

INFLUÊNCIA DO CAMPO DE PRESSÃO NA ESTEIRA DE VON KÁRMÁN

R. L. Ferreira e E. D. R. Vieira

Departamento de Engenharia Mecânica – Unesp – Ilha Solteira. Av. Brasil Centro, 56 Ilha Solteira-SP, CEP 15385-000

Palavras-chaves: Visualização de escoamentos, Anemometria de Fio Quente, Número de Strouhal.

RESUMO

Quando um escoamento contorna um corpo com geometria conhecida como não-aerodinâmica ou rombuda ocorre, na maioria das vezes, o fenômeno de emissão de vórtices. Desde o histórico trabalho de Strouhal de 1878, utilizando uma harpa eólica, muitas outras pesquisas foram realizadas para estudar os problemas que envolvem escoamentos ao redor de corpos rombudos com diferentes geometrias. Linhas de transmissão de energia elétrica, torres, edifícios, monumentos e outras construções civis, podem apresentar este fenômeno quando submetidos ao vento natural. Pilares de ponte, alguns elementos de sistemas hidráulicos e plataformas de petróleo também, quando submetidos ao fluxo de água, podem apresentar a formação de uma esteira de vórtices. Nas últimas décadas o fenômeno de emissão de vórtices também encontrou diferentes novas aplicações como promotor de um significativo aumento do coeficiente de trocas térmicas em modernos trocadores de calor compactos e também na construção de eficientes medidores de vazão a efeito vórtice, denominados de “*vortex flowmeters*”.

A frequência adimensional de emissão dos vórtices, também chamado de número de Strouhal (St), relaciona a velocidade da corrente livre não perturbada (V) com frequência de emissão de vórtices (f) e com a dimensão característica (d) e é definido como:

$$St = \frac{f \cdot d}{V} \quad (1)$$

A correlação entre o número de Strouhal com o de Reynolds é função da geometria do corpo a ser ensaiado. Uma boa estabilidade do Strouhal ao longo de uma ampla faixa de números de Reynolds possibilita a construção de medidores de vazão de fluidos com grande versatilidade de operação a custos significativamente baixos. Em função disso, são ensaiados diferentes geometrias na busca de curvas de Strouhal vs Reynolds estáveis, principalmente em regimes de baixo número de Reynolds, onde a emissão de vórtices não é tão intensa e regular.

A forma mais utilizada para determinação da frequência de emissão de vórtices, em laboratório de pesquisa, consiste na análise, através de uma transformada rápida de Fourier (FFT), do sinal de velocidades do escoamento obtido em um determinado ponto da esteira turbilhonária. A densidade espectral de potência do sinal permite determinar a frequência fundamental em que os vórtices são emitidos. Na maioria dos trabalhos nesta área apresentam esses procedimentos, diferindo apenas na técnica de obtenção do sinal de velocidade na esteira, por exemplo Kawakita & Silveira (1995) utilizaram um anemômetro de fio quente; Durão *et al* (1991) utilizaram anemometria Laser Doppler e finalmente Agüi & Jiménez (1997) utilizando velocimetria de imagens por partículas.

No presente trabalho realiza-se o estudo do escoamento ao redor de corpos prismáticos com diferentes seções transversais objetivando-se determinar o comportamento do número de Strouhal em função do número de Reynolds visando aplicação em medidores de vazão a efeito vórtices para baixos números de Reynolds.

Os testes foram conduzidos em um túnel hidrodinâmico vertical de baixa turbulência do Laboratório de Visualização de Escoamentos, com $146 \times 146 \times 500$ mm de seção de testes.

Neste trabalho, foram ensaiados três corpos prismáticos. O primeiro com seção retangular e dois com seção transversal em formato de “T”. Na Fig. 1 e na Tab. 1 estão representado as configurações geométricas e as dimensões dos corpos de testes, respectivamente.

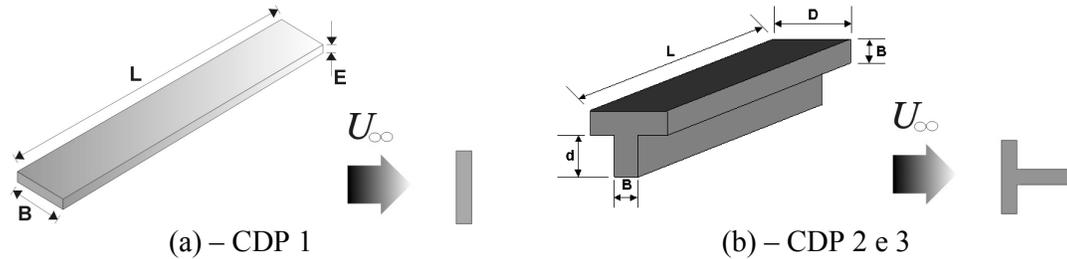


Figura 1: Esquema geométrico dos corpos de prova (CDP).

Tabela 1: Dimensões dos corpos de provas.

	B(mm)	D(mm)	d(mm)	E(mm)	L(mm)
CDP 1	9	-	-	3	146
CDP 2	3	9	6	-	146
CDP 3	3	9	9	-	146

O sinal da velocidade do escoamento foi obtido utilizando-se um anemômetro modelo Dantec StreamLine 90C e uma sonda de filme quente 55R11 aquecida a 150°C . Adicionalmente para obtenção de imagens do escoamento utilizou-se de técnicas de visualização de escoamentos através da injeção de corantes líquidos. A Fig. 2 representa-se o comportamento do Strouhal vs Reynolds dos diferentes corpos de prova testados e na Fig. 3, são mostradas algumas das imagens capturadas da esteira de vórtices.

