



UM PROTÓTIPO DE UM MINI TÚNEL DE VENTO (MTV) PARA ENSINO DE GRADUAÇÃO

Zacarias Martin Chamberlain Pravia, D.Sc. – zacarias@upf.br

Leandro Coronetti – 3005@lci.upf.tche.br

Laboratório de Ensaio em Sistemas Estruturais (LESE)

Faculdade de Engenharia e Arquitetura

Universidade de Passo Fundo, Bairro São José

CP 611, Passo Fundo, RS, 99001-970

Resumo: *As forças devidas ao vento dependem de dois aspectos fundamentais, o primeiro deles meteorológico (velocidade, direção do vento entre outros) e o segundo aerodinâmico que define como a pressão do vento atua nas construções. A meteorologia é fácil de ser resumida no ensino de forças devidas ao vento mostrando um anemômetro portátil e explicando de maneira simples como registros são tratados para definir velocidade básica do vento. O aspecto aerodinâmico é tratado com modelos reduzidos ensaiados em túneis de vento do tipo camada limite. No Brasil o primeiro desses túneis foi construído na UFRGS em 1977, e nos últimos anos várias instituições construíram túneis de vento semelhantes. O custo desse tipo de instalação não permite que todos os cursos de engenharia civil e/ou arquitetura a possuam. Com o intuito de poder mostrar como o vento atua na simulação de um ambiente tipo túnel de vento foi desenvolvido um projeto de um Mini Túnel de Vento (MTV) de baixo custo e fácil construção, com o objetivo de mostrar qualitativamente o comportamento do vento sobre as formas geométricas e ainda numa segunda fase medir coeficientes aerodinâmicos. O presente trabalho apresenta o projeto, construção e a influência do uso dessa ferramenta laboratorial no ensino de estruturas de aço e madeira, estruturas estas que são muito exigidas pela ação dinâmica do vento.*

Palavras-chave: *Túnel de vento, forças devidas ao vento, ensino*

1. INTRODUÇÃO

As forças devidas ao vento dependem de dois aspectos fundamentais, o primeiro deles meteorológico (velocidade, direção do vento entre outros) e o segundo aerodinâmico que define como a pressão do vento atua nas construções. A meteorologia é fácil de ser resumida no ensino de forças devidas ao vento mostrando um anemômetro portátil e explicando de maneira simples como registros são tratados para definir velocidade básica do vento. O aspecto aerodinâmico é tratado com modelos reduzidos ensaiados em túneis de vento do tipo camada limite. No Brasil o primeiro desses túneis foi construído na UFRGS em 1977, e nos últimos anos várias instituições construíram túneis de vento semelhantes. O custo desse tipo de instalação não permite que todos os cursos de engenharia civil e/ou arquitetura a possuam. Com o intuito de poder mostrar como o vento atua na simulação de um ambiente tipo túnel de vento foi desenvolvido um projeto de um Mini Túnel de Vento (MTV) de baixo custo e fácil construção, com o objetivo de mostrar qualitativamente o comportamento do vento sobre as formas geométricas e ainda numa segunda fase medir coeficientes aerodinâmicos. O presente trabalho apresenta o projeto, construção e a influência do uso dessa ferramenta laboratorial no ensino de estruturas de aço e madeira, estruturas estas que são muito exigidas pela ação dinâmica do vento.

Por outro lado as vantagens de uso deste protótipo no ensino de forças devidas ao vento são comentados, assim como algumas experiências são mostradas de maneira gráfica para comprovar o correto funcionamento do projeto desenvolvido na construção do Mini Túnel de Vento (MTV).

2. O PROJETO DO MINI TÚNEL DE VENTO (MTV)

No intuito de ter uma ferramenta para demonstrar como o vento atua nas construções nas disciplinas de estruturas de madeira e aço nos cursos de Engenharia Civil, Arquitetura e Engenharia Mecânica, foi primeiro desenvolvido modelos reduzidos em papelão e sujeitos ao vento produzido por um ventilador comum. Os resultados desta experiência permitiram maior compreensão dos acadêmicos no entendimento das ações devidas ao vento. Porém um desafio foi assumido no ano 2000 para construir um túnel de vento de pequeno porte para aplicações didáticas.

