

O Aproveitamento do Potencial Eólico Sustentável em Portugal

A Fase pós-Kyoto (2012 a 2020):
Energia Eólica em Ambiente Urbano e Construído.
Parques Eólicos “offshore”

Ministério da Economia e Inovação
INSTITUTO NACIONAL DE ENGENHARIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, I.P.

Ana Estanqueiro, Domingos Correia
18 de Fevereiro de 2004

Objectivo

Aproveitamento máximo do potencial eólico e renovável em Portugal mantendo a qualidade de operação do sistema electroprodutor, a segurança da sua gestão e os custos nacionais no domínio da produção de energia dentro de limites economicamente exequíveis.

Valor

Para o País:

aumentar o share de renováveis e auxiliar o cumprimento das metas 77/2001/CE (39% FER), contribuir a para diminuição emissões (Kyoto), reduzir a dependência energética externa e equilibrar a balança comercial.

Para a Gestão do Sistema:

optimizar o despacho da produção renovável (DGS), diminuir fluxo de energia transmitida e perdas na rede diminuir custos operacionais do sistema

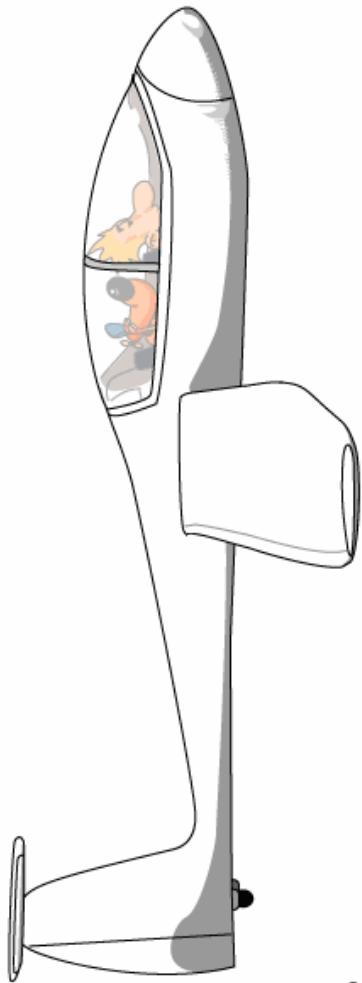
Para os Produtores/
Consumidores

contribuir para um futuro sustentável, diminuir factura energética, desenvolver um nicho de mercado na área da microgeração.

A tecnologia

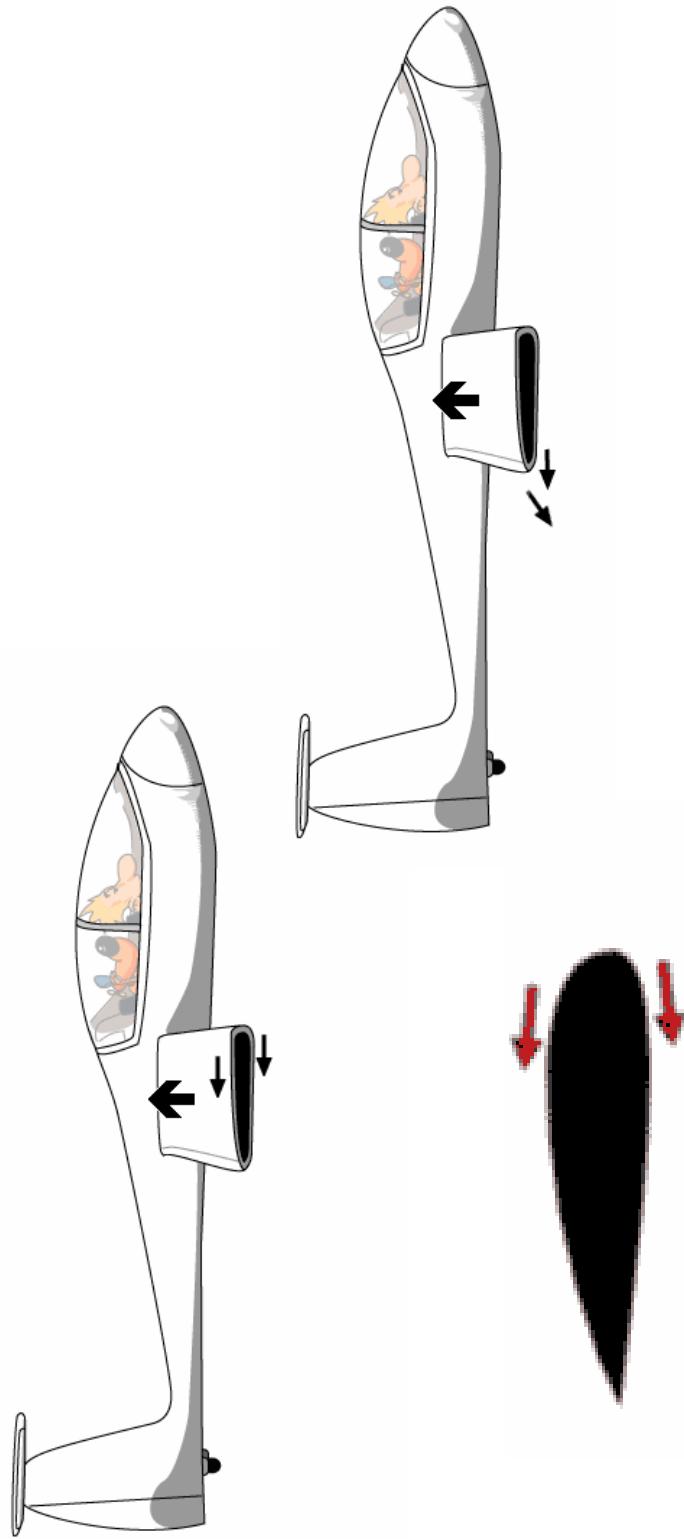
A tecnologia: Como funciona?

- Para perceber o funcionamento de uma turbina é necessário saber...



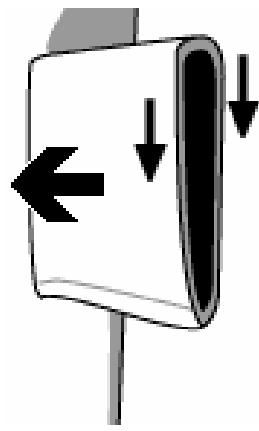
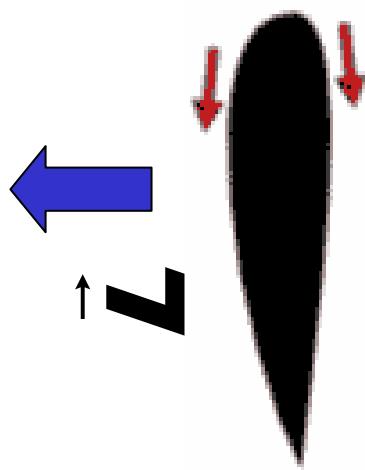
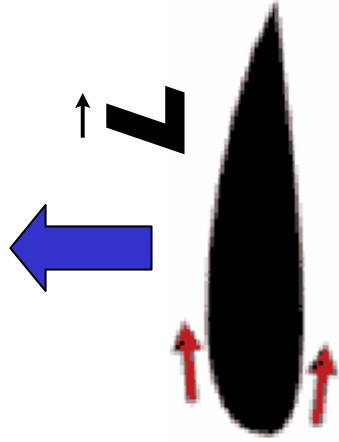
...porque não caem os aviões?

Os aviões recorrem a forças...

