

Utilização de túnel de vento para estudos de dispersão horizontal do escoamento atmosférico no Centro de Lançamento de Alcântara (CLA)

Suelen Roballo¹, Gilberto Fisch², Roberto da Mota Girardi³

*Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)¹, Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE/CTA)², Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA/CTA)³.
e-mail: suelen@cptec.inpe.br*

Introdução

A Figura 1 mostra as características da topografia do CLA, que possui características típicas de superfície lisa (oceano) próxima a uma superfície rugosa (continente). A região continental possui uma relativa variação topográfica (falésias) com grande inclinação e altura de aproximadamente 50 m, sendo o topo plano. A rampa de lançamento de foguetes situa-se próximo a esta falésia e os foguetes ao ascenderem verticalmente podem sofrer a influência de intensa turbulência resultante da modificação do perfil do vento, proveniente do oceano.



Figura 1. Vista da falésia na costa litorânea de Alcântara

O objetivo do trabalho é analisar a dispersão horizontal do escoamento atmosférico em Alcântara, visando estudos futuros de dispersão de gases e poluentes por modelos gaussianos.

Metodologia

A região do CLA possui ventos fortes e persistentes independente da hora do dia (Fisch, 1999). Segundo Loredou-Souza et al. (2004), para velocidades médias horárias de vento acima de 10 m/s o escoamento é turbulento o suficiente para suprimir os efeitos térmicos, tornando a estabilidade da atmosfera neutra. Nesta situação, a turbulência é inteiramente de origem mecânica e depende do atrito na superfície e da distribuição vertical do cisalhamento do vento. Medidas estatísticas são usadas para estudar e representar a estrutura turbulenta e são baseadas em análises estatísticas das flutuações turbulentas. A intensidade da turbulência (I) pode ser definida como a razão entre a flutuação da velocidade:

$$I = \frac{\sigma}{U}$$

Descrição do túnel de vento

O túnel de vento utilizado está instalado no Laboratório *Kweim Lien Feng* do ITA. A câmara de ensaios, local em que o modelo é colocado, possui altura e largura de 460 mm e comprimento de 1200 mm (Figura 2a). A faixa de velocidade está em 22 m/s, sendo um túnel de circuito aberto, com o ar sendo absorvido em uma região e deslocado em outra. A Figura 2b mostra uma vista lateral do modelo utilizado e a distância (em mm) dos materiais fixados ao piso do túnel.

Utilizou-se a técnica de anemometria de fio quente para as medições da velocidade do vento. As alturas para a obtenção dos perfis verticais de velocidades médias seguiram as alturas correspondentes a Torre Anemométrica localizada no CLA, que possui sensores de velocidade e direção do vento instalados em seis níveis com alturas de 6,0, 10,0, 16,3, 28,5, 43,0 e 70,0 m. Maiores detalhes estão descritos em Roballo (2007).

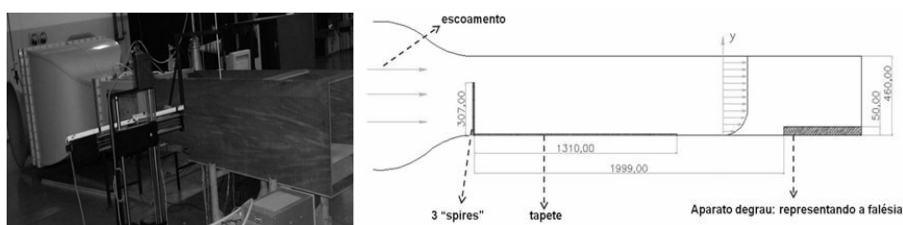


Figura 2. Túnel de vento utilizado a) vista geral, b) esquema lateral do modelo

Resultados

Em níveis baixos (nível 2, no caso) têm-se grandes flutuações de velocidade próximo ao degrau, causado pela passagem do escoamento no ponto de descontinuidade (quina do degrau). Nos níveis superiores as flutuações diminuem, porém são observadas algumas zonas de recirculações formadas em regiões laterais, causadas pelos efeitos de parede do túnel. Observam-se altos valores de intensidades turbulentas logo após o degrau, nos níveis baixos, devido à recirculação caracterizada por baixos valores de velocidades médias e elevadas flutuações de velocidade (Figura 4). A intensidade turbulenta diminui com a altura, sendo que após o nível 5 os valores apresentara-se menores que 0,1 (não mostrado).