Alguns estudos foram feitos e consultas a diversas bibliografias sobre túneis de vento, entre elas, principalmente o magnífico livro de Aerodinâmica das Construções do Professor Joaquim Blessmann (BLESSMANN, 1990). Na busca via Internet foi encontrado um projeto que vejo ao encontro de nossos objetivos, o túnel Baals (<http://windtunnels.arc.nasa.gov>), nesse local é possível encontrar as plantas e as instruções para construção de um túnel aerodinâmico conforme a figura esquemática mostrada na Figura 1.

As características básicas do Projeto do túnel de Baals foram modificadas e várias adaptações foram necessárias para construir um equipamento de baixo custo. A documentação desse projeto afirma que se precisa apenas de US\$ 200,00 (duzentos dólares americanos) para produzi-lo.

No nosso caso as dimensões dele foram mudadas até chegar a protótipo do MTV-2, o motor é adaptado de uma lavadora e doado por uma empresa distribuidora de motores na cidade de Passo Fundo (Almeida Motores), junto com um sistema simples para regulagem contínua da velocidade. As aspas do ventilador foram adaptadas de um hélice ventilador comercial. O motor é de 1 HP e 1500 RPM com velocidade variável.

As dimensões preconizadas no projeto Baals são: dimensões externas do modelo são de 66 x 130 cm, câmara de testes de 25 cm de altura, 17,5 cm largura e 33 cm de comprimento.

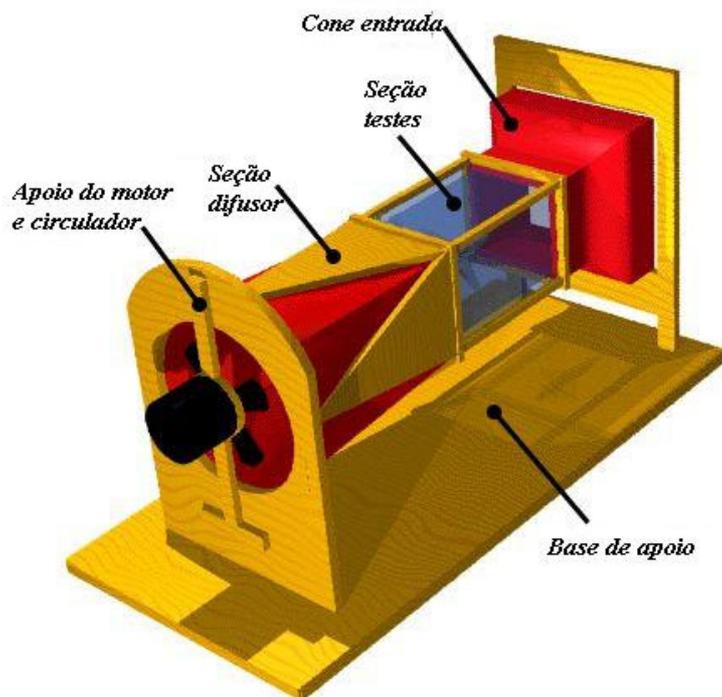


Figura 1 - Esquema do túnel Baals.

Uma visão da construção do primeiro protótipo do MTV é apresentada na Figura 2. Observe-se que o primeiro ventilador foi adaptado.