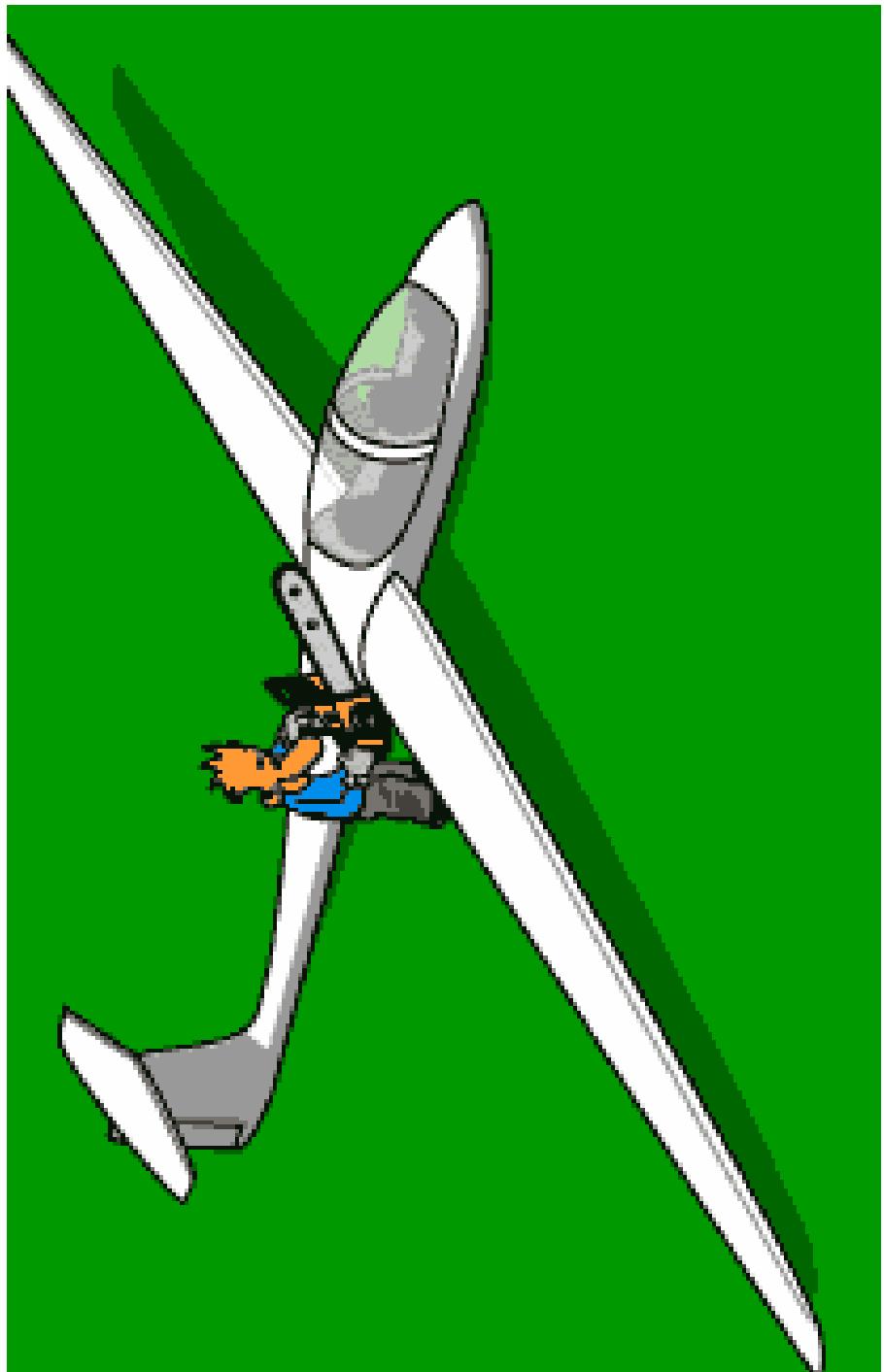


...com origem na configuração aerodinâmica das asas

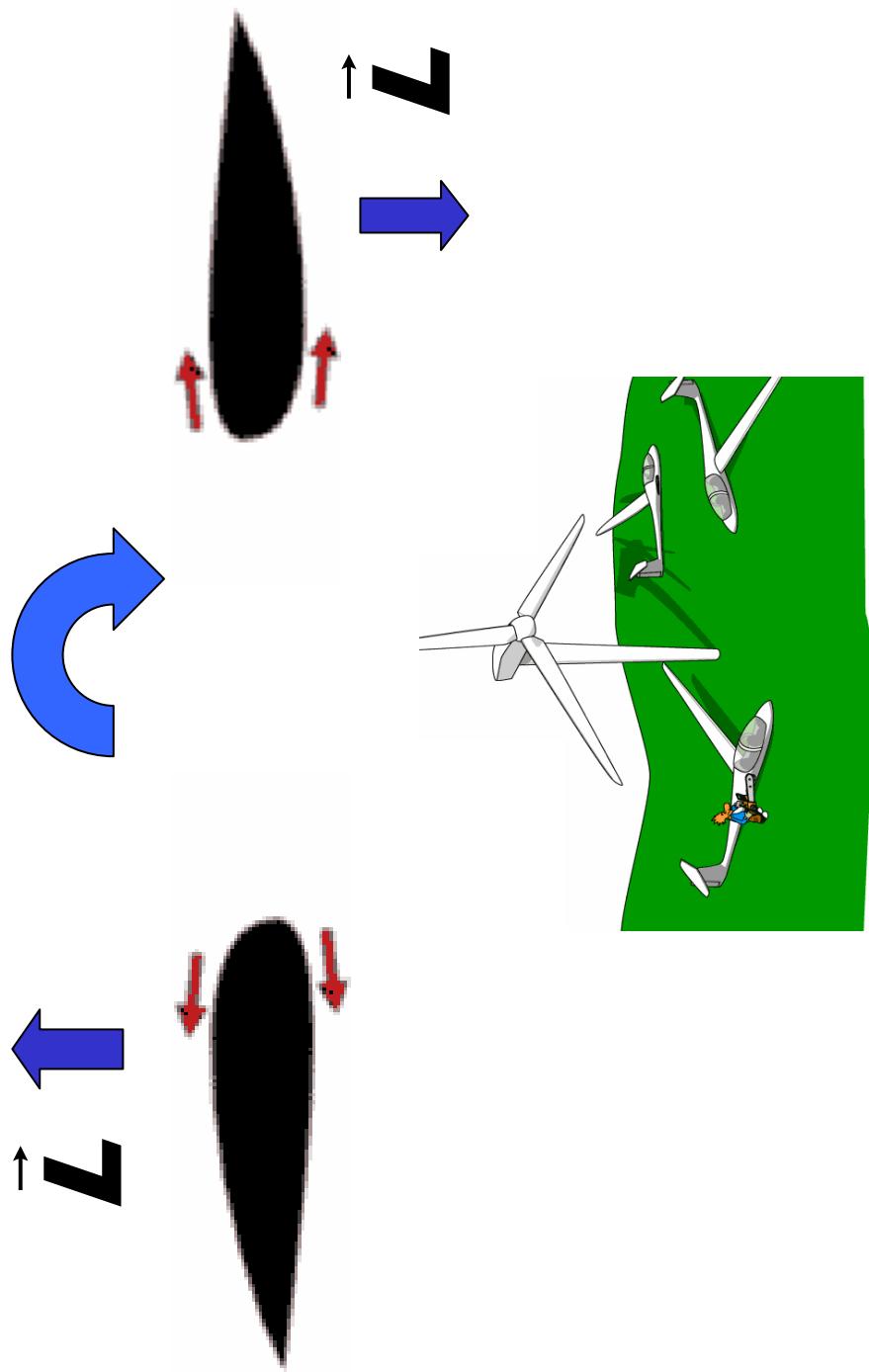
...chamadas forças de sustentação:



