



Instituto Politécnico, Nova Friburgo
August 30th - September 3rd, 2004

Paper CRE04 – TF20

Perfil de Velocidades na Esteira de Esferas

Carlos Roberto Ilário da Silva¹ e Edson Del Rio Vieira²

Universidade Estadual Paulista, UNESP – Ilha Solteira
CP 31, 15385-000, Ilha Solteira, SP, Brasil

¹crisilva@aluno.feis.unesp.br, ²delrio@dem.feis.unesp.br

O problema representado por uma esfera lisa, sem rotação, movendo-se com velocidade constante em um meio viscoso incompressível infinito é frequentemente encontrado em situações de interesse da engenharia que, apesar da geometria relativamente simples, apresenta um alto grau de complexidade. A esteira formada por uma esfera é frequentemente encontrada em aplicações de engenharia implicando em um número elevado de estudos e uma grande quantidade de dados experimentais e teóricos acumulado. Infelizmente, um completo conhecimento dos complexos mecanismos envolvidos no processo de formação da esteira ainda é requerido. A esteira produzida por uma esfera apresenta uma topologia significativamente diferente das encontradas no escoamento ao redor de um cilindro circular. A esteira de uma esfera mostra-se ainda mais complexa, com muitas instabilidades, interação entre vórtices e uma estrutura complexa tridimensional não permanente.

Para números de Reynolds abaixo da unidade, verifica-se a formação de uma esteira simétrica e com uma alta estabilidade, onde o fluido consegue contornar a superfície do corpo, pois as forças viscosas praticamente dominam o escoamento. Com o aumento do número de Reynolds forma-se a jusante do corpo, dois vórtices permanentes estacionários rotativos, denominados de bolhas de recirculação. Com um maior aumento do número de Reynolds, começam a aparecer instabilidades na linha do escoamento abaixo das bolhas de recirculação, provocando uma oscilação da mesma[1]. Aumentando ainda mais o número de Reynolds, ocorre o desprendimento da camada limite, provocando a geração de vórtices alternados em ambos os lados do corpo, formando a esteira turbilhonaria de VON KÁRMÁN.

No presente trabalho, o campo de velocidades na esteira de uma esfera lisa de 35,5 mm de diâmetro foi determinado experimentalmente para números de Reynolds, baseado no diâmetro da esfera, de até 46000. Os ensaios foram realizados em um túnel aerodinâmico do tipo soprador de 200 × 200 × 500 mm de seção de testes, construído pela equipe de trabalho do Laboratório de Visualização de Escoamentos da Unesp de Ilha Solteira.

As medidas de velocidades na esteira da esfera foram obtidas por meio de um tubo de Pitot construído em aço inox com 3 mm de diâmetro externo, especialmente para o desenvolvimento da presente proposta de trabalho.

A esfera foi rigidamente posicionada no centro da seção de ensaios com auxílio de um mastro de alumínio. O tubo de Pitot, devidamente aferido, foi posicionado na esteira produzida pela esfera, conforme mostrado na Figura 1. Um mecanismo de posicionamento, também construído pela equipe de trabalho, permite o deslocamento do Pitot em diferentes posições no interior da seção de testes. Esse mecanismo posicionador de sondas consiste simplesmente de um parafuso micrométrico devidamente acoplado em um paquímetro de 300 mm que permite o deslocamento do Pitot no interior da seção de testes com uma precisão de $\pm 0,05$ mm, Figura 2.

As leituras preliminares de pressão diferencial foram obtidas com auxílio de um transdutor diferencial de pressão eletrônico da Yokogawa modelo EJA 110, com precisão de $\pm 0,1$ %. Posteriormente, um manômetro diferencial de coluna inclinada de líquidos foi construído em aço inox e vidro pirex com uma inclinação de até 30° que permitiu uma melhor resolução na leitura da pressão diferencial – Figura 3.

Um exemplo dos resultados obtidos mostrando o perfil de velocidades relativo na esteira para Reynolds de 26000 e 46000 é apresentado nas Figuras 4 e 5. A sonda de velocidade foi posicionada, a jusante do corpo de testes, em 3 diferentes posições da esteira, 2, 3 e 4 vezes o diâmetro da esfera.

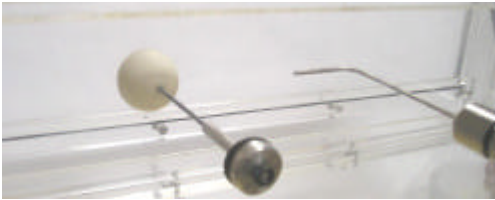


Figura 1: Tubo de Pitot na esteira da esfera.

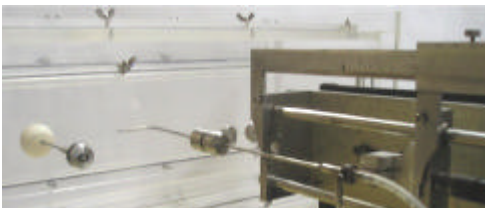


Figura 2: Mecanismo de Posicionamento



Figura 3: Manômetro de coluna inclinada

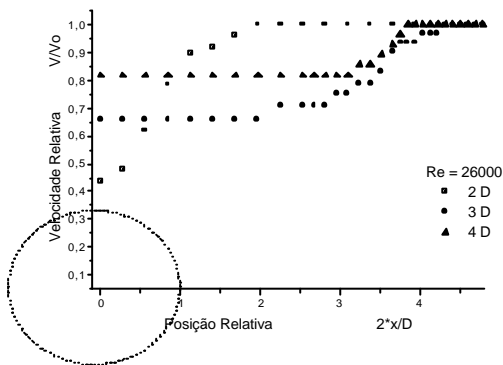


Figura 4: Perfil de velocidades da esteira

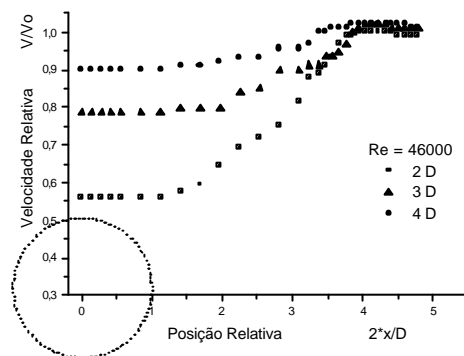


Figura 5: Perfil de velocidades da esteira

Uma ampla disponibilidade de dados experimentais permite realizar uma comparação com os resultados calculados obtidos através de novos códigos computacionais de mecânica de fluidos. O presente esforço de trabalho visa a obtenção de resultados experimentais que permite a validação dos programas de mecânica dos fluidos computacional tri-dimensionais, presentemente em desenvolvimento pela equipe de trabalho.

REFERENCIAS

- [1] Pelegrini, M. F., e Vieira, E. D. R., **Flow Past a Sphere at Moderate Reynolds Numbers, Cobem 2003 – 17th International Congress of Mechanical Engineering, São Paulo, Brasil (2003).**