Conclusões

Analisou-se a dispersão horizontal no CLA visando ter um conhecimento geral da dispersão dos gases e poluentes na região para ser aplicado em épocas de lançamento de foguetes. Além disso, possibilitou mostrar a vantagem da utilização de túneis de vento para estudos em micrometeorologia.

Referências bibliográficas

Fisch, G. Características do Perfil Vertical do Vento no Centro de Lançamento de Foguetes de Alcântara (CLA). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 14, n.1, p. 11-22, jun.1999.

Loredo-Souza, A.M; Schettini, E.B.C; Paluch, M.J. Simulação da Camada Limite Atmosférica em Túnel de Vento. In: Möller, S. V.; Silvestrini J. H. (Org.). **Turbulência**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas - ABCM, 2004, v.4, p.137-163.1 CD-ROM.

Roballo, S. **Estudo do Escoamento Atmosférico no Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) através de medidas de Torre Anemométrica e em Túnel de Vento**. Dissertação de Mestrado em Meteorologia, São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. 136p.

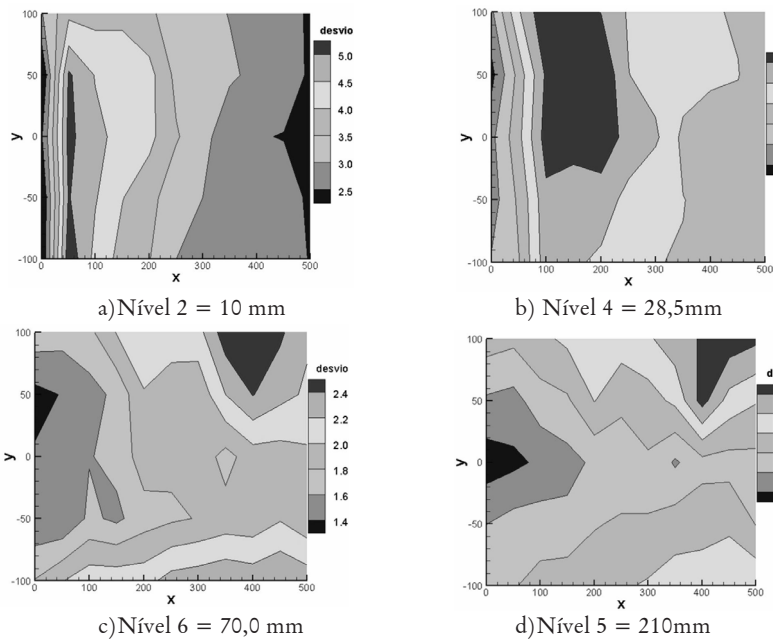


Figura 3. Dispersão do desvio padrão de velocidade média ao longo da região do CLA

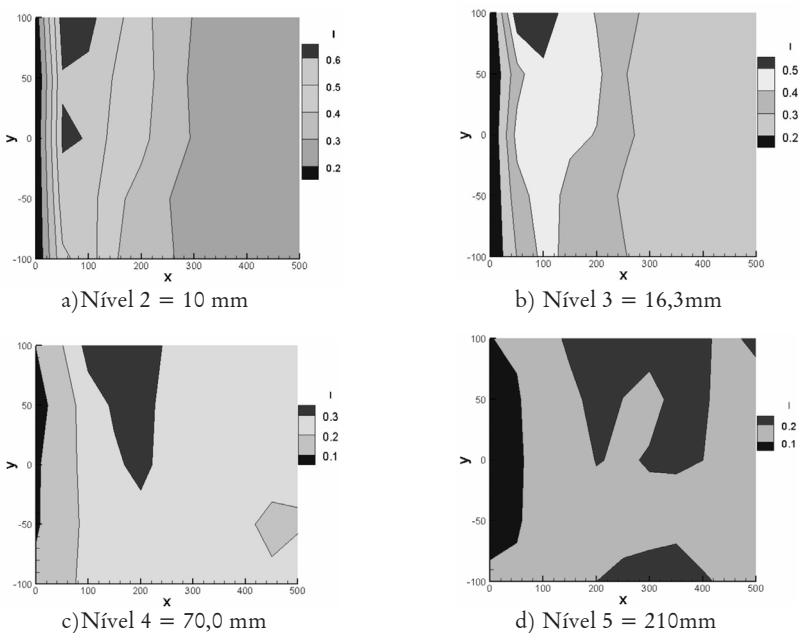


Figura 4. Dispersão de Intensidade turbulenta ao longo da região do CLA