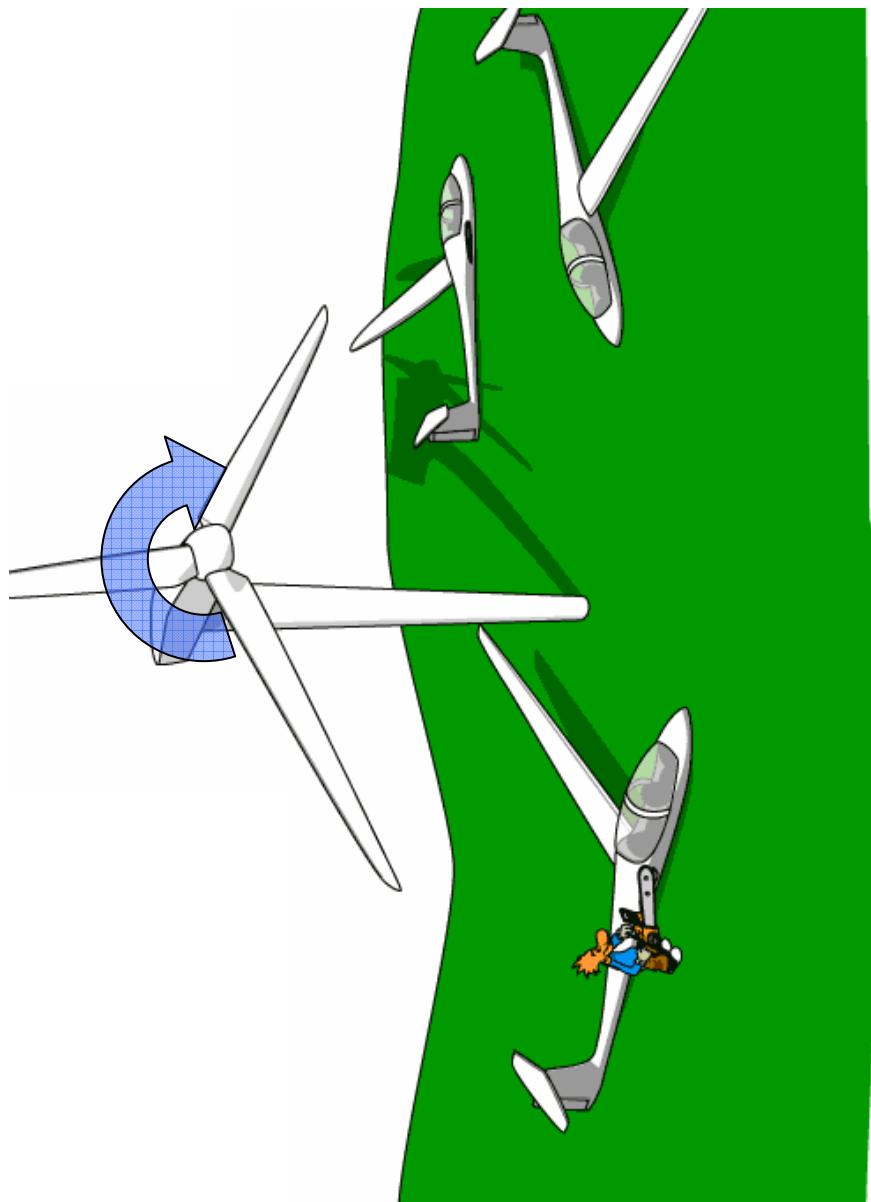
Se cortarmos a asa de um avião...



...e a montarmos invertida:



obtemos uma turbina eólica!



O contexto técnico-legal

Legislação de Base

18 Anos de legislação para produção independente de energia eléctrica (PRE)

1º Pacote legislativo:

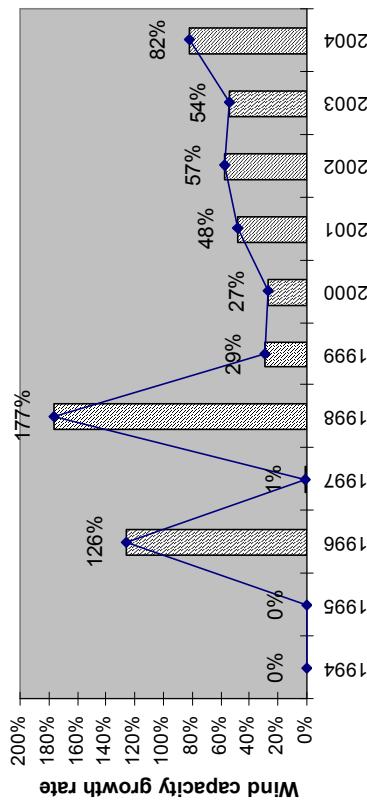
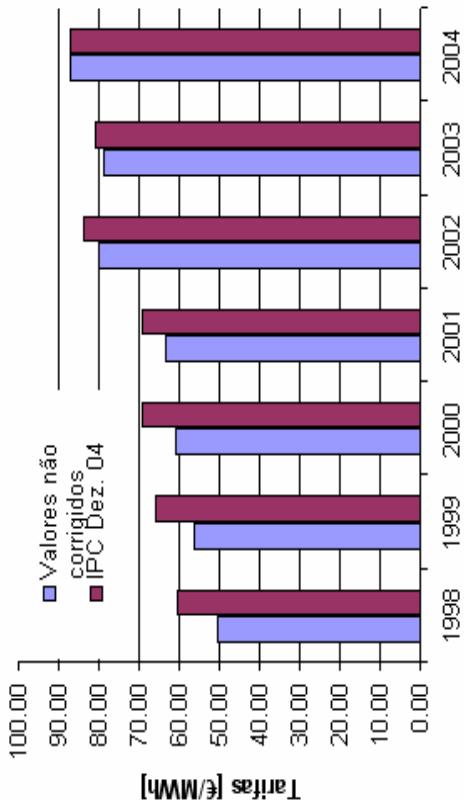
- Dec.-Lei 189/88
 - Capacidade limitada a 10 MVA. Não há caducidade da “reserva de potência”
- Actualizações
 - Dec.-Lei 313/95
 - Retira-se a limitação à capacidade. Introdução do conceito de “produtor de reactiva”
 - Dec.-Lei 168/99
 - Introdução da caducidade da reserva de potência e de pressupostos tecnológicos.

2º Pacote legislativo:

- Dec.s-Lei 312/01 e 339-C01
 - Introdução dos PIP's e novo tarifário.
- **Dec.-Lei 68/02**
 - Introdução do conceito de “produtor/consumidor” limitado a 150 kW e BT
- Actualização:
 - Dec.-Lei 33-A/05 (16 Fevereiro 2005)
 -

Impactos da Legislação

- **Dec.-Lei 189/88**
 - Perfeitamente adequado ao estado de evolução tecnológica e economia dos projectos de mini-hídricas e co-geração. 10 MVA não são problema à data. Não existência de caducidade da “reserva de potência” introduz problemas que ainda hoje se sentem.
- **Dec.-Lei 313/95**
 - Prever PPA para projectos > 10MVA não teve impacto prático. Tarifário não fomenta o desenvolvimento de parques eólicos.
 - Problemas técnicos muito graves com tg phi=0.4
- **Dec.-Lei 168/99**
 - Introdução da caducidade da reserva de potência (não retroactiva). Problemas mantêm-se. Leve actualização nas tarifas.
- **Dec.s-Lei 312/01 e 339-C01**
 - Introdução dos PIP's e novo tarifário. Dá-se o “boom” da eólica em Portugal
- **Dec.-Lei 68/02**
 - Conceito de produtor/consumidor quase sem aplicação prática (!).
 - Porquê as limitações (150 kW e BT)?
- **Dec.-Lei 33-A/05**
 - (...)



