

# Localização de parques eólicos

## Condições eólicas

Normalmente a natureza do solo resulta numa excelente ajuda para encontrar uma localização apropriada para o aerogerador. As posições das árvores da região são uma boa pista para saber qual é a direção de vento dominante. Se nos movemos ao longo de um litoral acidentado, observaremos que em séculos de erosão o vento tem atuado em uma direção particular. Os dados meteorológicos, obtidos de rosa de ventos durante um período de 30 anos, são provavelmente o melhor guia, ainda que estes dados sejam corrigidos diretamente em sua localização. Se existem aerogeradores nessa área, seus resultados de produção são um excelente guia das condições de ventos locais.

## Buscar uma boa perspectiva

É bom ter uma vista mais ampla possível na direção do vento dominante, assim como os mínimos obstáculos possíveis e uma rugosidade mais baixa na mesma direção. Se encontrar uma colina arredondada para situar as turbinas é possível que consiga a mais, um efeito acelerador.

## **Conexão a rede elétrica**

É claro que os grandes aerogeradores têm que ser conectados a rede elétrica. É importante um estudo para conexão de um parque eólico a rede de distribuição.

## **Condições do solo**

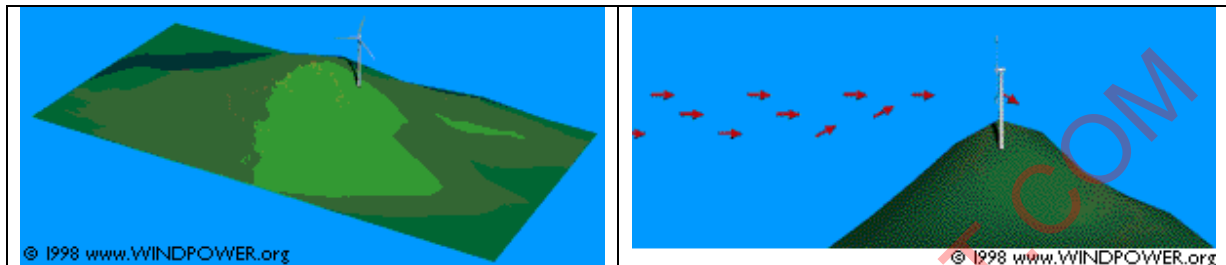
A viabilidade de realizar as cimentações das turbinas como de construir estradas que permitam a passagem de caminhões pesados até o local, devem ser levado em conta em qualquer projeto de aerogeradores.

## **Riscos no uso de dados meteorológicos**

Os meteorólogos recolhem dados de vento para suas previsões meteorológicas e para a aviação. Essa informação é a princípio, utilizada para a avaliação das condições de vento gerais para energia eólica em uma determinada área. As velocidades do vento são fortemente influenciadas pela rugosidade da superfície da área circundante, pelos obstáculos ao seu redor (como árvores, torres, farol ou outras construções) e pelo terreno local.

# Efeitos que influenciam na velocidade do vento

## Efeito da colina



Uma forma corrente de localizar aerogeradores é em colinas. Em particular, sempre supõe-se ter uma vista mais ampla possível na direção de vento dominante na área. Nas colinas, sempre se verificam velocidades de vento superiores as das áreas circundantes. Se a colina é escarpada ou tem uma superfície acidentada, pode haver turbulência significativa que pode anular o efeito da vantagem de ter velocidades maiores.

## Efeito do rastro (esteira)



Um aerogerador sempre cria um abrigo na direção a favor do vento. Abrirá uma esteira por trás da turbina, ou seja, uma cauda de vento bastante turbulenta.

## Efeitos aceleradores:efeito túnel

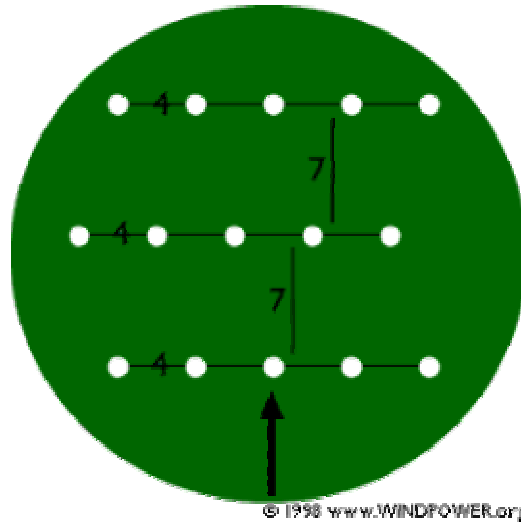


O ar se comprime na parte da montanha que está exposta ao vento e sua velocidade cresce consideravelmente entre os obstáculos do vento. Isto é que se conhece por efeito túnel. Se a velocidade do vento em terreno aberto é de 6 m/s, por exemplo, em um túnel natural pode facilmente alcançar 9 m/s.

