

LOW INVESTMENT WIND TUNNEL:PROJECT AND DEVELOPMENT

Alan M. Pastre, Augusto T. de Sousa, Bianca S. Felisbino, Êvelyn De Araujo,Guilherme A. F. Bassalobre, Yago M. Rex

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Centro de Engenharias da Mobilidade – Joinville - SC

alanpastre@gmail.com, augusto_tsousa@yahoo.com.br, biaschlickmann@hotmail.com,
evelyndearaujo@hotmail.com, guibassalobre@hotmail.com, yagomrex@gmail.com

Resumo. Tendo em vista que o aprendizado ocorre de forma mais eficiente quando teoria e prática andam juntas, para a compreensão de determinados fenômenos e conceitos físicos relacionados principalmente a área de aerodinâmica, desenvolveu-se um trabalho com o objetivo de projetar e construir um túnel de vento de pequeno porte, de carácter didático, capaz de auxiliar algumas atividades relacionadas a ensino, pesquisa e extensão, do cursos no Campus de Engenharias da Mobilidade da Universidade Federal de Santa Catarina.

Palavras-chave: Túnel de vento, Aerodinâmica, Pesquisa.

1. INTRODUÇÃO

O túnel de vento é um dispositivo amplamente utilizado para o estudo do comportamento de fluídos ao redor de objetos de diferentes geometrias, o que o torna uma ferramenta essencial para a compreensão de fenômenos relacionados à aerodinâmica. Este equipamento possibilita, por meio do ensaio de protótipos e modelos de estruturas, avaliar a influência do vento sobre os diferentes objetos e equipamentos elaborados pela engenharia.

Os primórdios do túnel de vento têm registros bem antigos, desde que o homem começou a sonhar em voar. A partir daí inúmeras foram as tentativas de construir uma máquina que pudesse realizar esse sonho. Mesmo com profundos estudos do funcionamento do vôo de pássaros, ainda faltava muito para que todos os efeitos físicos relacionados ao voo fossem entendidos. O túnel de vento surgiu para que muitos desses fenômenos pudessem ser

estudados, auxiliando o desenvolvimento de uma máquina voadora de bom desempenho.

O entendimento detalhado dos fenômenos ocorridos durante a passagem de ar na seção de testes de um túnel de vento exige profundo conhecimento de Mecânica dos Fluidos. Neste sentido, a elaboração e compreensão dos fenômenos estudados neste tipo de disciplina podem ser favorecidas pela construção e adequação de métodos de medida em um túnel de vento Didático.

No presente trabalho é apresentado os principais resultados obtidos com a construção de um túnel de vento didático de baixo custo e as possibilidades que um equipamento deste tipo pode oferecer no estudo de disciplinas comuns a cursos de Engenharia.

Além do desenvolvimento e construção do túnel, foram estudadas formas de visualizar e quantificar os principais fenômenos físicos relacionados com aerodinâmica. Neste sentido, fez-se necessária à realização de uma vasta pesquisa para visualização de possíveis métodos a serem implementados no túnel a fim de coletar variáveis qualitativas e quantitativas do dispositivo, inclusive via software.

2. PROJETO TÚNEL DE VENTO

2.1 Estruturas do Túnel de vento

O túnel de vento desenvolvido pelos alunos do projeto é um túnel do tipo circuito aberto e com capacidade de testes de protótipos de pequeno porte. No túnel de vento de circuito aberto, o ar é admitido para o interior do túnel a partir do repouso por

meio de um ventilador situado em uma das extremidades. Um bocal situado na extremidade contrária do ventilador apresenta uma seção transversal de área variável, a qual diminui gradativamente seu tamanho para que a velocidade do ar aumente em função da variação da pressão de forma que a velocidade na seção de testes seja máxima. Após chegar a aceleração máxima o fluxo de ar entra na seção de testes, onde a área de seção transversal é constante, permitindo assim um ambiente estável para testes e análises. Uma das paredes de seção de testes é feita de material translúcido para que todos os fenômenos ali ocorridos sejam visualizados. Nessa seção, devido à grande diferença de pressão entre a parte interna e externa do túnel um isolamento é necessário para que o ar externo não seja sugado para dentro do túnel de vento.