As vantagens e desvantagens da eólica...

Desvantagens das centrais eólicas face às centrais convencionais (T+H):

- **Fonte flutuante de produção dificilmente previsível**
 - **Dá garantia de energia (à escala anual)**
 - A variabilidade intra-anual é elevada mas a variabilidade inter-anual é inferior a 25% (muito menor que a hídrica);
 - **É dificilmente despachável e pouco controlável**
 - **Para o gestor da rede as piores centrais são as não reguláveis.**
 - Contribuem só para a produção de base: e.g. centrais renováveis (excluindo hídrica c/albufeira) e nucleares
 - **Não dá garantia de potência (ou dá muito pouca)**
 - Logo não dispensa a instalação de novas centrais reguláveis
 - Ou então requer uma criteriosa (e difícil...) gestão de produção/consumo (why not?).

As vantagens e desvantagens da eólica...

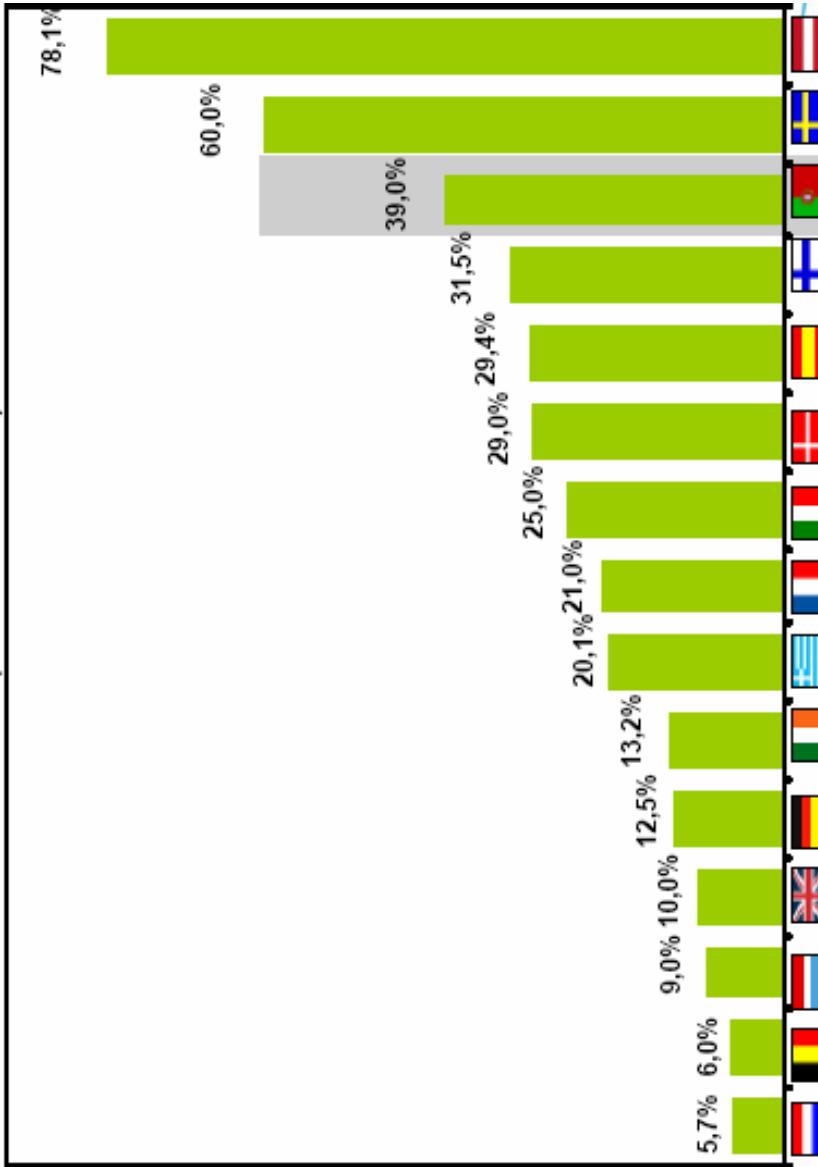
Vantagens:

- Permite diminuir as emissões de CO₂ na geração de energia eléctrica;
- Cerca de 34% com 3750 MW instalados e 40% com 4500 MW
 - indexado à produção de energia eléctrica via centrais térmicas de 2004
- Contribui fortemente para a diminuição da dependência energética (vertente electricidade...);
- É muito competitiva quando todos os custos das outras formas de energia são internalizados;
- Permite distribuição de riqueza em zonas carenciadas;
 - e acrescenta valor a áreas até agora sem qualquer perspectiva de desenvolvimento económico.
- Os investimentos são exclusivamente do sector privado.

A situação actual (Maio 2006)

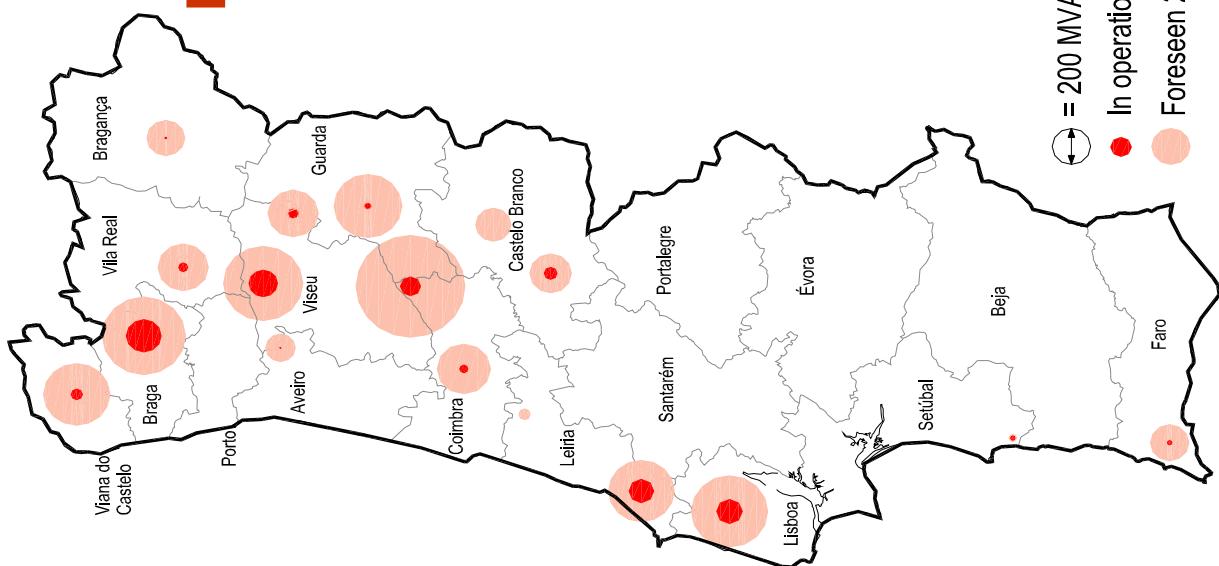
The RES objectives within Europe (2001/77/CE Directive)

Objectivos de Renováveis para 2010
(Directiva 2001/77/CE)



39% of consumed electric energy must come from renewables: a share > 12 % from wind is needed!

