim como da energia cinética turbulenta foram prescritos na saída do bocal a partir dos dados de Abrantes [1].

As Figuras 2 e 3 apresentam a velocidade média na direção radial, e sua flutuação ao longo da coordenada axial, para diversas coordenadas radiais  $r/D$ . Os resultados são comparados com os dados experimentais de Abrantes [1]. Observa-se que qualitativamente o modelo foi capaz de prever tanto a velocidade média, como sua flutuação. No entanto, a

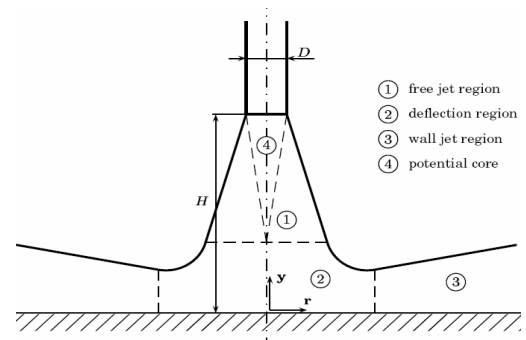


Figura 1 - Esboço do jato incidente

velocidade média foi superestimada e sua flutuação subestimada. Nota-se ainda uma grande discrepância para a flutuação na região próxima ao eixo.

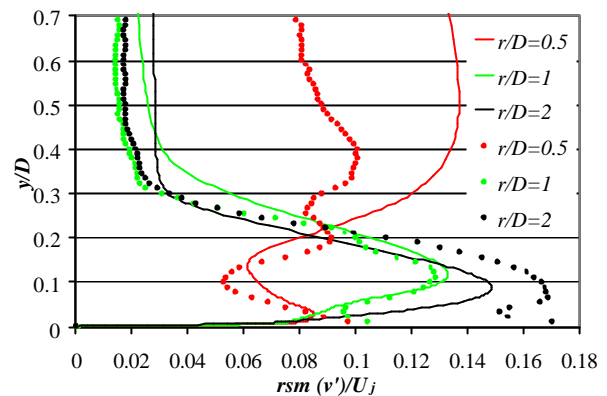
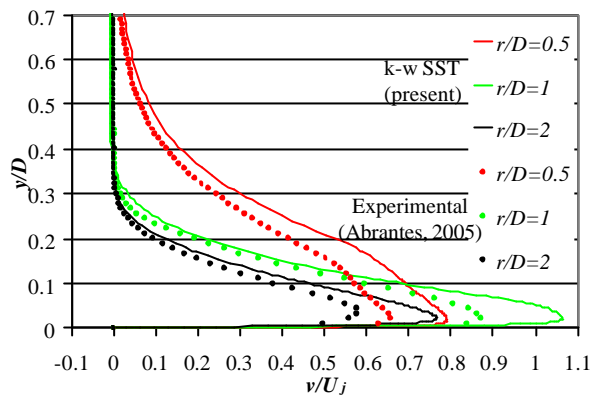


Figura 2 - Velocidade radial média ( $H/D=2$ ) Figura 3- Flutuação radial da velocidade ( $H/D=2$ )

A Figura 4 apresenta o coeficiente de pressão ao longo da placa, para diferentes relações  $H/D$ , enquanto que a Fig. 5 apresenta o coeficiente de atrito. Observa-se distribuições semelhantes para todos os  $H/D$ , com o máximo de pressão no ponto de estagnação, e maiores valores para as menores distâncias do bocal à placa. Note que o pico da tensão cisalhante ocorre fora do centro, na região de deflexão do jato, em  $r/D \approx 0,8$ . Assim como a pressão, maiores coeficientes são obtidos quando o bocal encontra-se próximo à placa, devido aos altos níveis da intensidade de turbulência nestes casos.

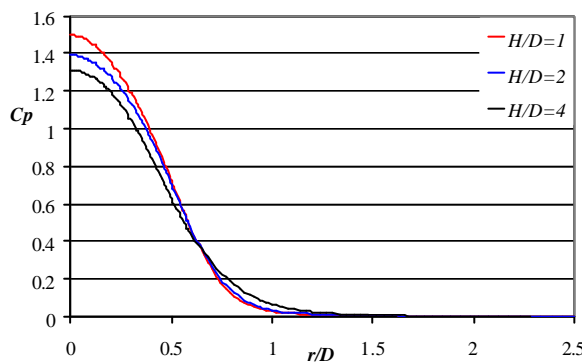


Figura 4. Coeficiente de pressão.

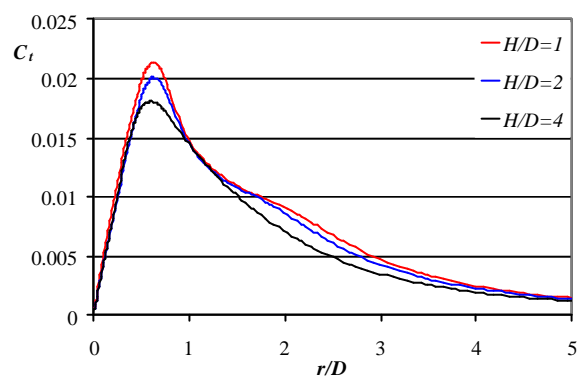


Figura 5. Coeficiente de atrito.

## Conclusões

Pode-se concluir que o modelo  $\kappa-\omega$  SST apresenta resultados qualitativamente satisfatórios. Dependendo da aplicação, este modelo, devido ao seu baixo custo, é válido para analisar o escoamento. Naturalmente, que quando precisão torna-se primordial, modelos mais sofisticados baseados na simulação de grandes escalas (LES) são mais indicados.

## Referências

- 1 - ABRANTES, J.K. **Estudo do Escoamento e Transferência de Calor em um Jato Espiralado Incidente**. Tese de doutorado, Dept. Eng.Mecânica – PUC-RJ, 2005.
- 2 - DEJOAN, A., and LESCHZINER, M. Large eddy simulation of a plane turbulent wall jet. **Physics Fluids**, Vol. 17, 025102, 2004.
- 3 - HADZIABDIC, M. AND HANJALIC, K., 2008, “Vortical structures and heat transfer in a round impinging jet”, **Journal of Fluid Mechanics**, Vol. 596, pp. 221-260.