

# Fontes de Energia Eólica

## Parte I

Prof. Antonio Simões Costa

Labspot - EEL

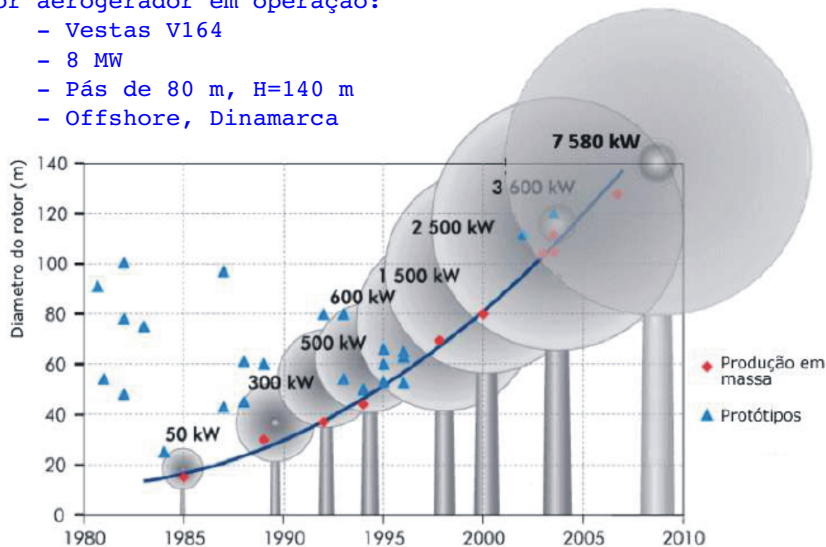
# Viabilidade do aproveitamento da energia eólica

- Para que a energia eólica seja considerada tecnicamente aproveitável, é necessário que sua densidade seja maior ou igual a 500 W/m<sup>2</sup>, a uma altura de 50 m;
- Isto requer uma velocidade mínima do vento de 7 a 8 m/s (GRUBB; MEYER, 1993);
- Segundo a Organização Mundial de Meteorologia, em apenas 13% da superfície terrestre o vento apresenta velocidade média igual ou superior a 7 m/s, a uma altura de 50 m;
- Essa proporção varia muito entre regiões e continentes, chegando a 32% na Europa Ocidental (ver tabela).

# Evolução da potência dos aerogeradores

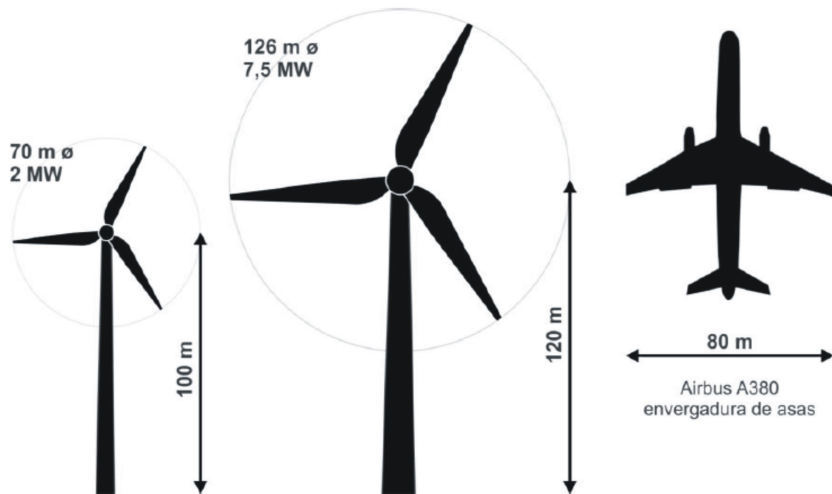
Maior aerogerador em operação:

- Vestas V164
- 8 MW
- Pás de 80 m, H=140 m
- Offshore, Dinamarca



Fonte: Agência Internacional de Energia (IEA)

# Aerogeradores modernos



# Tipos de turbinas eólicas

- Diferentes terminologias: *gerador com acionamento eólico, gerador eólico, turbina eólica, turbogerador eólico (WTG), sistema de conversão de energia eólica (WECS)*;
- Podem ser de *eixo horizontal (“HAWT”)* ou de *eixo vertical (“VAWT”)*;
- Grupos de geradores eólicos são organizados em *parques eólicos*.