Objectivos Nacionais no domínio da Energia Eólica



Situação actual (Maio 06)

~1200 MW instalados e em operação
2006 – 2010

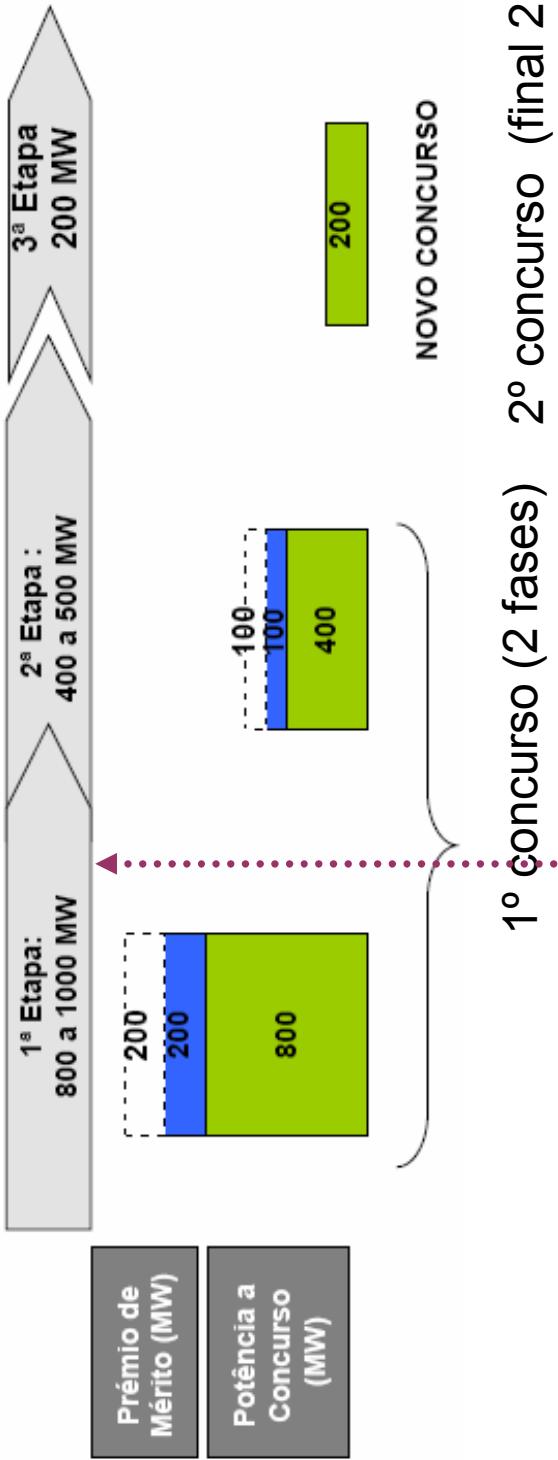
Capacidade a instalar: 3750 MW
Penetração (Potência): 25%
Penetração (Energia): ~10 %
RCM 63/2003

2008 – 2013 (pós-Kyoto)

Capacity: 5100 MW
Penetração (Potência): ~33%
Penetração (Energia): ~12 to 14 %
RCM 169/2005

3400 MW de capacidade da rede estão
“reservados” para parques eólicos

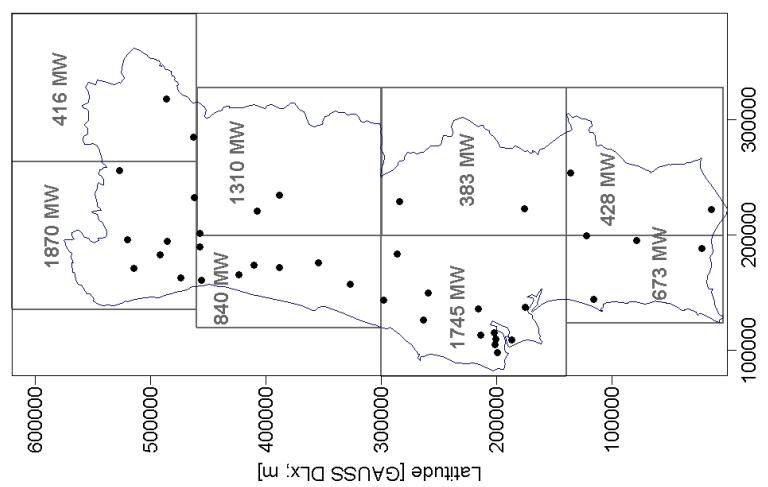
A fase final da atribuição da capacidade da rede eléctrica para aproveitamentos eólicos



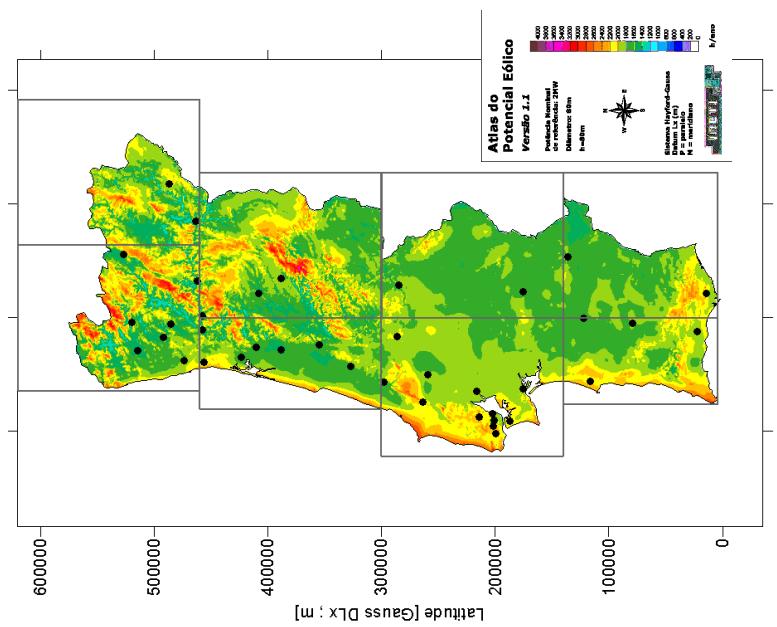
- Foram recebidas 4 propostas que incluem fabricantes de turbinas eólicas como a Enercon, Gamesa, Repower e Suzlon

No final de 2006, 5100 MW de capacidade da rede deverão estar reservados para parques eólicos (RCM 169/2005)

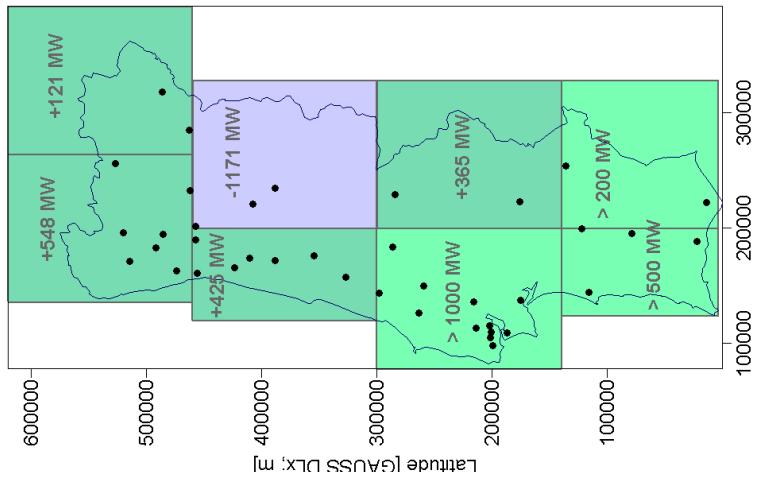
O cenário pós-Kyoto. O aproveitamento do potencial eólico sustentável (2010-2015):



a) Capacidade da rede
in 2013 (~7000 MW)



b) Potencial eólico sustentável:
5900 MW onshore
+ >1000 MW offshore (aprox.)