### Efeito do parque

O ideal seria poder separar as turbinas o máximo possível na direção do vento dominante. Pelo outro lado, o custo do terreno e das conexões dos aerogeradores a rede elétrica, aconselha instalar as turbinas mais perto uma da outra.

## Distribuição em um parque

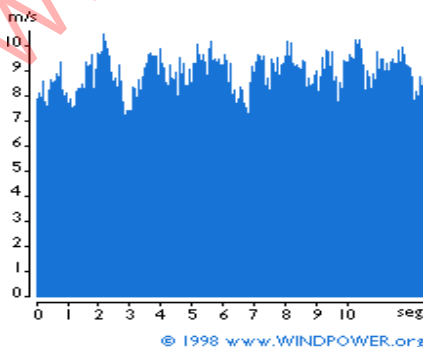


Como regra geral, a separação entre aerogeradores em um parque eólico é de 5 a 9 vezes o diâmetro do rotor na direção dos ventos dominantes e de 3 a 5 diâmetros de rotor na direção perpendicular.

## Variação na velocidade do vento

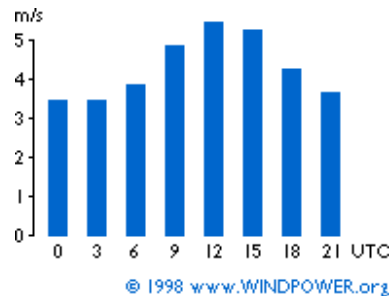
### Variação do vento em curto tempo

A velocidade do vento está sempre flutuando, por isso o conteúdo energético do vento varia continuamente. A amplitude dessa flutuação depende tanto das condições climáticas como das condições de superfícies locais e dos obstáculos. A produção de energia de uma turbina eólica varia conforme varia o vento, ainda que as variações mais rápidas são, até certo ponto, compensadas pela inércia do rotor da turbina eólica.



## Variações diurnas (noite e dia) do vento

Na maioria das localizações do planeta o vento sopra mais forte durante o dia que durante a noite.