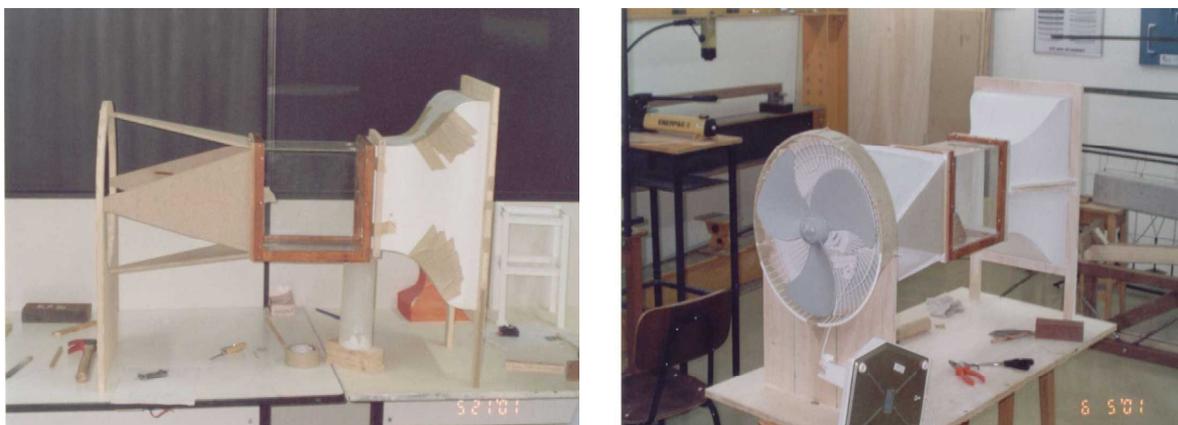


Figura 2 - Construção do primeiro protótipo do MTV

Os materiais usados foram madeira de pinus, compensado laminado, folhas de PVC, acrílico. O modelo foi construído no Laboratório de Ensaios de Sistemas Estruturais (LESE) pelos autores deste trabalho.

Uma vista do primeiro protótipo construído na primeira aula pública é mostrada na Figura 3. Nesse momento já era possível mostrar o efeito do vento em cilindros, pequenas maquetes representativas de casas, sendo ensaiadas com fumaça produzida por um produtor de fumaça desses usados em festas.

Medidas feitas com anemômetros nesse primeiro protótipo forneceram velocidades em torno de 8m/s (29 Km/h), e bom comportamento do fluxo. Para melhorar a entrada de fluxo de ar foi adaptadas, umas malhas de tubos de plástico na entrada de ar e modificadas as dimensões da câmara de ensaios. O segundo protótipo do mini túnel de vento denominado

MTV-2, tem as seguintes características na câmara de ensaio: 25cm de altura, 17,5 cm de largura e 66cm e comprimento. Esse novo protótipo pode ser visto sendo construído na Figura 4 e completo funcionando na Figura 5.



Figura 3 - O primeiro protótipo do MTV na sua primeira aula



Figura 4 - O segundo protótipo do MTV na sua construção



Figura 5 - O MTV-2 em funcionamento numa aula prática de forças devidas ao vento

3. ALGUNS ENSAIOS NO MTV

Para mostrar o tipo de ensaios que estão sendo usados para observar as forças devidas ao vento serão mostrados alguns.

O primeiro deles trata sobre os vórtices confinados que aparecem entre duas edificações. Na Figura 6 apresenta-se o esquema segundo Blessmann(2000) e a foto do ensaio na Figura 7, as dimensões recomendadas dispostas na figura 6 foram usadas no ensaio. Na ilustração da Figura 7 observa-se que com a fumaça disposta no MTV é possível observar o fluxo do vento e o fenômeno de vórtice confinado. Observa-se que o resultado obtido é correto e valida o uso do MTV.

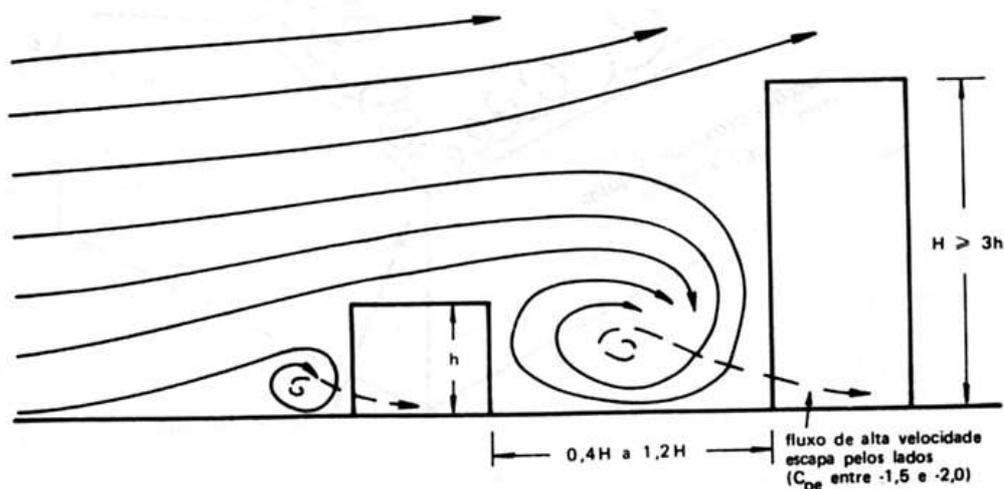


Figura 6 - Vórtice confinado entre duas edificações (BLESSMANN,2000)