c) Deficit/superavit
por região

Potencial eólico por região vs. capacidade da rede

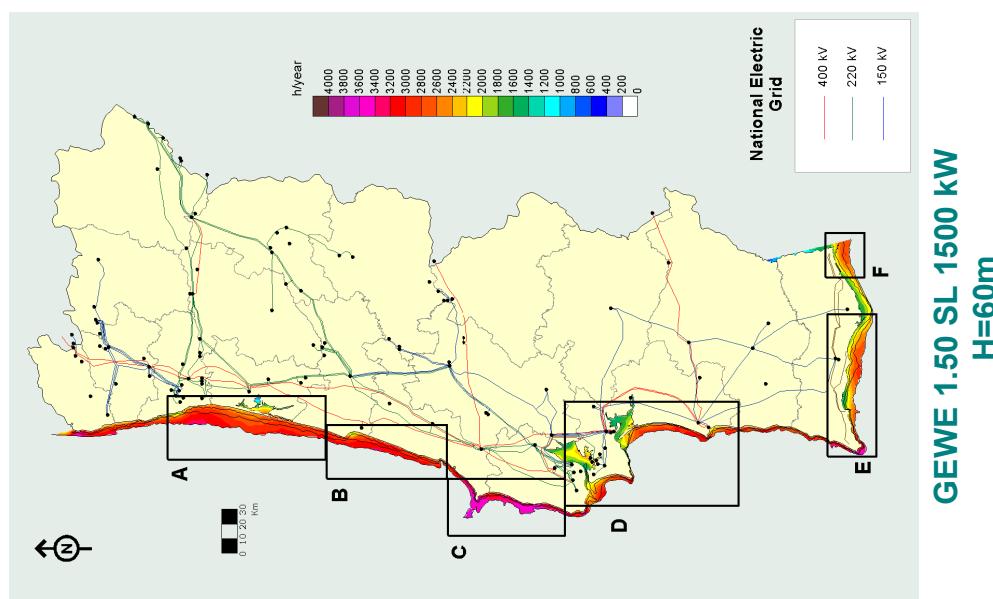
Aproveitamento do Potencial Eólico Sustentável ...mitos e realidades

O que falta(va) fazer [Out.2004]....

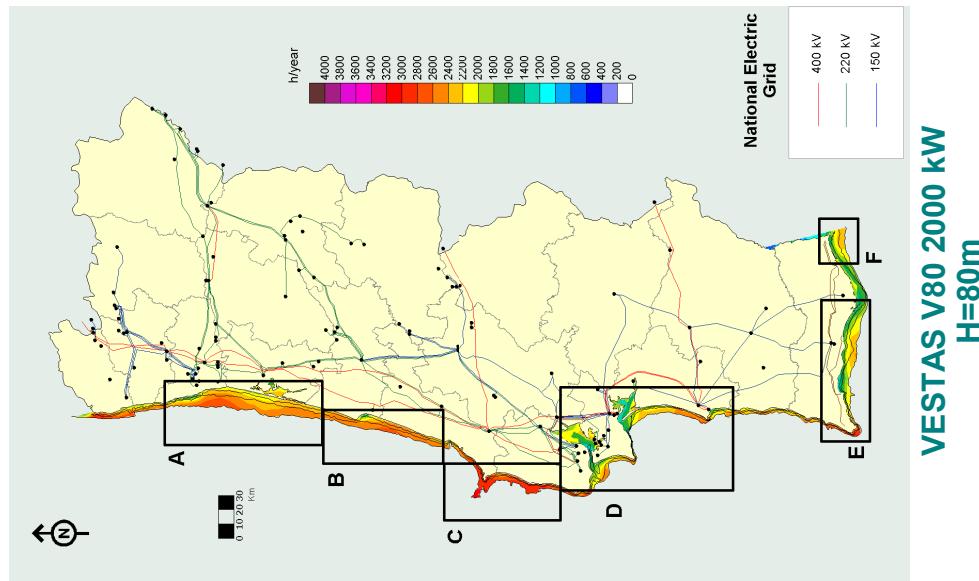
- A) Previsão da produção eólica em Portugal continental;
- B) Monitorização (despacho económico) da produção por “clusters eólicos”;
- C) Planeamento realista da integração de parques eólicos na rede
- D) Estudo da compatibilidade de produção hidrica/eólica. Armazenamento ER e gestão consumos
- E) Análise de Viabilidade de Parques Eólicos “Offshore”
- F) Definição de novas áreas de I, D&D: Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos e Construídos

E) I & D Resultados

Identificação de locais com potencial eólico offshore



GEWE 1.50 SL 1500 kW
H=60m



VESTAS V80 2000 kW
H=80m

F. Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos e Construídos...

Novas áreas de I, D&D: Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos

Legislação de base:

- Dec.-Lei produtor/consumidor
 - Dec.-Lei 68/02

Exige:

- A. Caracterização do potencial eólico nas áreas construídas
 - Tecnicamente difícil (ou melhor dizendo, “challenging”);
- B. É possível em articulação com as Agências Regionais de Energia;
 - já está a ser feito em alguns concelhos e zonas do país:
 - avaliação custos, retribuições e mais valia nacional.
- C. Eficiência das turbinas eólicas adequadas a ambientes construídos é mais baixa
 - tipicamente mais adaptado a VAWT ou soluções inovadoras;

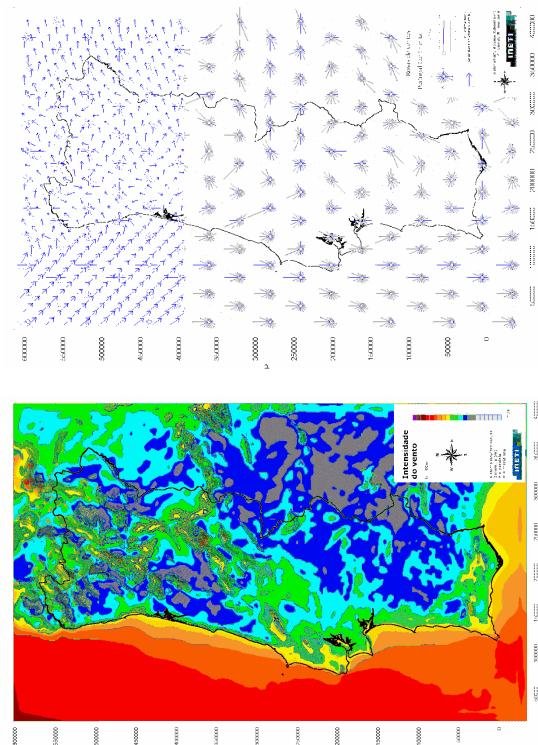
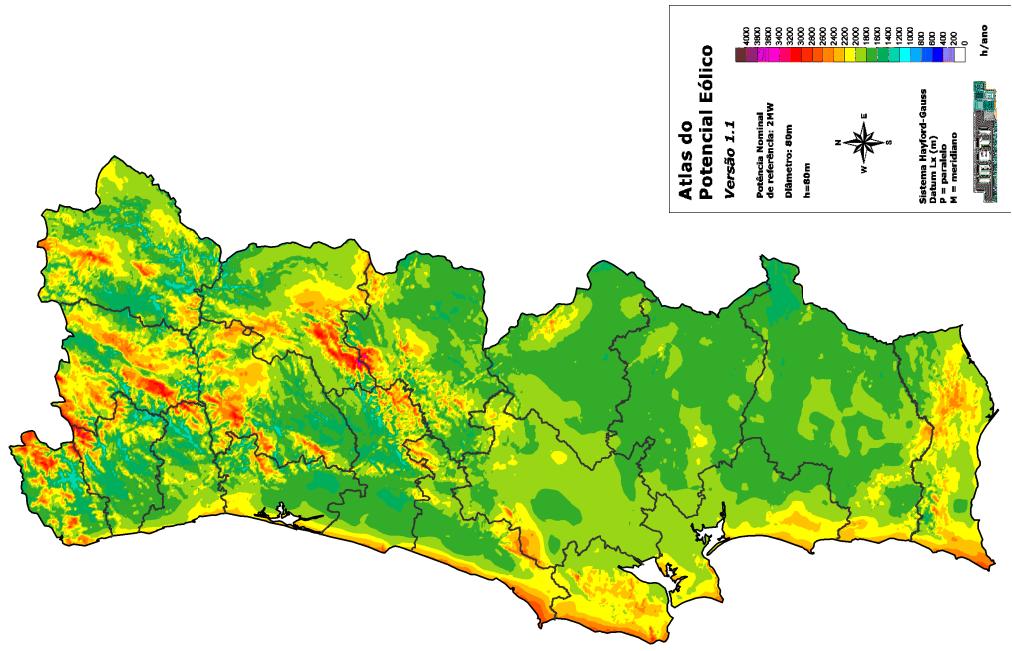
Novas áreas de I, D&D: Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos

O que se pode obter?

