

## **AFERIÇÃO DE UM TÚNEL AERODINÂMICO.** Danilo Moura Prata, Edson Del Rio Vieira. – Ciências Térmicas – Engenharia Mecânica – Departamento de Engenharia Mecânica – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira– Campus de Ilha Solteira.

Túneis aerodinâmicos são equipamentos largamente utilizados em mecânica dos fluidos experimental. Nessa área da engenharia utiliza-se, com frequência, de uma instrumentação conhecida como tubo de Pitot para determinar a velocidade de escoamento. A velocidade da corrente de ar na seção de testes do túnel é mensurada, simplesmente, determinando-se a diferença entre os valores da pressão estática e de estagnação através de uma sonda intrusiva. Ocorre que, na maioria dos túneis aerodinâmicos, outras tomadas para medição da pressão estática em diferentes posições em suas paredes são frequentemente instaladas. Torna-se necessário ressaltar que, essas tomadas de pressão estática, dispostas adequadamente em diferentes lugares da instalação experimental, não apresentam uma perturbação significativa ao fluxo, diferente de um tubo de Pitot que, por sua natureza, necessariamente deve ser inserido no interior do escoamento provocando significativa alteração das linhas de corrente.

A Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Unesp recentemente projetou e construiu uma unidade didática de um túnel aerodinâmico do tipo soprador (apresentado esquematicamente na figura 1) onde, a mensuração da velocidade do escoamento no interior da seção de testes é realizada através da inserção de tubos de Pitot calibrados no interior da seção de testes. O presente trabalho objetiva a instalação de tomadas de medidas de pressão estática formando anéis piezométricos em diferentes posições na parede do túnel aerodinâmico do Laboratório de Visualização de Escoamentos objetivando-se a medida da velocidade na seção de testes sem o emprego indesejável de sondas intrusivas.

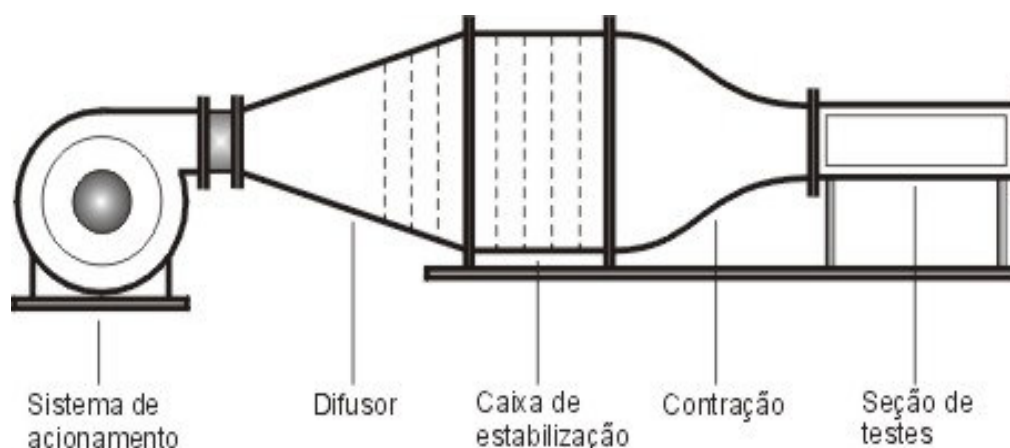


Figura 1: Esquema do túnel aerodinâmico do tipo soprador.

Um túnel aerodinâmico constitui-se em uma importante ferramenta experimental com inúmeras aplicações em pesquisa e ensino em diferentes áreas da engenharia. Devido ao elevado custo de aquisição de um equipamento desse tipo, o Departamento de Engenharia Mecânica projetou e construiu uma unidade didática em acrílico de alta resistência à abrasão, mostrado na foto da figura 2. Trata-se, na verdade, de um equipamento relativamente complexo, exigindo uma gama variada de instrumentação para seu correto funcionamento. O desenvolvimento de anemômetros medidores de pressão estática com dimensões reduzidas para impingir uma mínima perturbação ao escoamento tornou-se objeto de pesquisa da equipe de trabalho.

A possibilidade de utilização de tomadas de pressão estáticas dispostas nas paredes da caixa de estabilização e no final da seção de contração para medição da velocidade da corrente livre não perturbado na seção de testes é a principal motivação do presente trabalho.



Figura 2: Túnel aerodinâmico soprador da Unesp de Ilha Solteira apresentando um tubo de Pitot inserido no interior da seção de testes conectado a um micro-manômetro.

Duas tomadas de pressão estáticas na forma de anel piezométrico foram instaladas imediatamente após a seção de estabilização (seção L) e no final da contração (seção S), conforme mostrado na figura 3, nas posições recomendadas por RAE & POPE (1984).