Em seguida a seção de testes se situa um difusor, no qual a velocidade do ar é gradativamente desacelerada por meio da variação da área da seção transversal, que aumenta de forma linear. Essa desaceleração, assim como a aceleração obtida no bocal de entrada, são regidas pela equação 1, conhecida também como Princípio da Conservação da Massa.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i)}{\partial x_i} = 0 \quad (1)$$

Após a definição das divisões e do tipo de túnel (sugador), partiu-se para a modelagem geométrica do mesmo, optando-se por uma forma de bocal quadrado.

2.2 Propulsão

Devido ao sentido do fluxo, verificou-se que o propulsor deve ser um exaustor, e que ficará localizado na extremidade de saída do fluido, logo após o difusor. Para controle efetivo e qualitativo do ventilador o uso de um inversor de frequência fez-se necessário, bem como uma placa serial para controle por computador. Outro parâmetro estabelecido é a velocidade com que o fluido deve estar na seção de testes (25m/s). Para tanto, a

velocidade não depende apenas do sistema de propulsão, mas é definida pela geometria do túnel, que influi na perda de carga e fornece a potência requerida no conjunto motor/hélice.

2.3 Sistema de fumaça

A fumaça oferece a visualização do escoamento através de um modelo físico, sendo seu papel muito importante em um equipamento deste tipo. Para tanto, para a construção de uma máquina deste tipo é necessário observar quais variáveis devem ser mapeadas e controladas.

Para complementar a visualização do escoamento ao redor do modelo estudado no túnel é interessante a utilização de um sistema luminoso. No presente equipamento fez-se a incorporação de uma fonte luminosa de variadas cores piscando a uma alta frequência e uma câmera fotográfica programada para juntamente com a luz.

2.4 Sistema de medição de forças

Para complementar as análises realizadas no dispositivo, é indispensável o conhecimento e quantificação das forças envolvidas em uma colisão fluido/protótipo.

A balança foi projetada para medir as forças em três eixos de atuação (x,y,z), tendo a capacidade de informar esses os valores para um computador. O sistema da balança é composto por um conjunto de três células de carga conectadas cada uma a uma face de uma pirâmide, onde cada uma delas é responsável por medir a força em um eixo. Uma haste é então fixada junto á base da pirâmide, subindo até o interior da seção de testes. Na extremidade livre da haste são fixados os modelos a serem analisados.

3. RESULTADOS

Atendendo aos requisitos do projeto, o túnel de vento didático foi construído em MDF (*Medium Density Fiberboard*) sobre uma estrutura de suporte para fornecer estabilidade aos testes e ergonomia para o

operador do dispositivo. As junções entre os módulos do túnel foram cuidadosamente vedadas e travadas, para que não houvesse fuga de fluido, podendo provocar alterações na forma do escoamento. Uma foto do túnel construído pode ser visualizada na figura 1.



Figura 1 – Túnel de vento construído no CEM.

A estrutura da balança foi confeccionada com células de carga retiradas de balanças convencionais utilizadas em cozinha (limite de 5 kg) e peças usinadas em latão. A Figura 2 apresenta uma imagem real da estrutura da balança. Nesta imagem é possível visualizar, por exemplo, o tamanho da estrutura.

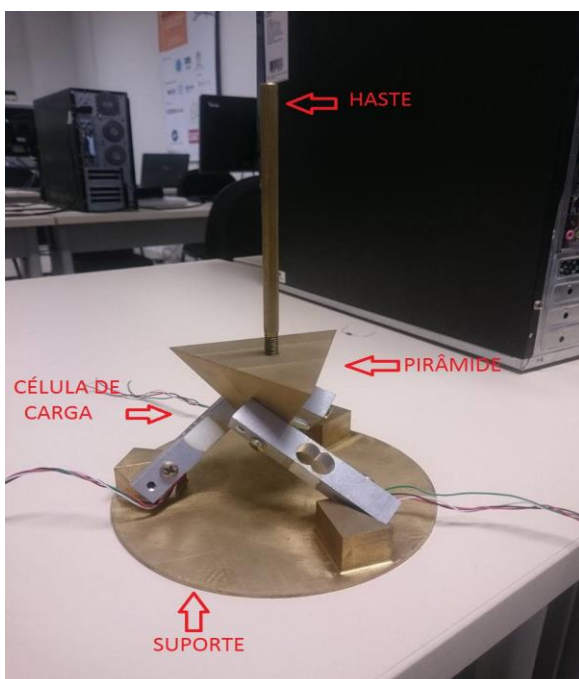


Figura 2 – Conjunto da balança construída para o túnel.