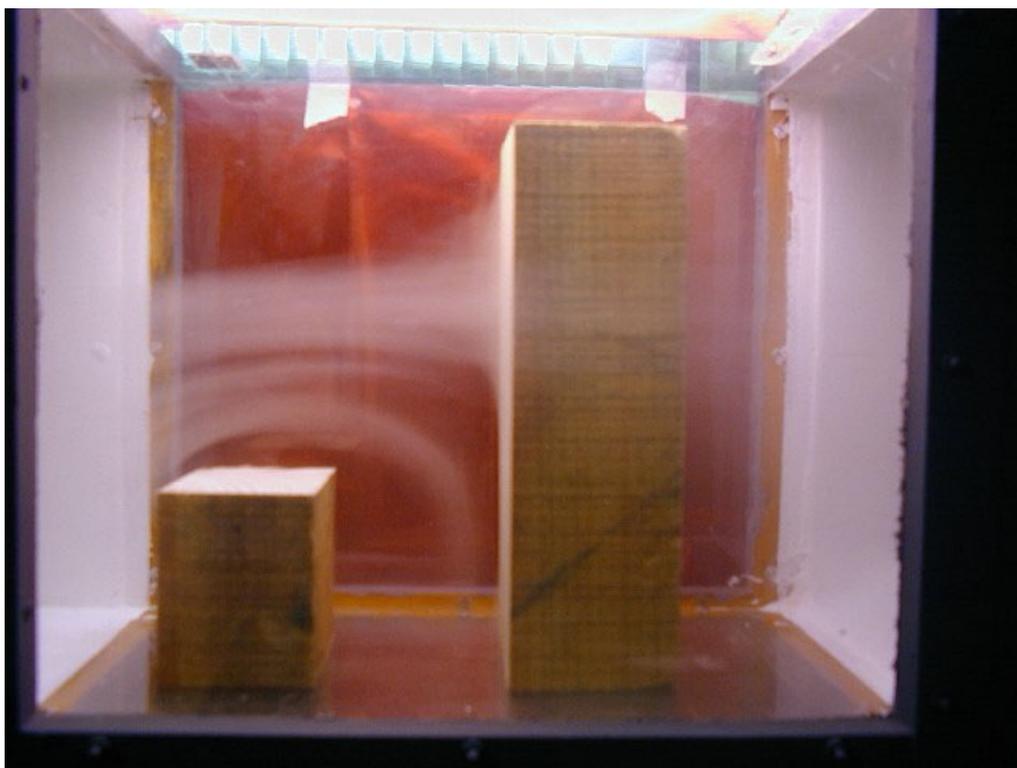


Figura 7 - Ensaio de vórtice confinado realizado no MTV com fumaça

Duas demonstrações adicionais são: Efeito de vento numa cobertura de uma casa (vide Figura 8), onde observa-se o descolamento do telhado, e o fluxo através de um cilindro (vide Figura 9). Em ambos casos observam-se os fenômenos de maneira correta no MTV.



