

# **INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS NA PERDA DE PRESSÃO DE UM TÚNEL DE VENTO**

**R. A. Rezende (1), O. S. H. Mendonza (1).**

(1) Faculdade de Engenharia Mecânica, FEMEC, Universidade Federal de Uberlândia, Av. João Naves de Ávila, 2160, Bloco 1M, Uberlândia MG, Cep: 38400-089.

**Palavras-chave: túnel de vento, características construtivas e perda de pressão.**

## **RESUMO**

O desejo de voar levou o homem aos problemas aerodinâmicos. Inicialmente construíram-se asas semelhantes às dos pássaros, impulsionadas pelo esforço humano através de diversos mecanismos. No século XVI, Leonardo da Vinci, com sua visão futurista, nos deixou mais de 500 croquis e 35000 palavras lidando com o problema do voo. Os primeiros experimentadores observaram que os esforços aerodinâmicos são função da velocidade relativa entre o modelo e o vento. Portanto, poder-se-ia mover o modelo através do ar, ou deixar o ar passar pelo modelo estacionário. No início, usou-se o vento natural, que logo foi descartado devido aos problemas que a natureza causa.

No final do século XIX, chegou-se à conclusão que a melhor forma de experimentação é a construção de túneis aerodinâmicos, em que o ar é impulsionado, mantendo-se o modelo estacionário. Os primeiros túneis aerodinâmicos foram construídos no fim do século passado e eram utilizados, principalmente, para ensaios de modelos de construção e de sólidos geometricamente simples.

Nos túneis de vento de baixa velocidade, onde a compressibilidade é desprezível, observa-se que existem dois tipos básicos: o de circuito aberto e o de circuito fechado.

No presente trabalho foi estudado o túnel de circuito aberto que tem a vantagem de ocupar menor espaço que o de circuito fechado e ter um custo de construção menor. Outra vantagem é a de possibilitar a visualização do fluxo de fumaça sem necessidade de exaustão forçada.

O emprego do túnel de vento é importante para o projeto de determinadas estruturas tais como: Coberturas, prédios altos; pontes; torres de linhas de transmissão de energia, edifícios, etc.

Assim, com desenvolvimento tecnológico, projetos mais ousados e a necessidade de estruturas econômicas, faz-se necessário o estudo dessas estruturas sob efeito do vento de forma mais apurada. O túnel de vento serve como instrumentos de projeto, que traz uma economia considerável, evitando futuras catástrofes ao trabalhar com um modelo da estrutura e aferir os problemas aerodinâmicos antes da construção.

O túnel de vento pode ser utilizado para fins didáticos ou de pesquisas. No presente trabalho o estudo das perdas de carga e pressão em função da variação das dimensões da seção de teste deve-se a construção de um protótipo para testes de edificações.

O objetivo do trabalho é o desenvolvimento de um programa no Engineer Equation Solver (EES) para calcular a perda de carga e a perda de pressão em cada componente do Túnel de Vento e a simulação da perda de carga e de pressão a partir da variação das dimensões da seção de teste e da velocidade de escoamento do Túnel de Vento.

Para o desenvolvimento do programa no Engineer Equation Solver foi utilizado os dados da Dissertação de Mestrado do Célio Fontão (1995) para calcular a perda de carga nos seguintes componentes: Tela de Uniformização, Trecho de Contração, Câmara de

Ensaio, Tela de Proteção do Ventilador, Colméia Retificadora e Difusor. Além disto, este mesmo programa foi utilizado para calcular a perda de pressão entre os seguintes componentes: Ambiente e Tela de Uniformização, Tela de Uniformização e Trecho de Contração, Trecho de Contração e Câmara de Ensaio, Câmara de Ensaio e Tela de Proteção/Colméia Retificadora, Tela de Proteção/Colméia Retificadora e Difusor.

Para verificar as variações na perda de carga em cada componente do túnel de vento e conseqüentemente, verificar as variações na perda de pressão foram feitas variações nas dimensões do túnel de vento e na velocidade de escoamento. A variação na dimensão foi feita inicialmente na câmara de ensaio e a partir desta alteração determinaram-se as outras dimensões dos outros componentes do túnel de vento. Inicialmente a dimensão da câmara de ensaio era de 0.6 x 0.6 metros, depois foram alteradas para 0.8 x 0.8, 1.0 x 1.0 e 1.2 x 1.2 metros. Já para verificar as variações tanto da perda de carga quanto da perda de pressão no túnel de vento foram feitas variações na velocidade de escoamento para uma mesma dimensão da câmara de ensaio. Assim, para a câmara de ensaio com dimensão de 0.6 metros calcularam-se a perda de carga e de pressão para velocidade de 15.32 m/s, 18 m/s, 23 m/s e 27 m/s. Este procedimento foi realizado para as quatro dimensões da câmara de ensaio.

É importante ressaltar que quando se faz estas alterações nas dimensões do Túnel de Vento e na velocidade de escoamento, temos que observar as condições que são colocadas para calcular a perda de carga, já que muitas vezes o cálculo desta perda de carga depende da geometria do componente do túnel de vento e do número de Reynolds.