Para o sistema de sucção, foi empregado um conjunto motor/hélice, alocado em um suporte separado do corpo do túnel, para que toda a vibração gerada não afetasse o resultado dos testes realizados. O controle do conjunto é feito com a ligação do inversor a um computador, essa ligação é fornecida por um microcontrolador.

O sistema de fumaça é composto por uma máquina de fumaça, desenvolvida e construída no projeto. O objetivo da confecção da máquina de fumaça recai em facilitar o controle de um número maior de variáveis que influenciam na qualidade e quantidade de fumaça espalhada sobre o objeto ensaiado. A máquina de fumaça projetada é composta basicamente por um reservatório de fluido, especial para máquinas deste tipo, bomba, que é responsável por retirar o fluido do reservatório e conduzir para a câmara, um bico injetor e uma câmara de aquecimento. A bomba utilizada é de aplicação automotiva; o bico é o mesmo utilizado na injeção de combustíveis em carros e a câmara de aquecimento é composta por um cilindro de cobre envolvido por uma resistência de níquel-cromo do tipo fita, a qual se adequa melhor ao formato cilíndrico da câmara. A justificativa para utilização de tais materiais é a possibilidade de controlar cada dispositivo separadamente. Desta forma pode-se ter um maior controle da forma de saída da fumaça, a quantidade, velocidade e “densidade” necessárias para o ensaio realizado. Para verificar e ajustar os parâmetros em tempo real os dispositivos que compõe a máquina de fumaça são cada um conectados a um microcontrolador. Os mesmos são conectados a uma placa central, que possui um visor em LED, onde é possível visualizar e ajustar os parâmetros.

O sistema de luzes foi construído com fitas de LED, fixados no interior da parede da seção de testes, junto a uma câmara. O controle dos dois dispositivos é feito por microcontrolador, onde é possível ajustar a

frequência com que piscam as luzes, bem como o disparo da câmera. Também é possível mudar a cor das luzes de acordo com a cor da superfície do modelo em análise.

Com a estrutura básica focada em variáveis qualitativas e quantitativas, desenvolveram-se então métodos para verificação desses parâmetros. O que se almeja é a manutenção, dentro da sessão de testes, de um escoamento laminar. Para verificar tal parâmetro construiu-se uma grade de fios de lã, que quando colocados no interior do túnel sobre o efeito do escoamento do ar, se esticam perfeitamente na horizontal indicando regime laminar e ficam instáveis quando o escoamento é turbulento.

Para comprovação e verificação da velocidade e pressão durante os testes, projetou-se um sistema que informa estes dados. O sistema consiste em um manômetro de fluido conectado a um Tubo de Pitot, o qual possui um suporte que permite mapear inúmeros pontos da seção de testes. Este conjunto permite traçar a pressão e por consequência a velocidade ao longo da seção, o que é de extrema importância para os testes a serem realizados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante ressaltar que com a construção percebemos o quanto a parte teórica situa-se distante da prática. Durante este processo já foi possível visualizar o que é necessário ser modificado e as dificuldades a serem enfrentadas até o final do projeto. Por outro lado já é possível sentir a importância deste projeto dentro da universidade e de certa forma os objetivos do projeto vem sendo alcançados tanto no andamento do projeto quanto no impacto que o mesmo tem para com os estudantes do campus. Além disso, é importante enfatizar que, o túnel de vento projetado, que será finalizado considerando os primeiros resultados obtidos com este modelo, visam auxiliar, além das atividades de ensino,

àquelas voltadas as atividades de extensão, principalmente as relacionadas com as competições organizadas pela SAE, tais como Aerodesign, Baja, Fórmula SAE e Barco Solar, todos projetos relacionados com ensino e aperfeiçoamento de futuros engenheiros.

REFERÊNCIAS

- [1]BAALS, D. D; CORLIS W. R. **Whirling Arms and the First Wind Tunnels.** Disponível em : <<https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/WindTunnel/history.html>> Acesso em: 02 de maio de 2015.
- [2]MEHTA, R. D; BRADSHAW, P. **Design rules for small low speed wind tunnels.** The Aeronautical journal of the royal aeronautical society, NOVEMBER 1979.
- [3]SMITH, Richard **Wind Tunnel Explained With Computational Fluid Dynamics.** Disponível em : <<http://www.symscape.com/blog/wind-tunnel-explained-with-computational-fluid-dynamics>> Acesso em: 02 de maio de 2015