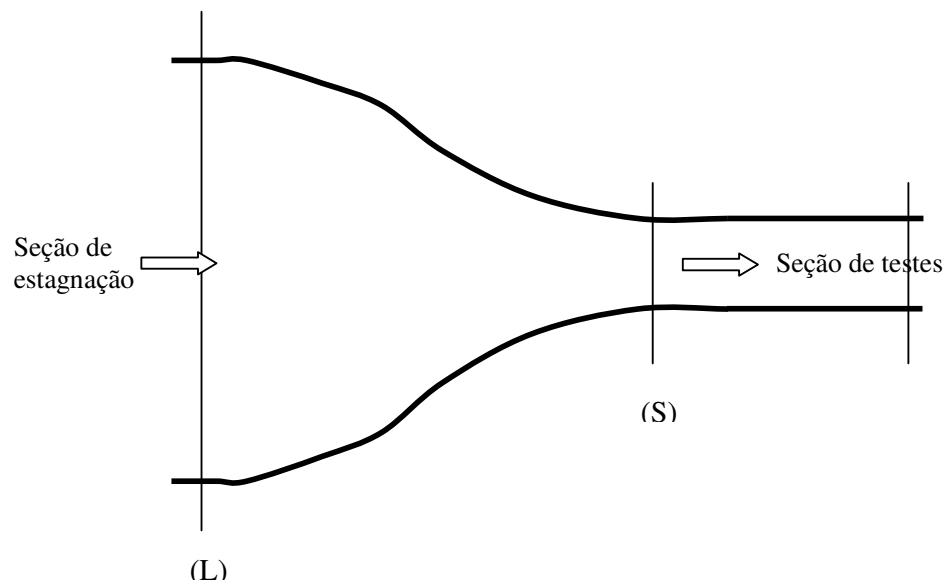


Figura 3 Esquema da instalação do anel piezométrico no túnel aerodinâmico

A diferença de pressões estáticas acusadas da seção (L) e da seção (S) foram devidamente calibradas com a diferença de pressão de estagnação e estática medidas na seção de testes para a determinação da velocidade.

Utilizou-se um tubo de Pitot para as medidas de velocidade na seção de testes (figura 3) do túnel. A diferença entre essas pressões dos anéis é lida no micro-manômetro de coluna inclinada e são comparadas com os valores obtidos pela leitura do tubo de Pitot. A tabela abaixo apresenta os dados obtidos em um dos experimentos.

Frequência (Hz)	Temperatura (°C)	$\Delta$ (Pitot) (mm)	$\Delta$ (Túnel) (mm)	$\Delta p$ (Pitot) (mmH <sub>2</sub> O)	$\Delta p$ (Túnel) (mmH <sub>2</sub> O)	V(Pitot) (m/s)
14,00	29,8	16	16	5,6	5,5	3,40
16,09	29,8	23	23	8,0	8,0	4,00
18,12	29,8	31	31	10,7	10,7	4,65
20,02	29,8	39	39	13,5	13,5	5,21
22,02	29,8	49	49	17,0	17,0	5,84
24,16	29,8	62	61	21,5	21,5	6,57
26,02	28,9	72	72	25,0	25,0	7,08
28,12	28,9	84	84	29,2	29,2	7,65
29,95	28,6	96	95	33,3	33,0	8,18

Tabela 1: Valores obtidos da leitura dos anéis piezométricos e a velocidade obtida através do tubo de Pitot.

Onde  $\Delta$  é a variação na escala de leitura do micro-manômetro de coluna inclinada, e  $\Delta p$  é a altura da coluna de água, a inclinação  $\theta$  vale 22,7°, a altura da coluna de água é dada por  $\Delta p = 0,9 \cdot \Delta \cdot \sin(\theta)$ . Tendo os valores de temperatura e a equação da densidade da água destilada  $\rho = 1,00225 e^{-0,000204 T}$ , a equação de Bernoulli nos fornece o valor da velocidade de escoamento

$$V = \sqrt{\frac{2 \Delta p_{pitot}}{\rho}}$$

A figura 3 apresenta a curva de calibração, mostrando uma relação entre as leituras das pressões estáticas e a velocidade na seção de testes.

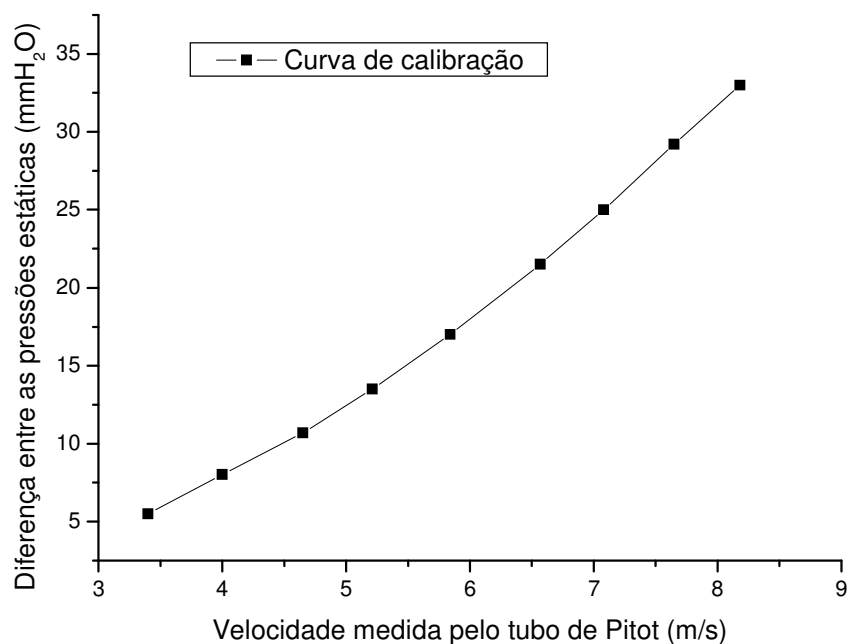


Figura 4: Curva de calibração

Da leitura do gráfico acima percebemos que há uma relação direta entre as medidas, tornando possível em um experimento, verificar a diferença entre as pressões estáticas das tomadas de pressão estática e, com o gráfico em mãos, verificar a velocidade real para qualquer regime de escoamento. Dessa forma, os ensaios experimentais são facilitados com uma sensível economia de tempo e o mais importante, sem a utilização de sondas intrusivas.

### Referências Bibliográficas

WILLIAM H. R. JR.; ALAN P. **Low-speed wind tunnel testing**. New York: John Wiley and Sons, 1984. p.141-144.

**Bolsa:** PAE