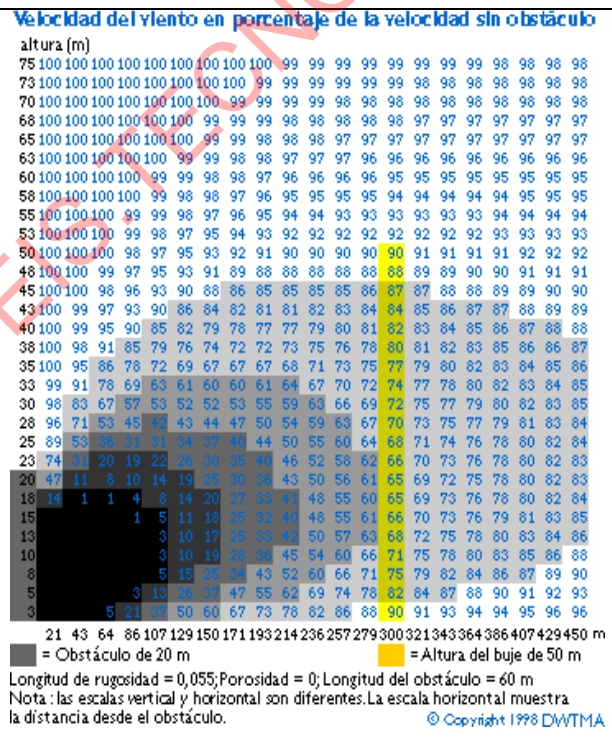
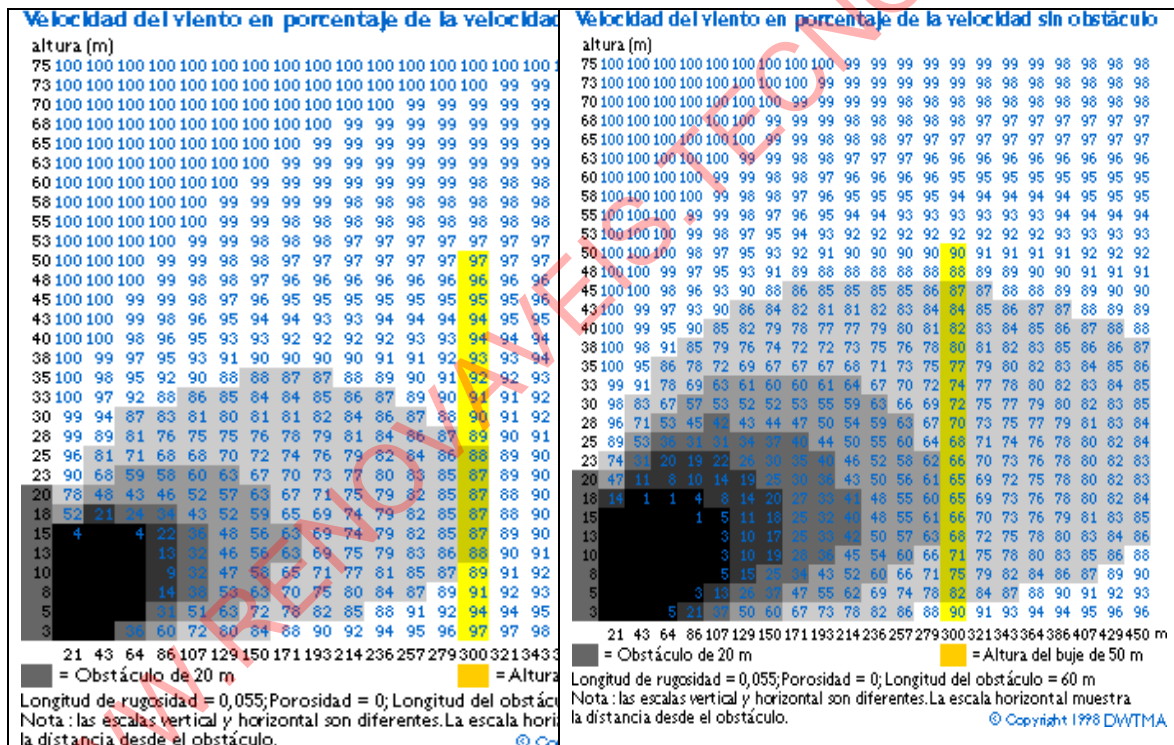
Do ponto de vista dos proprietários de aerogeradores, é do seu interesse que a maior parte da energia eólica seja produzida durante o dia, já que o consumo nesse período é maior que durante a noite. Muitas companhias de eletricidade pagam mais por energia produzida durante o dia devido aos picos de carga.

## Turbulência

Seguramente já foi observado que as tormentas vêm associadas a rajadas de vento que mudam de velocidade e direção. Em áreas cuja superfície é muito acidentada após obstáculos como edifícios, também se produzem muitas turbulências com fluxos de ar muito irregulares em seu arredor.

# Abrigo de viento

Este gráfico proporciona una estimación de como o vento diminui por trás de um obstáculo sem aerodinâmica. Neste caso, é um edifício de 7 andares de 20 m de altura e 60 m de largura situado a uma distância de 300m de um aerogerador com altura de 50m. Na parte superior da torre do aerogerador em amarelo, a velocidade do vento diminui em 3%. Observe que isto representa uma perda de energia em torno de 10%.



## **Dados para o cálculo do abrigo do vento**

Um programa de computador proporcionará rapidamente os resultados para a altura da turbina e a distância do obstáculo.

- Altura da turbina
- Distância entre o obstáculo e a turbina
- Comprimento da rugosidade ou classe de rugosidade
- Altura do obstáculo
- Largura do obstáculo
- Porosidade do obstáculo

### **Rugosidade**

Em geral, quanto mais pronunciada for a rugosidade do terreno maior será a ralação que o vento é submetido. Os bosques e as grandes cidades ralam muito o vento, enquanto isso, as pistas de concretos dos aeroportos ralam ligeiramente. As superfícies de águas são mais lisas que as pistas de concreto e têm menos influência sobre o vento.

