

IDENTIFICAÇÃO DE ESTRUTURAS TURBILHONARES A JUSANTE DE UM MODELO SIMPLIFICADO DE VÁLVULA CARDÍACA DO TIPO “VALSALVA SINUSES” ATRAVÉS DA TÉCNICA DE VELOCIMETRIA POR IMAGEM DE PARTÍCULAS (PIV)

Ana Beatriz de Sá Barbosa Mendes

Prof. Dr. Oscar M. H. Rodriguez, P. J. Miranda-Lugo, Jorge E. Arrollo-Caballero

USP - Universidade de São Paulo

anabeatriz.mendes@usp.br

Objetivos

O objetivo central da pesquisa é realizar a caracterização da dinâmica do escoamento a jusante de uma válvula “valsalva” em uma seção flexível por meio da técnica PIV (Particle Image Velocimetry).

Primeiramente, deve-se realizar de forma experimental o levantamento dos campos de velocidade na seção flexível usando o PIV. Portanto, com base nesses dados, torna-se possível quantificar os campos de vorticidade. Posteriormente, pode-se identificar os pontos de estagnação e as áreas de alto cisalhamento e assim aplicar o critério de detecção de vórtices.

Métodos e Procedimentos

Para a execução experimental do projeto contamos com a instalação composta por duas tubulações de vidro borossilicato com 4,5 e 7,5m de comprimento e 9,7 e 20,5 mm de diâmetro interno, respectivamente, para o controle das condições experimentais, há medidores de vazão do tipo coriolis e turbina, termopares e diferenciais da pressão [2].

Onde é observado o escoamento, atualmente há uma seção de visualização de acrílico preenchida com glicerina. Porém para este experimento especificamente é necessário

substituir esta parcela da tubulação de vidro referente a esta seção por um material flexível, cujo índice de refração seja próximo ao da água, cuja densidade seja similar à do sangue. A jusante será colocada a válvula ‘valsalva’, um pouco antes desta parcela flexível ainda na parte de vidro.

O bombeamento do fluido é feito por intermédio de bombas helicoidais de deslocamento positivo.

A aquisição de dados será realizada por meio do LabVIEW 17 e do sistema de aquisição PIV Davis 8.4. Com essas ferramentas é possível ter um controle do sistema e obter informações dos campos de velocidade.

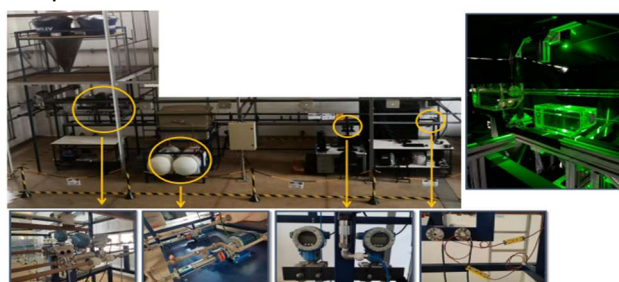


Figura 1: Instalação experimental construída para aplicação da técnica PIV

O experimento será realizado nas seções transversal e longitudinal. O processamento e a análises dos dados experimentais deve ocorrer da seguinte forma: o primeiro passo é avaliar o

escoamento segundo os campos de velocidades obtidos na seção transversal [1], contamos também com as médias temporais das componentes da velocidade na direção radial, além do cálculo do desvio padrão das velocidades nesta direção, e para finalizar são obtidas as tensões de cisalhamento de Reynolds.

Ademais, o sistema o PIV fornece as velocidades dessas partículas na seção transversal na direção do eixo x , igual a u , e na direção do eixo y , igual a v , além das posições das partículas em relação ao eixo x e y , para cada aquisição [1]. Sendo assim, temos todas as informações sobre necessárias para o cálculo das derivadas parciais da velocidade pelo deslocamento: $\frac{\partial u}{\partial x}$, $\frac{\partial u}{\partial y}$, $\frac{\partial v}{\partial x}$ e $\frac{\partial v}{\partial y}$.

$$\frac{\partial u}{\partial x} \quad \frac{\partial u}{\partial y} \quad \frac{\partial v}{\partial x} \quad \frac{\partial v}{\partial y}$$

Como o PIV só consegue medir as componentes do vetor velocidade em um único plano, só é possível obter a componente da vorticidade que é ortogonal ao plano do laser, logo podemos calcular a magnitude do vetor vorticidade conforme a seguinte equação:

$$w = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}$$

Foi feito um algoritmo em Python que realiza os cálculos dessas derivadas usando a função gradiente da biblioteca Numpy e aplica a equação da vorticidade descrita acima.

Para validar o nosso código optamos por aplicar este algoritmo a um conjunto de dados, cujos valores de $\frac{\partial u}{\partial y}$, $\frac{\partial v}{\partial x}$ e das vorticidades já são

conhecidas. Assim, foi possível comparar esses valores com os resultados obtidos com o código que desenvolvemos.

Resultados

Esperamos obter os campos das velocidades para escoamento monofásico de água em regime laminar e turbulento. Dessa maneira, para o estudo da seção transversal da parte flexível se espera observar o comportamento

dos vórtices e dos pontos de estagnação. Assim como avaliar as intensidades dos vórtices, quando é possível observar componentes da velocidade na direção radial e azimutal na água [2]. Desejamos, observar estruturas de vorticidade semelhantes à expressa na Figura 2.

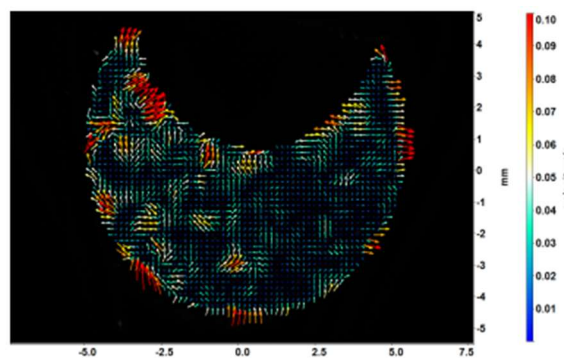


Figura 2: campo de velocidade em uma seção transversal de um escoamento bifásico água-óleo

Conclusões

Com a técnica PIV será possível observar o comportamento hidrodinâmico da água a jusante de uma válvula 'valsalva' em uma sessão de observação feita de um material flexível. Dessa maneira, seremos capazes de validar os resultados referentes às velocidades radiais com os valores gerados analiticamente, assim como o tensor de tensões. Além disso, será possível identificar e quantificar os vórtices que aparecem na seção transversal.

Referências Bibliográficas

- [1] HERNANDEZ-CELY, M. M.; BAPTISTELLA, V. E.; RODRIGUEZ, O. M. Study and characterization of gas-liquid slug flow in an annular duct, using high speed video camera, wire-mesh sensor and piv. *Experimental Thermal and Fluid Science*, v. 98, p. 563–575, 2018. ISSN 0894-1777.
- [2] MIRANDA-LUGO, P. J.; ARROLLO - CABALLERO, J. E.; RODRIGUEZ, O. M. H. Study on hydrodynamic stability of stratified liquid-liquid flow using optical techniques. In: *MULTIPHASE FLOW JOURNEY (JEM)*, 7., 2023, Rio de Janeiro. *Proceedings...* Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas, 2023. p. 1–2.