- Edifícios e áreas urbanas energeticamente sustentáveis;
- Contribuição para a diminuição da carga e das perdas eléctricas na rede de transmissão e distribuição;
 - i.e. dos custos operacionais do sistema
- Forte contribuição para a sustentabilidade do sector dos edifícios;
- Desenvolvimento da indústria nacional num “nicho tecnológico”
 - “*a big business for small turbines*” ?
- Diminuição da factura energética dos edifícios.

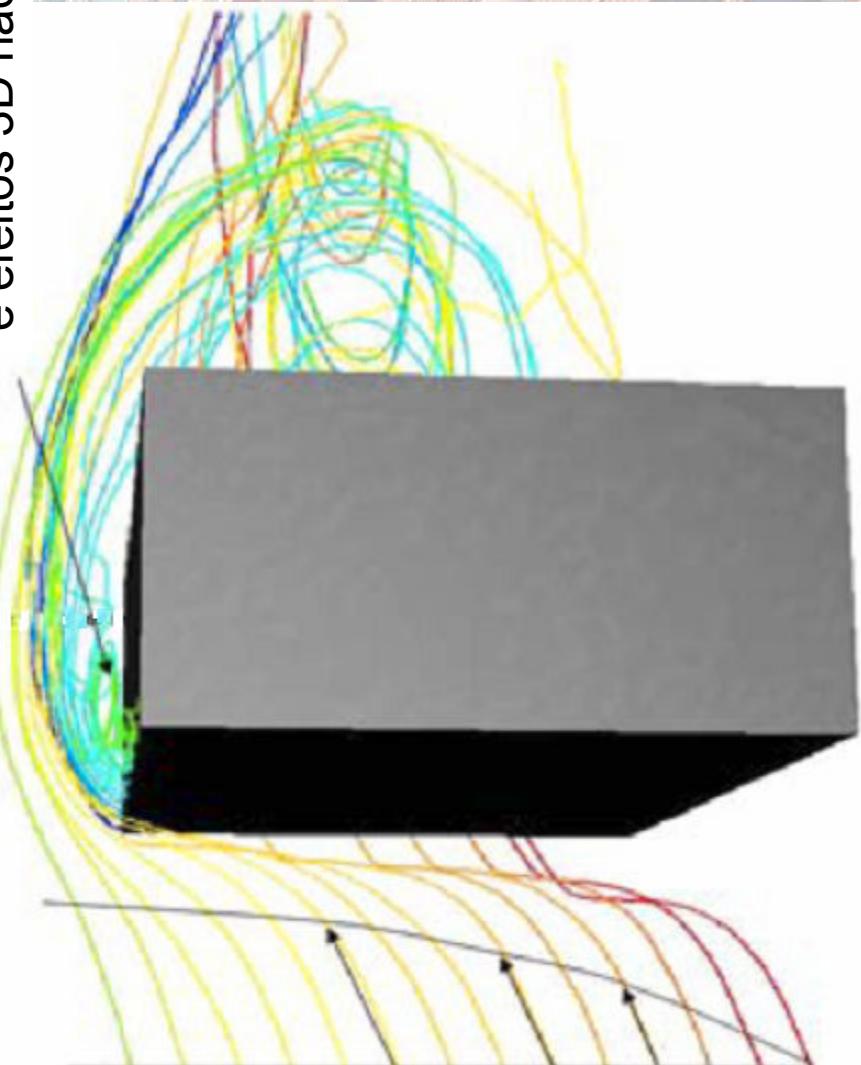
F) I & D Resultados

Estimativa do Potencial Eólico Sustentável de Portugal Continental



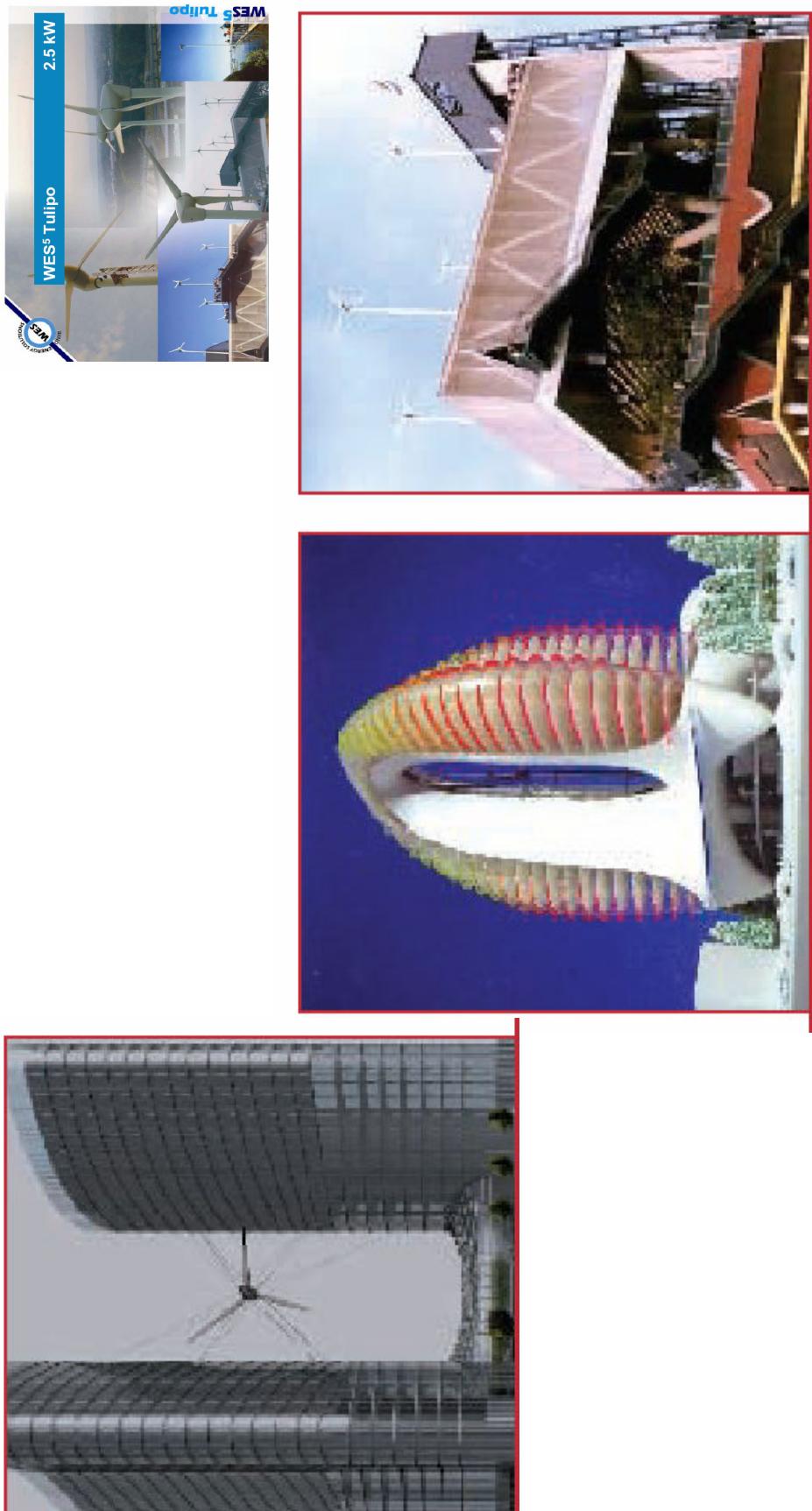
Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos: Um problema ou “um desafio”?