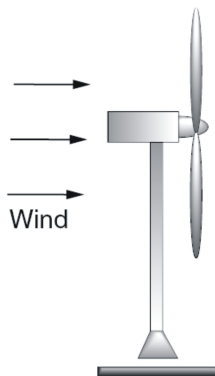
# Turbinas eólicas de eixo vertical

- Rotor *Darrieus*: único gerador eólico de eixo vertical que obteve algum sucesso comercial;
- Ao atingir as pás verticais, chamada de *aerofólios*, o vento gera um “empuxo” que gera rotação;
- nenhum controle de *guinada* (“yaw”) é necessário para manter rotor face ao vento;
- *Vantagem*: maquinário pesado da *nacele* pode ficar no solo, ou no topo de uma edificação;
- *Desvantagem*: rotor fica mais próximo ao solo, onde as velocidades do vento são menores, do que as turbinas HAWT.



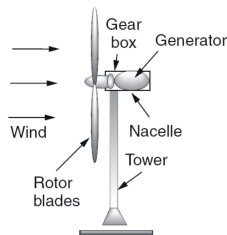
# Turbinas eólicas de eixo horizontal (1)

- Turbina HAWT “*downwind*”: pás ficam “atrás” (isto é, a jusante) da torre;
- Nenhum controle de guinada é necessário, pois as pás se orientam em linha com o vento de forma automática;
- *Efeito de sombreamento*: quando a pá passa por trás da torre o vento que chega até ela é brevemente reduzido em intensidade, e a pá flexiona  $\Rightarrow$  aumento de fadiga mecânica e ruído, redução de potência de saída.



## Turbinas eólicas de eixo horizontal (2)

- Turbina HAWT “*upwind*”: pás estão sempre “à frente da” (isto é, a montante em relação à) torre;
- A maior parte das turbinas modernas são deste tipo;
- Requer controle de guinada razoavelmente complexo para manter pás “de cara” para o vento:
  - Necessário determinar o sentido do vento antes que pás iniciem a girar;
  - Maiores turbinas são da ordem de 6 MW, sendo 1,5 MW o projeto mais comum.

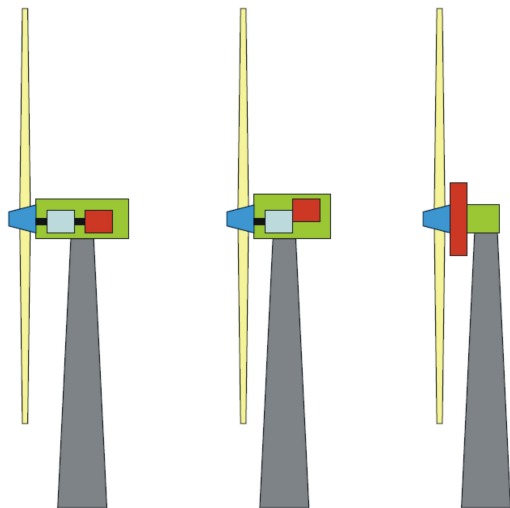




# Número de pás de turbinas eólicas

- Cataventos tradicionais, usados para outras aplicações (p.ex., bombeamento d'água) contêm múltiplas pás:
  - Necessidade de alto torque de partida para vencer peso e atrito do pistão da bomba;
  - Deve operar a baixas velocidade de vento para operação contínua;
  - Apresenta área maior ao vento (para alto torque e baixa velocidade).
- Turbinas com múltiplas pás operam a baixa velocidade: quando velocidade aumenta, turbulência causada por uma pá impacta outras pás;
- Para geração de eletricidade, maiores velocidades implicam em geradores de menor tamanho físico;
- Turbinas eólicas para geração elétrica tem duas ou *três (movimento mais suave, menor impactos mecânicos)* pás.

# Configurações de aerogeradores



# Princípio de funcionamento de um aerogerador