### **Classe de rugosidade e comprimento de rugosidade**

Uma alta rugosidade de classe 3 ou 4 se refere a uma paisagem com muitas árvores e edifícios, enquanto que a superfície do mar tem rugosidade de classe zero. As pistas de concreto dos aeroportos têm rugosidade 0,5.

Cidades com edifícios tem o comprimento de rugosidade de 0,8 m . Bosques e terrenos acidentados tem comprimento de 0,4m, água 0,0002m e pistas de concreto 0,0024m.



## Fórmula do perfil vertical do vento

A velocidade do vento a uma certa altura do solo é

$$v = v_{\text{ref}} \ln(z/z_0) / \ln(z_{\text{ref}}/z_0)$$

$v$  -----» velocidade do vento na altura  $z$

$v_{\text{ref}}$ ---» velocidade conhecida na altura  $z_{\text{ref}}$

$Z_0$ ----» comprimento de rugosidade na direção do vento

Exemplo:

Sabemos que a 20 m de altura o vento está soprando com a velocidade de 7,7 m/s. Queremos conhecer a velocidade do vento a 60 m de altura, sendo o comprimento da rugosidade de 0,1 m.

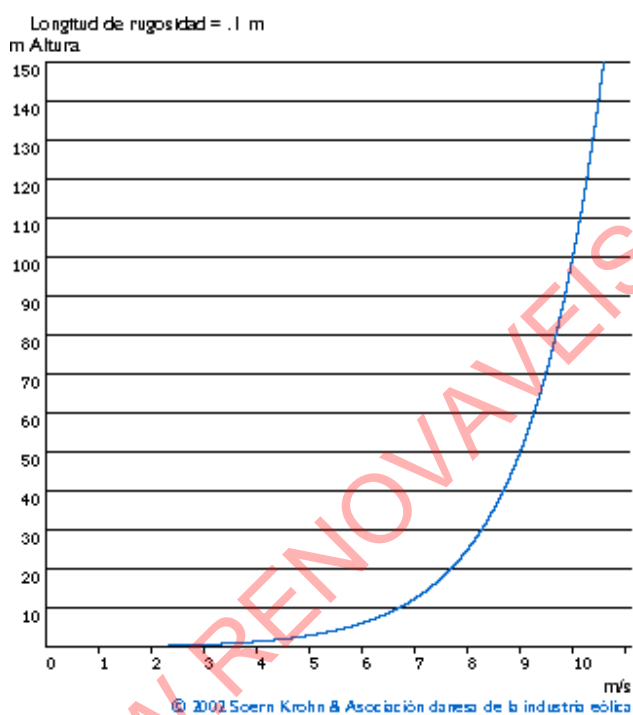
$$v_{\text{ref}}=7,7 \quad z_{\text{ref}}=20 \quad Z_0=0,1 \quad \text{e} \quad z=60.$$

Aplicando a fórmula temos que

$$v=9,2966 \text{ m/s.}$$

## Gráfico de velocidade de vento

Este gráfico mostra como varia a velocidade do vento em um local de rugosidade de classe 2. Solo agrícola com algumas casas e cercas de proteção a intervalos de 500 m, considerando que o vento sopra a uma velocidade de 10 m/s a 100 m de altura.



## Condições eólicas no mar

As superfícies do mar e dos lagos são mais lisas porque a rugosidade marina é muito baixa a velocidades constantes. Com a velocidade do vento crescendo, parte da energia é empregada para produzir ondas, o que implica no aumento da rugosidade. Uma vez formado as ondas, a rugosidade decresce novamente.



### **Baixo cisalhamento do vento implica menor altura da turbina**

Com baixa rugosidade, o cisalhamento do vento no mar também é baixo, o que implica que a velocidade do vento não experimenta grandes mudanças ao variar a altura do aerogerador. Isso resulta mais economia utilizando torres mais baixas, em torno de 0,75 vezes o diâmetro do rotor. Normalmente, as torres dos aerogeradores situados em terra medem um diâmetro do rotor, dependendo das condições locais.

### **Baixa intensidade de turbulências. Maior tempo de vida dos aerogeradores**

O vento no mar é geralmente menos turbulento que em terra, por isso um aerogerador situado no mar se pode esperar um tempo de vida maior que outro situado em terra.