

# Estudo e análise de partículas suspensas na atmosfera com um sistema LIDAR e correlação com eventos de inversão térmica

Caio Alencar de Matos e Eduardo Landulfo  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN

## INTRODUÇÃO

A poluição concentra-se na parte mais baixa da troposfera que é a chamada Camada Limite Planetária. Esta pode ser definida como a camada que pode ser alterada significativamente por fenômenos que acontecem no solo em intervalo de tempo não muito longo.

A camada limite pode ser dividida em basicamente três camadas, sendo estas a camada de mistura, que existe predominantemente durante o dia, a camada residual e a camada noturna, que existem predominantemente durante a noite [1].

Neste trabalho realiza-se medidas de material particulado e aerossol, utilizando uma técnica de sensoriamento remoto com laser, a qual é chamada de LIDAR (Light Detection and Ranging), sendo esta similar à técnica de radar.

Esta técnica possibilita a obtenção de dados do perfil vertical do coeficiente de retroespalhamento e do coeficiente de extinção de aerossol, sendo assim tem-se dados da distribuição de aerossol pela altura.

## OBJETIVO

O objetivo desta parte do trabalho é utilizar os dados obtidos do sistema LIDAR, e a partir deles, chegar a um método automatizado de análise, para a determinação da camada de mistura, que mais se adequa as nossas exigências, testando-se assim inúmeros métodos.

## METODOLOGIA

Assim foram feitos inúmeros métodos com o intuito de analisar o sinal obtido pelo LIDAR.

Entre estes métodos, um dos que até este momento se adequou bem às nossas exigências é o método no qual consiste em calcular o logaritmo neperiano de cada sinal retroespalhado em função da altura, e então a partir do gráfico da derivada em função

da altura, encontra-se a camada de mistura no ponto de menor derivada.

Foi feito um programa no ambiente Labview para implementar o procedimento descrito acima e gerar um gráfico (figura 1). Nesta figura observa-se dois gráficos, o localizado acima nos mostra a altura pelo tempo e as cores indicam a intensidade do sinal, já o gráfico abaixo mostra a variação da altura da camada de mistura, a qual foi obtida como descrito acima.

Outro método o qual está sendo testado, é o método no qual aproxima-se uma função de retroespalhamento idealizado [3] (equação 1) aos nossos dados, sendo seus parâmetros tirados a partir dos dados coletados.

Na equação 1,  $B(z)$  é o perfil de retroespalhamento idealizado,  $B_m$  é a média do coeficiente de retroespalhamento na camada de mistura,  $B_u$  é a média do coeficiente de retroespalhamento imediatamente acima da camada de mistura,  $z_m$  é a altura da camada de mistura e  $s$  é a espessura da camada de entranhamento. A função erf é uma função erro (equação 2). Para gerar a equação 1 foi utilizado o programa Mathematica.

$$B(z) = (B_m - B_u) / 2 - [(B_m - B_u) / 2] \operatorname{erf}((z - z_m) / s) \quad (1)$$

$$\operatorname{Erf}[z_0, z_1] = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_{z_0}^{z_1} e^{-t^2} dt \quad (2)$$

## RESULTADOS

Utilizando o método no qual se calculava derivada do logaritmo, fez-se inúmeras análises dos dados, tendo resultados satisfatórios quanto a altura da camada de mistura. A Fig. 1 representa as medidas do dia 10/09/2004, que teve suas medidas começadas as 09:18h. O gráfico abaixo mostra a variação temporal da camada de

limite, que se comparada à análise visual é compatível.

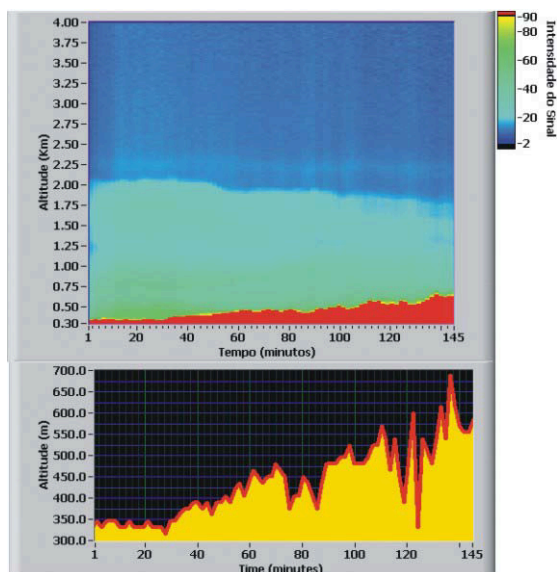


Figura 1: Figura referente ao dia 10/09/2004, começando as suas medidas às 09:18h

A Fig. 2 representa o gráfico da equação 1, nesta foram utilizados dados idealizados [3] considerando então  $B_u=2$ ,  $B_m=10$ ,  $z_m=500m$  e  $s=100m$ . Neste caso obtém se então um gráfico idealizado do sinal analisado.

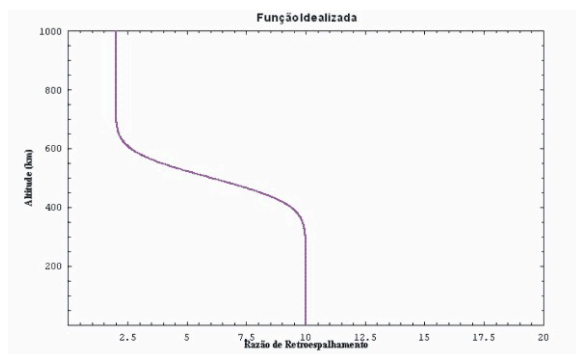


Figura 2: Função de retroscalhamento idealizada

De todos os métodos até agora utilizados o que mais se adequou as nossas necessidades foi o método da derivada do logaritmo. Porém a partir do outro método pode-se ajustar uma curva do retroscalhamento em função da altitude a uma função idealizada dos dados coletados e implementar um método computacional para a determinação da altura da camada de mistura, como para determinar a altura da camada limite.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Roland B. Stull, An Introduction to Boundary Layer Meteorology, 1998.
- [2] Estudo do perfil vertical de aerossóis na troposfera utilizando a técnica de LIDAR, Tese de Mestrado, Renata Fernandes de Souza, 2004.
- [3] D.G. Steynsa, M. Baldi, R.M. Hoff, The Detection of Mixed Layer Depth and Entrainment Zone Thickness from Lidar Backscatter Profiles.

## APOIO FINANCEIRO

CNPq/PIBIC