

## **ANÁLISE DO PERFIL DO VENTO EM CONDIÇÕES NEUTRAS NO CENTRO DE LANÇAMENTO DE ALCÂNTARA**

Roberto Magnago<sup>1,2</sup>, Gilberto Fisch<sup>3</sup>, Bianca Fortes<sup>1</sup>, Paloma Oliveira<sup>2</sup>, Patrícia Nogueira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro / Faculdade de Tecnologia ( UERJ / FAT )

<sup>2</sup>Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA)

<sup>3</sup>Instituto de Aeronáutica e Espaço / Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial ( IAE / DCTA )

### **RESUMO**

Neste estudo, apresentam-se resultados do perfil logaritmo do vento, coletados no CLA durante cinco dias no mês de setembro de 2008. Os resultados mostram que o comprimento de rugosidade é da ordem de 0,4 m e a velocidade de fricção é aproximadamente 10% da velocidade do vento a 70 m. O perfil do vento obtido em uma torre anemométrica de 70 m com seis níveis de medições ajustam-se bem na forma logarítmica.

### **ABSTRACT**

In this study we present results of the logarithm of the wind profile, collected at the Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) for five days in September 2008. The results show that the roughness length is of the order of 0.4 m and friction velocity is approximately 10% of the wind speed at 70 m. The wind profile obtained from an anemometric tower of 70 m with six levels of measurement fits well in logarithmic form.

### **INTRODUÇÃO**

O Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) é o portal brasileiro para o espaço, lançando veículos espaciais em Alcântara - MA. O conhecimento das características meteorológicas, principalmente o vento (Magnago et al., 2010), é fundamental para o sucesso das operações de lançamento destes foguetes. Este estudo busca analisar, através de

medidas observacionais na Camada Limite Superficial, o perfil do vento no regime próximo da neutralidade ( $-0,2 < z/L < 0,2$ ) no CLA, onde  $z/L$  é o parâmetro de estabilidade de Monin-Obhukov.

## MATERIAL E MÉTODO

Este estudo foi realizado durante a época seca, que é normalmente compreendida entre os meses de agosto e dezembro. Nesta época ocorre um aumento da velocidade do vento (valores médios de  $\pm 7,0$  m/s), devido à intensificação do contraste térmico entre o continente e o oceano (Magnago et al., 2010). Os dados utilizados neste trabalho foram coletados entre 20 e 24 de setembro de 2008. A torre anemométrica (altitude de 46m do nível do mar) de perfis do vento era composta por seis anemômetros do tipo aerovane modelo 05106 da marca R.M. Young nas alturas de 6 m; 10 m; 16,3 m; 28,5 m; 43 m e 70 m (Gisler et al., 2011). Neste trabalho, não foi utilizada o deslocamento  $d=3,3$ m proposto por Roballo et al. (2008) para dados coletados neste sitio experimental.

## RESULTADOS

A Figura 1 mostra os perfis do vento para um dia (20/09/2008) considerando-se as variáveis alturas e o logaritmo da altura. O ajuste linear foi muito bom, mesmo considerando-se a divisão dos perfis em função das horas do dia. Os perfis noturnos apresentam velocidades maiores do vento. A Figura 2 mostra a série temporal dos parâmetros de turbulência velocidade de fricção ( $u^*$ ) e comprimento de rugosidade ( $z_0$ ). O comprimento de rugosidade é da ordem de 0,4 m e a velocidade de fricção é aproximadamente 10% da velocidade do vento a 70 m.