A tabela 1 apresenta as perdas de carga obtidas a partir da variação das dimensões da seção de teste e da velocidade de escoamento.

Tabela 1: Perda de carga total no Túnel de Vento

Seção Teste	$\xi_{total}$	Velocidade			
		15.32 m/s	18 m/s	23 m/s	27 m/s
0.6 x 0.6 m	$\Sigma\xi_1$	0.53665	0.53053	0.52157	0.51593
0.8 x 0.8 m	$\Sigma\xi_2$	0.51392	0.50882	0.50133	0.49659
1.0 x 1.0 m	$\Sigma\xi_3$	0.50585	0.50131	0.49463	0.49039
1.2 x 1.2 m	$\Sigma\xi_4$	0.50596	0.50178	0.49561	0.49169

A tabela 2 mostra a perda de pressão total obtidas a partir da variação das dimensões da seção de teste e da velocidade de escoamento.

Tabela 2: Perda de pressão total no Túnel de Vento

Seção Teste	$\Delta p_{total}(Pa)$	Velocidade			
		15.32 m/s	18 m/s	23 m/s	27 m/s
0.6 x 0.6 m	$\Delta p_1$	68,6745	93,6269	150,4552	205,066
0.8 x 0.8 m	$\Delta p_2$	65,7696	89,883	144,6119	197,383
1.0 x 1.0 m	$\Delta p_3$	64,7366	88,566	142,6856	194,927
1.2 x 1.2 m	$\Delta p_4$	64,7495	88,6444	142,9657	195,443

A figura 1 faz a comparação entre as perdas totais de pressões no túnel de vento quando varia a dimensão da seção de teste e a velocidade de escoamento.

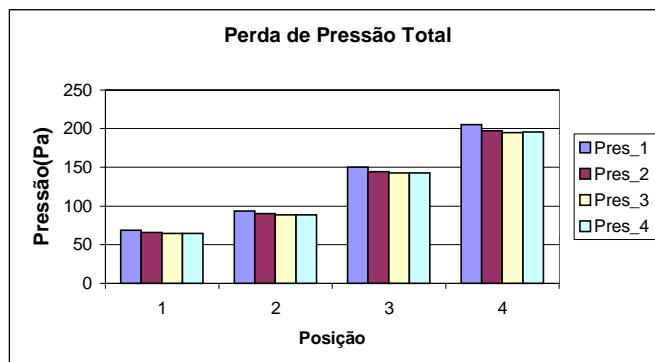


Figura 1: Influência da variação da dimensão da seção de teste e da velocidade de escoamento na perda de pressão.

Finalmente as seguintes conclusões podem ser tiradas deste trabalho: Observou-se que os resultados obtidos no cálculo da perda de pressão do túnel está diretamente ligado a velocidade do vento, já que alterações feitas nas dimensões do mesmo não ocasionaram grande diferença nos resultados. Isso pode ser explicado pelo fato de que a perda de pressão está ligada diretamente à pressão dinâmica do túnel e esta depende da velocidade do vento. Isto fica evidente quando se analisa a perda de carga total do túnel, que mesmo fazendo alterações tanto na velocidade quanto nas dimensões do mesmo não apresentam grandes variações. Isto pode ser evidenciado através da figura 1 onde foram feitas as análises da perda total de pressão mantendo a velocidade constante e variando a dimensão do túnel e depois mantendo a dimensão constante e variando a velocidade do vento.

Assim, a perda de pressão total que o Ventilador vai ter que suprir estará ligada diretamente a velocidade que se quer obter dentro do túnel de vento, já que a dimensão do túnel não tem grande influência na perda de pressão. Logo, para especificar o ventilador que será utilizado no projeto devemos definir a velocidade do vento que esperamos alcançar e a perda de pressão que será necessária o ventilador suprir em função desta velocidade. Estes dados podem ser obtidos na tabela 1 e 2, onde temos todas a perdas de carga e de pressão em função da velocidade e da dimensão do túnel.

**Agradecimentos:** Os autores agradecem ao CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de Iniciação Científica.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARRIL JÚNIOR, Célio Fontão. Projeto, construção e calibração de um túnel de vento. Dissertação de Mestrado. Orientador: Péricles Brasiliense Fusco, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1995.

BORGES, A. R. J., O Túnel Aerodinâmico do Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Separata da revista TÉCNICA dos números 380,386,391. Lisboa, 1968.

IDEL'CIK, I. E., Coeficiente de Pertes de Chage Singuliéres et de Pertes de Chage par Frottement. Paris., Eyrolles Editteur Paris, 1969.

RAE JR., W. H.; POPPE, A., Low-Speed Wind Tunnel Testing, 2 ed. New York, Jonh Wiley & Sons, 1984.

MOREL, T. , Comprehensive Desing of Axisymmetric Wind-Tunel Constractions, Journal of Fluid Engineering, June, 1975, p. 225