Figura8 - Ensaio de vento em cobertura de casa

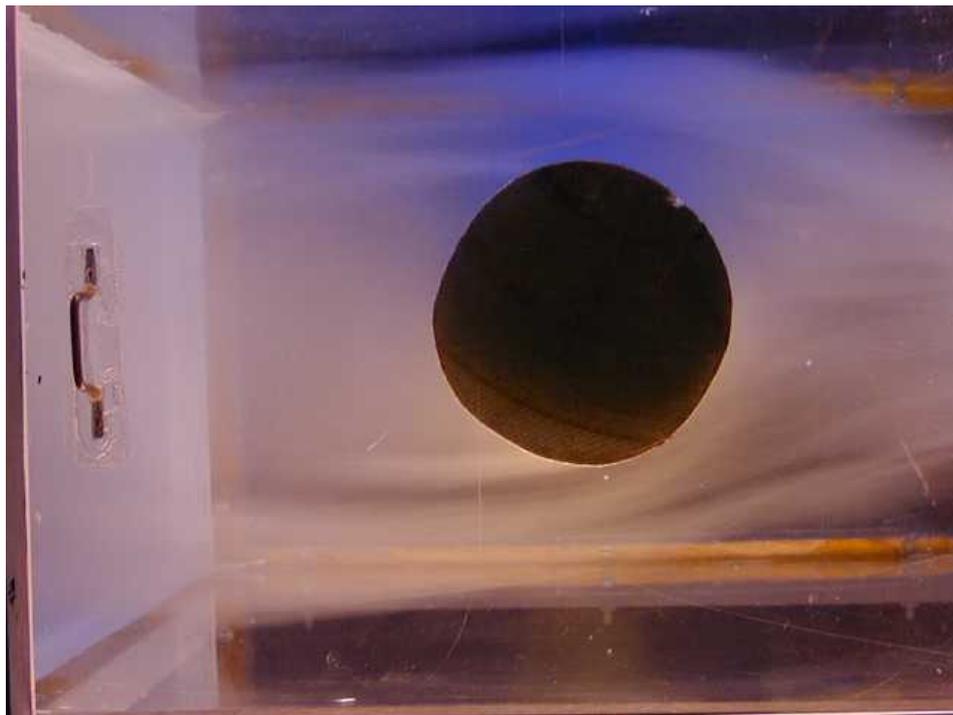


Figura 9 - Ensaio num cilindro

4. COMENTÁRIOS FINAIS

Um túnel de vento é um aparelho usado em simulações que estudam o comportamento aerodinâmico de objetos imersos em correntes. A construção desse tipo de aparelhos demanda custos elevados para aplicações práticas na construção civil, e existem hoje em diversas universidades ou institutos de pesquisa (LAC - UFRGS, USP-SC, IPT, ITA, entre outros). No resto das instituições e principalmente aquelas com cursos de engenharia mecânica existem túneis importados ou construídos a um alto custo. Já que se objetiva que todas as instituições de ensino nas áreas de Engenharia Mecânica, Engenharia Civil e Arquitetura tenham acesso a esse tipo de aparelhos, o LESE adaptou um projeto da NASA as condições locais brasileiras e projetou e construiu o MTV a custo reduzido (ainda incluindo o motor o máximo gasto seria de uns R\$230,00, não incluída a mão de obra). O protótipo 1 e 2 desse empreendimento foi usado em disciplinas para ensino de forças devidas ao vento ao longo de 2001 e 2002, fornecendo experiências em objetos em escala, permitindo a concretização dos conhecimentos teóricos sobre o assunto.

Alguns ensaios foram mostrados neste trabalho e muitos mais estão programados, principalmente considerando as medições de pressão, também ainda pensando no requisito baixo custo.

A reprodução do MTV-2 é possível em qualquer escola de engenharia ou arquitetura do Brasil, e os autores estão à disposição para repassar plantas e assessorias. Outras ilustrações de ensaios no MTV-2 podem ser observadas no endereço <http://upf.br/~lese>.

A construção do LESE apenas envolveu os autores deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLESSMAN, J. *Aerodinâmica das Construções*. 2da Edição. Porto Alegre: SAGRA, 1990.



A PROTOTYPE OF A MINI TUNNEL OF WIND (MTV) FOR TEACHING OF GRADUATION

***Abstract:** Forces due to the wind depend on two fundamental aspects, the first of them meteorological (speed, direction of the wind among other) and the second aerodynamic that define as the pressure of the wind acts in the constructions. The meteorology is easy of being summarized in the teaching of forces due to the wind showing a portable anemometer and explaining in a simple way as registrations is treated to define basic speed of the wind. The aerodynamic aspect is treated with reduced models tested in wind tunnels. In Brazil the first of that tunnels was built in UFRGS in 1977, and in the last years several institutions built similar. The cost of that installation type doesn't allow that all of the courses of civil or mechanical engineering civil and architecture possess it. With the intention to show as the wind acts in the simulation of an atmosphere type wind tunnel a project of a Mini Tunnel of Wind was developed (MTV) of low cost and easy construction, with the objective of showing qualitative the behaviour of the wind on geometric forms and in a second phase to measure aerodynamic coefficients. The present work presents the project, construction and the influence of the use of that laboratorial device in the teaching of structures of steel and wood, structures these that are very demanded by the dynamic action of the wind.*

***Key-words:** Wind tunnel, forces due to wind, teaching*