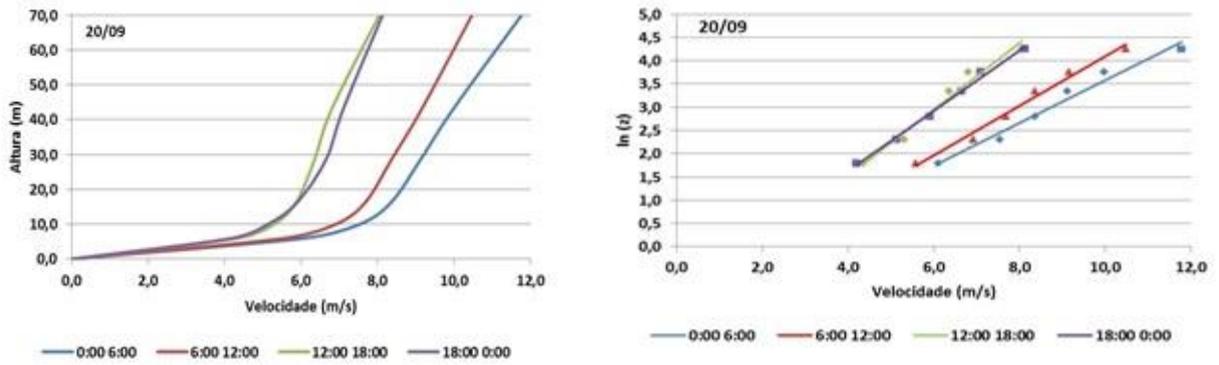


Figura 1: Perfil da velocidade do vento (para o dia 20/09/2008) e o ajuste logarítmico.

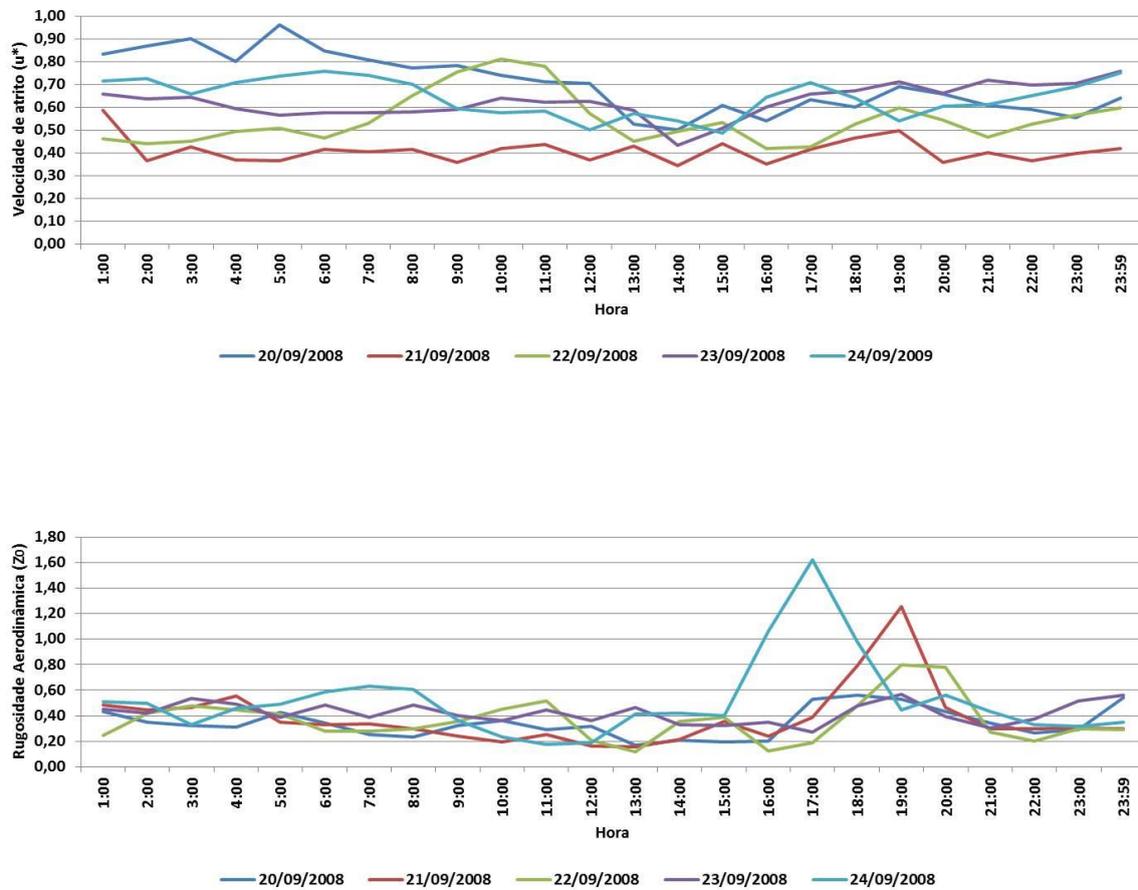


Figura 2: Série temporal dos parâmetros de turbulência.