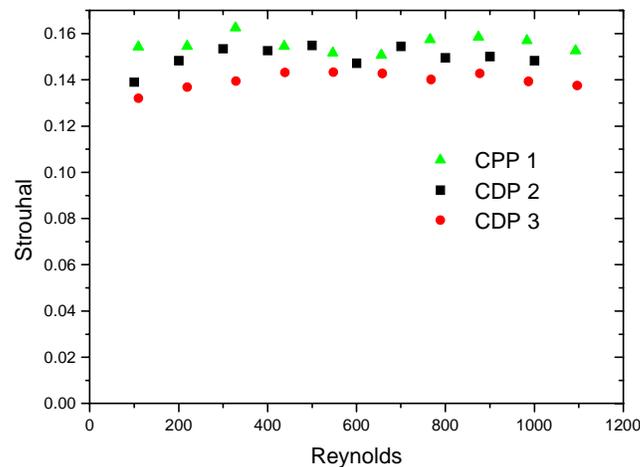


Figura 2: Curva Strouhal vs Reynolds dos corpos ensaiados.

Na Fig. 4(a) apresenta-se, para Reynolds igual a 100, o sinal característico obtido na esteira do corpo de teste CDP2, bem como o correspondente domínio de frequência na Fig. 4(b).

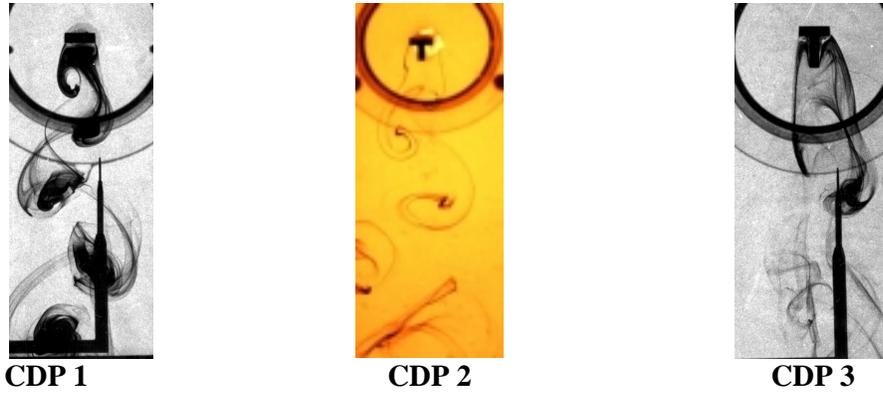


Figura 3: Imagens do escoamento nos cilindro com $Re = 100$.

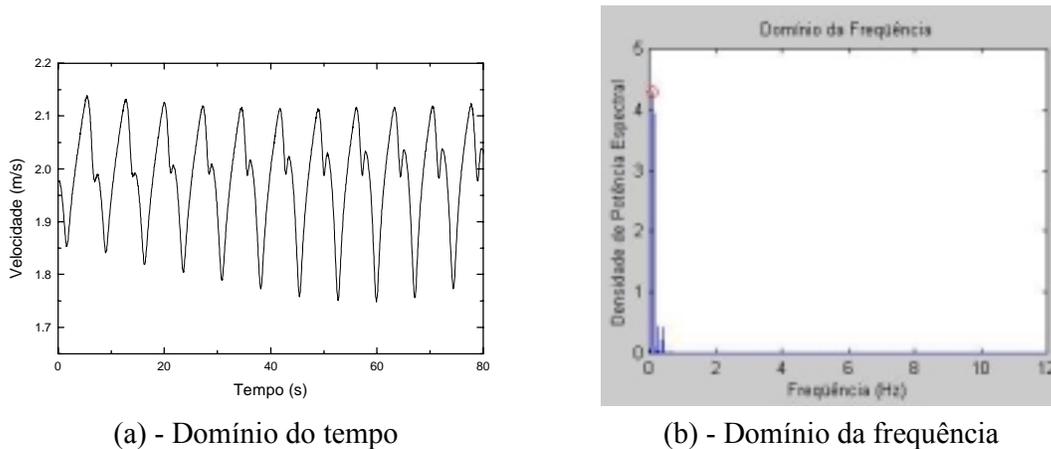


Figura 4: Sinal de velocidades na esteira.

Da Fig. 2 observa-se que o número de Strouhal de CDP1 é maior do que do CDP2 ou CDP3. Conclui-se que a aba vertical do corpo em formato de “T” interfere diretamente no comportamento do número de Strouhal. Ao que tudo indica, a aba vertical dificulta a comunicação das oscilações de pressão que ocorrem em diferentes pontos na superfície do corpo e deste modo influencia diminuindo o valor da frequência dos vórtices. Deste modo, quanto maior o comprimento da aba, maior a dificuldade de comunicação da pressão e consequentemente, menor o valor de Strouhal.

AGRADECIMENTOS: Este trabalho desenvolveu-se com recursos da Fundunesp, FAPESP e da Proex-Unesp.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agüí, J.C. e Jiménez, J. On the Performance of Particle Tracking, *Journal of Fluid Mechanics*, vol.185, pp.447-468, 1987.
- Durão, D.F.G., Gouveia, P.S.T. e Pereira, J.C.F. Velocity Characteristics of the Flow Around a Square Cross Section Cylinder Placed Near a Channel Wall, *Experiments in Fluids*, Vol.11, n. 6, pp.341-350, 1991.
- Kawakita, K. e Silveiras, M. S., Estudos de Corpos de Perfil Não-Aerodinâmico Visando a Aplicação em Medidores de Vazão do Tipo Vórtice. *in: Anais do 2º Simpósio Brasileiro de Medição de Vazão*, São Paulo, SP, 1995.