



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA



**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS
CENTRO REGIONAL SUL DE PESQUISAS ESPACIAIS
LABORATÓRIO DE RECURSOS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS**

**CÁLCULO DO COMPRIMENTO DE RUGOSIDADE PARA FINS
EÓLICOS DA REGIÃO DE SÃO MARTINHO DA SERRA: DADOS
DE AGOSTO DE 2004 A JULHO DE 2005**

AUTORES:

Marcelo P. Pes; Marcus Guedes; Jefferson G. Rosetto; Leonardo A. Biazi; Ricardo A. Guarnieri; Fernando R. Martins; Enio B. Pereira; Nelson J. Schuch

ORIENTADOR:

Enio Bueno Pereira





SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO NACIONAL DE DADOS AMBIENTAIS

OBJETIVOS

- Determinar o comprimento de rugosidade para a região de São Martinho da Serra.
- Comparar o resultado obtido com os valores de rugosidade em função dos diferentes tipos de terreno.



SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO NACIONAL DE DADOS AMBIENTAIS

INTRODUÇÃO TEÓRICA

O VENTO

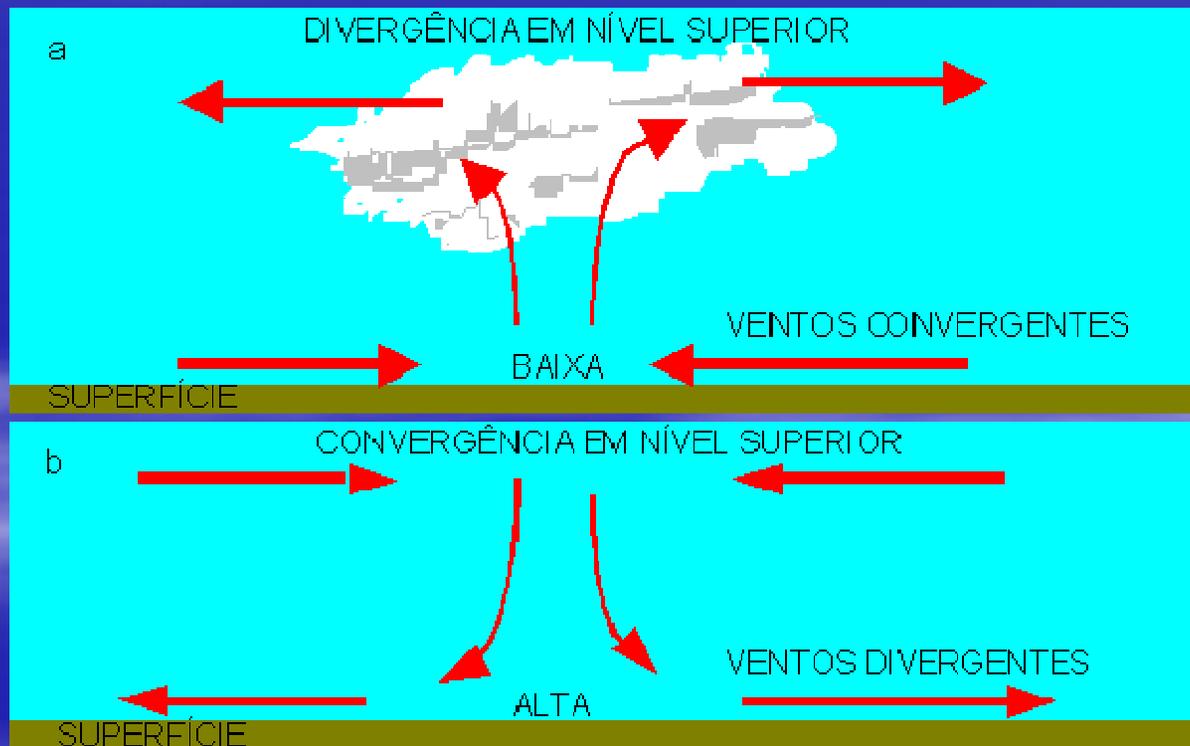
- O Vento surge em função do movimento de rotação da Terra e dos gradientes de pressão, que são resultados do aquecimento diferencial de porções de ar, provocado pela radiação solar.
- Existem dois tipos de movimento de ar na Atmosfera: o vento (horizontal) e as correntes de ar (vertical).



SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO NACIONAL DE DADOS AMBIENTAIS

INTRODUÇÃO TEÓRICA

COMPONENTE VERTICAL

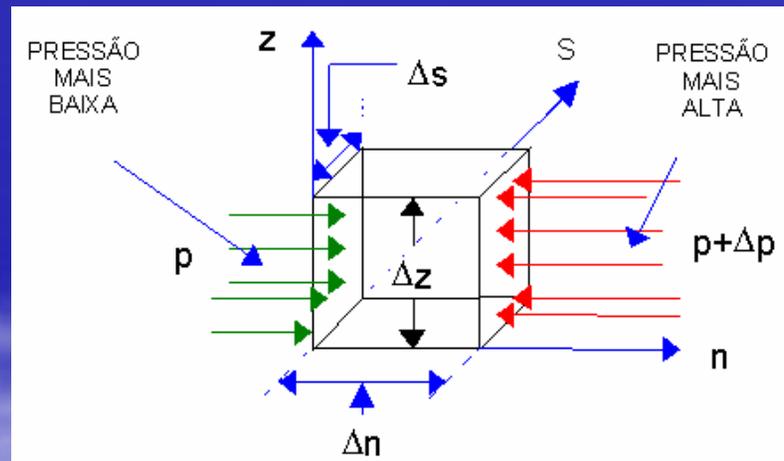




SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO NACIONAL DE DADOS AMBIENTAIS

INTRODUÇÃO TEÓRICA

COMPONENTE HORIZONTAL





SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO NACIONAL DE DADOS AMBIENTAIS

INTRODUÇÃO TEÓRICA

DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DO VENTO

- O vento usado pelos geradores eólicos é próximo à superfície terrestre.
- Nesta camada limite a velocidade assume uma distribuição vertical, variando com a altitude em função do tipo de terreno.
- A velocidade v do vento em uma altura qualquer pode ser estimada através da relação:

$$v(h) = v_{\text{ref}} \frac{\ln(h/z_0)}{\ln(h_{\text{ref}}/z_0)}$$

h_{ref} = altura de referência da medição da velocidade do vento

v_{ref} = velocidade do vento na altura de referência

z_0 = comprimento de rugosidade. Altura na qual a velocidade do vento é igual a zero.

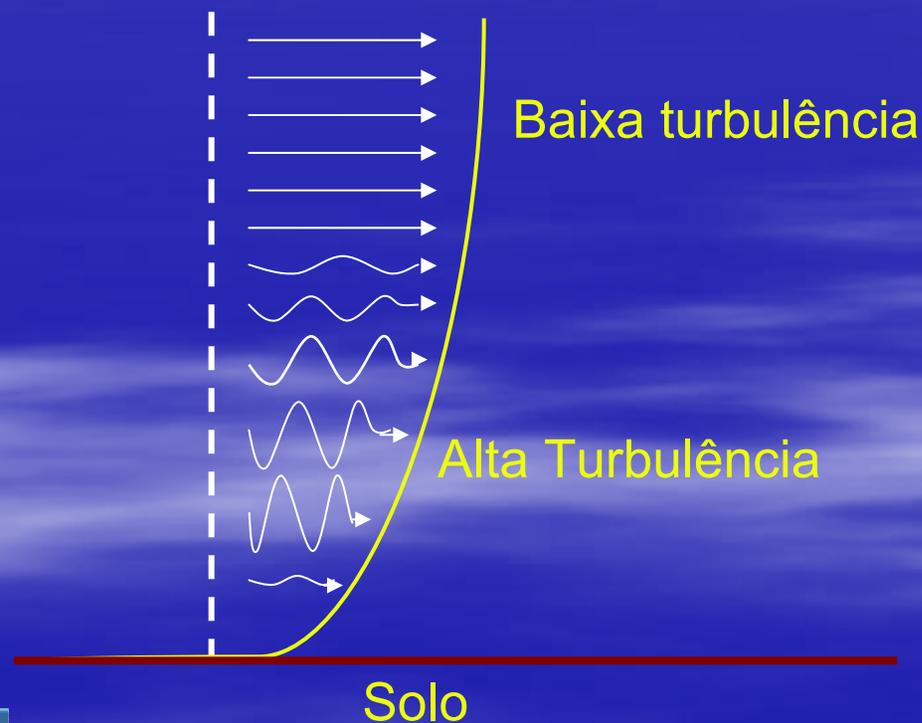




SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO NACIONAL DE DADOS AMBIENTAIS

INTRODUÇÃO TEÓRICA

DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DA VELOCIDADE DO VENTO





SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO NACIONAL DE DADOS AMBIENTAIS

INTRODUÇÃO TEÓRICA

CÁLCULO DO COMPRIMENTO DE RUGOSIDADE

$$v(h) = v_{\text{ref}} \frac{\ln(h/z_0)}{\ln(h_{\text{ref}}/z_0)} \quad \text{Equação da velocidade do vento a uma altura } h$$

Fazendo $v_{\text{ref}} = v_1$ e $v(h) = v_2$; e $h_{\text{ref}} = h_1$ e $h = h_2$, então:

$$v_2 = v_1 \frac{\ln(h_2/z_0)}{\ln(h_1/z_0)}$$

Isolando z_0 obtemos:

$$z_0 = \frac{h_2 - h_1}{e^{v_2} - e^{v_1}} \quad \text{Comprimento de rugosidade}$$



SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO NACIONAL DE DADOS AMBIENTAIS

METODOLOGIA

- Para realizar-se o cálculo do comprimento de rugosidade, deve-se utilizar dois anemômetros em um diferentes alturas no mesmo local.
- Equipamentos: os dados foram coletados por anemômetros de hélice, modelo 05106 (R. M. Young Co.), nas alturas de 25 e 50 metros.





SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO NACIONAL DE DADOS AMBIENTAIS

METODOLOGIA

- Calculou-se a média da velocidade dos ventos para as altitudes de 25 e 50 metros utilizando dados de Agosto de 2004 a Julho de 2005.
- A partir das médias obtidas para cada altura, calculou-se o comprimento de rugosidade do terreno para a região do Observatório Espacial do Sul.
- Com base no modelo usado pode-se realizar uma estimativa da velocidade dos ventos para a altura de 10 metros.
- Usou-se um programa em Matlab para determinar as direções predominantes dos ventos na região.



SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO NACIONAL DE DADOS AMBIENTAIS

RESULTADOS

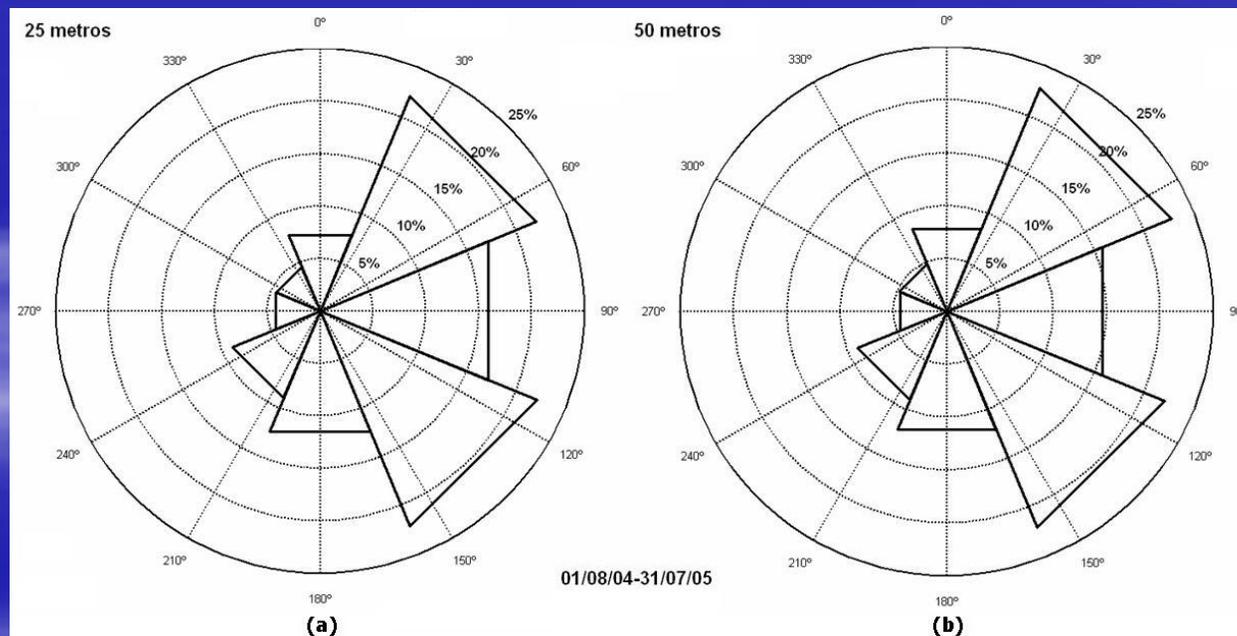
- As médias de velocidade dos ventos encontradas foram de 5,28 m/s para 25 metros e 6,42 m/s para 50 metros.
- A partir do modelo usado, o comprimento de rugosidade do terreno é de aproximadamente 0,05 metros.
- Fazendo uso do valor de z_0 encontrado, estimou-se uma velocidade de 4,51 m/s para 10 metros de altitude.



SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO NACIONAL DE DADOS AMBIENTAIS

RESULTADOS

- Os sentidos predominantes dos ventos para 25 e 50 metros são Nordeste e Sudeste, correspondendo a 45 % das direções dos ventos incidentes na região.





SISTEMA DE ORGANIZAÇÃO NACIONAL DE DADOS AMBIENTAIS

OBRIGADO!