Na Tabela 1, encontram-se todos os parâmetros ( $u^*$  e  $z_0$ ) e ajustes para todos os dias analisados.

**Tabela 1:** Parâmetros de Turbulência para a série temporal completa.

| DIA        | INTERVALOS  | RETA                   | R <sup>2</sup> | $u_*$ | $z_0$ |
|------------|-------------|------------------------|----------------|-------|-------|
| 20/09/2008 | 0:00 6:00   | $y = 0,4613x - 1,0249$ | 0,97           | 0,87  | 0,36  |
|            | 6:00 12:00  | $y = 0,5324x - 1,2354$ | 0,98           | 0,75  | 0,29  |
|            | 12:00 18:00 | $y = 0,7104x - 1,3088$ | 0,97           | 0,56  | 0,27  |
|            | 18:00 23:59 | $y = 0,6501x - 0,9841$ | 0,99           | 0,62  | 0,37  |
| 21/09/2008 | 0:00 6:00   | $y = 0,7516x - 0,8375$ | 0,95           | 0,53  | 0,43  |
|            | 6:00 12:00  | $y = 0,769x - 1,4336$  | 0,98           | 0,52  | 0,24  |
|            | 12:00 18:00 | $y = 0,7966x - 1,2081$ | 0,98           | 0,50  | 0,30  |
|            | 18:00 23:59 | $y = 0,749x - 0,8894$  | 1,00           | 0,53  | 0,41  |
| 22/09/2008 | 0:00 6:00   | $y = 0,8605x - 1,0416$ | 0,98           | 0,46  | 0,35  |
|            | 6:00 12:00  | $y = 0,587x - 1,0571$  | 0,99           | 0,68  | 0,35  |
|            | 12:00 18:00 | $y = 0,8474x - 1,4099$ | 0,98           | 0,47  | 0,24  |
|            | 18:00 23:59 | $y = 0,7378x - 1,0079$ | 1,00           | 0,54  | 0,36  |
| 23/09/2008 | 0:00 6:00   | $y = 0,656x - 0,7912$  | 0,97           | 0,61  | 0,45  |
|            | 6:00 12:00  | $y = 0,6617x - 0,9133$ | 0,95           | 0,60  | 0,40  |
|            | 12:00 18:00 | $y = 0,7041x - 1,0694$ | 0,98           | 0,57  | 0,34  |
|            | 18:00 23:59 | $y = 0,5707x - 0,8616$ | 0,99           | 0,70  | 0,42  |
| 24/09/2008 | 0:00 6:00   | $y = 0,5589x - 0,7506$ | 0,96           | 0,72  | 0,47  |
|            | 6:00 12:00  | $y = 0,655x - 1,1118$  | 0,96           | 0,61  | 0,33  |
|            | 12:00 18:00 | $y = 0,6757x - 0,3282$ | 0,89           | 0,59  | 0,72  |
|            | 18:00 23:59 | $y = 0,6301x - 0,9657$ | 1,00           | 0,63  | 0,38  |

## CONCLUSÕES

Este estudo mostrou que o comprimento de rugosidade é da ordem de 0,4 m e a velocidade de fricção é aproximadamente 10% da velocidade do vento. O perfil do vento ajusta-se na forma logarítmica.

## REFERÊNCIAS

Magnago, R. O.; Fisch, G; Moraes O.L.L. Análise Espectral do Vento no Centro de Lançamento de Alcântara (CLA). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.2, pp. 260-269, 2010.

Ferreira, C. A. G., Fisch, G.; Correa, C. S. Análise estatística do perfil de vento na camada limite superficial no Centro de Lançamento de Alcântara. **Journal of Aerospace Technology and Management**, v.3, n.2, pp. 193-202, 2011.

Roballo, S.; Fisch, G; Escoamento Atmosférico no Centro de Lançamento de Alcântara: Parte 1- Aspectos Observacionais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.4, pp. 510-519, 2008.