Zona de forte turbulência
e efeitos 3D não desprezáveis



Os projectos futuristas...

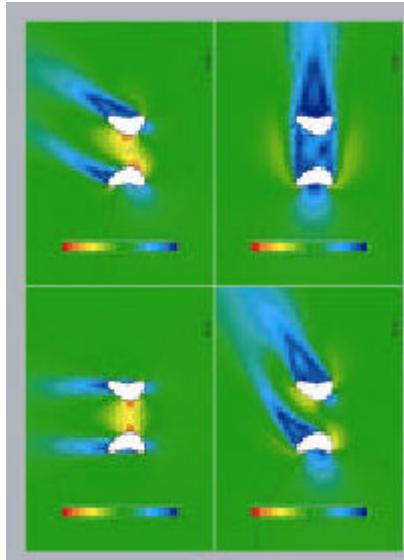
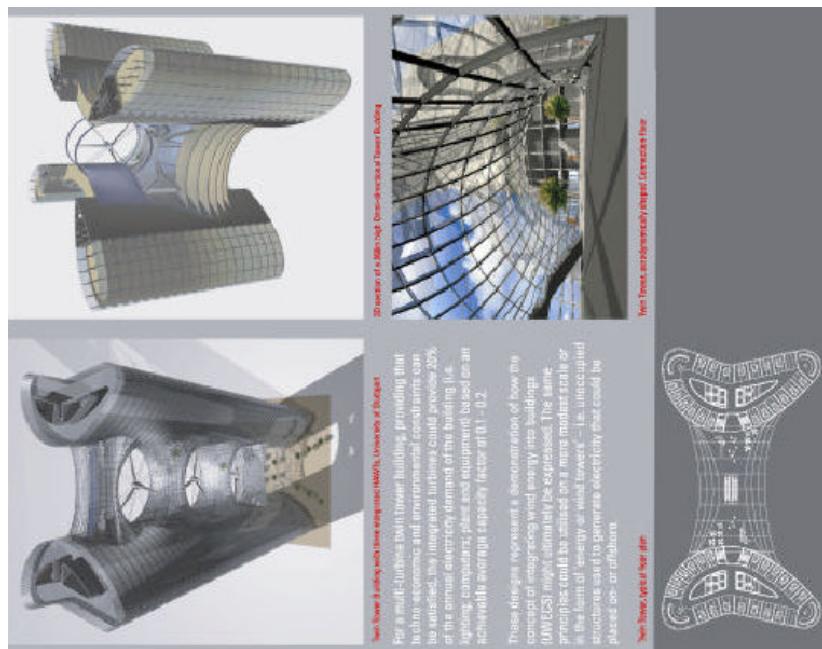
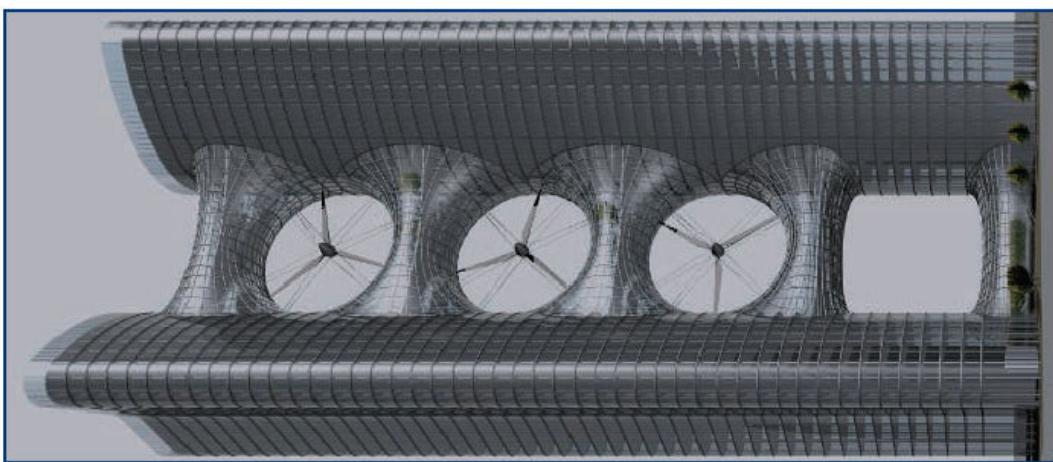
Novas áreas de I&D: Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos



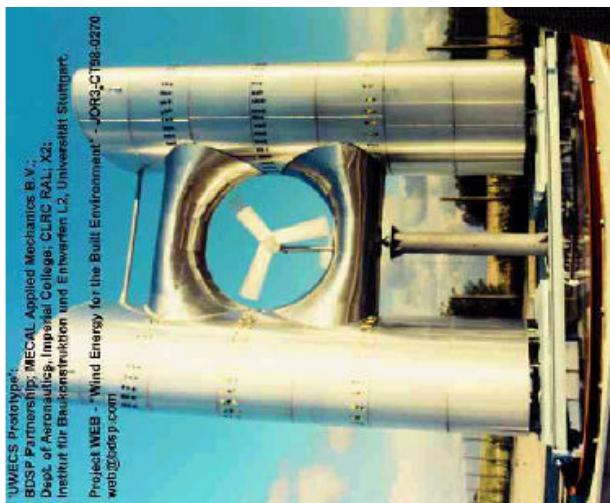
Novas áreas de I&D: Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos



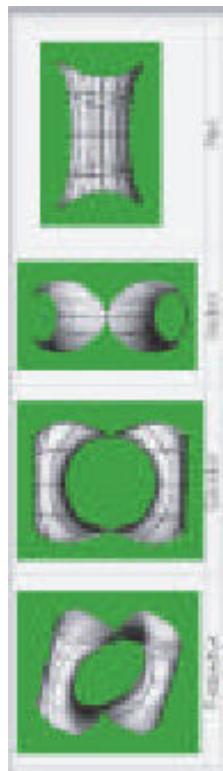
Novas áreas de I&D: Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos



Novas áreas de I&D: Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos



"UNIVCS Prototype".
BDS & Partners IP, MECAL Applied Mechanics B.V.,
Dept. of Aeronautics, Imperial College, CICR RAL, X2,
Institut für Baukonstruktion und Entwicklung I2, Universität Stuttgart,
Project WEB - Wind Energy for the Built Environment*, JOR3-C158-0270,
web@ip.com



Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos: futuro ou presente?

Freedom Tower

"In December of 2003, architectural firm Skidmore, Owens and Merrill ("SOM") announced that wind turbines would be used to generate 20 percent of the Freedom Tower's electrical power. Topping a 73-story base that will include offices and retail space, a lacy spire of tension cables has been designed to house the turbines.

Because of the air turbulence normally created by tall buildings in urban landscapes, wind turbines are not typically used in large projects of this kind. But the sheer height of the Freedom Tower - 1,776 feet - will enable it to overcome the problem by literally rising above it. This will be the world's first use of alternative power in a building of this scale. The wind turbine concept was developed by SOM in collaboration with Battle McCarthy Consulting Engineers & Landscape Artists.

Wind Turbine Facts

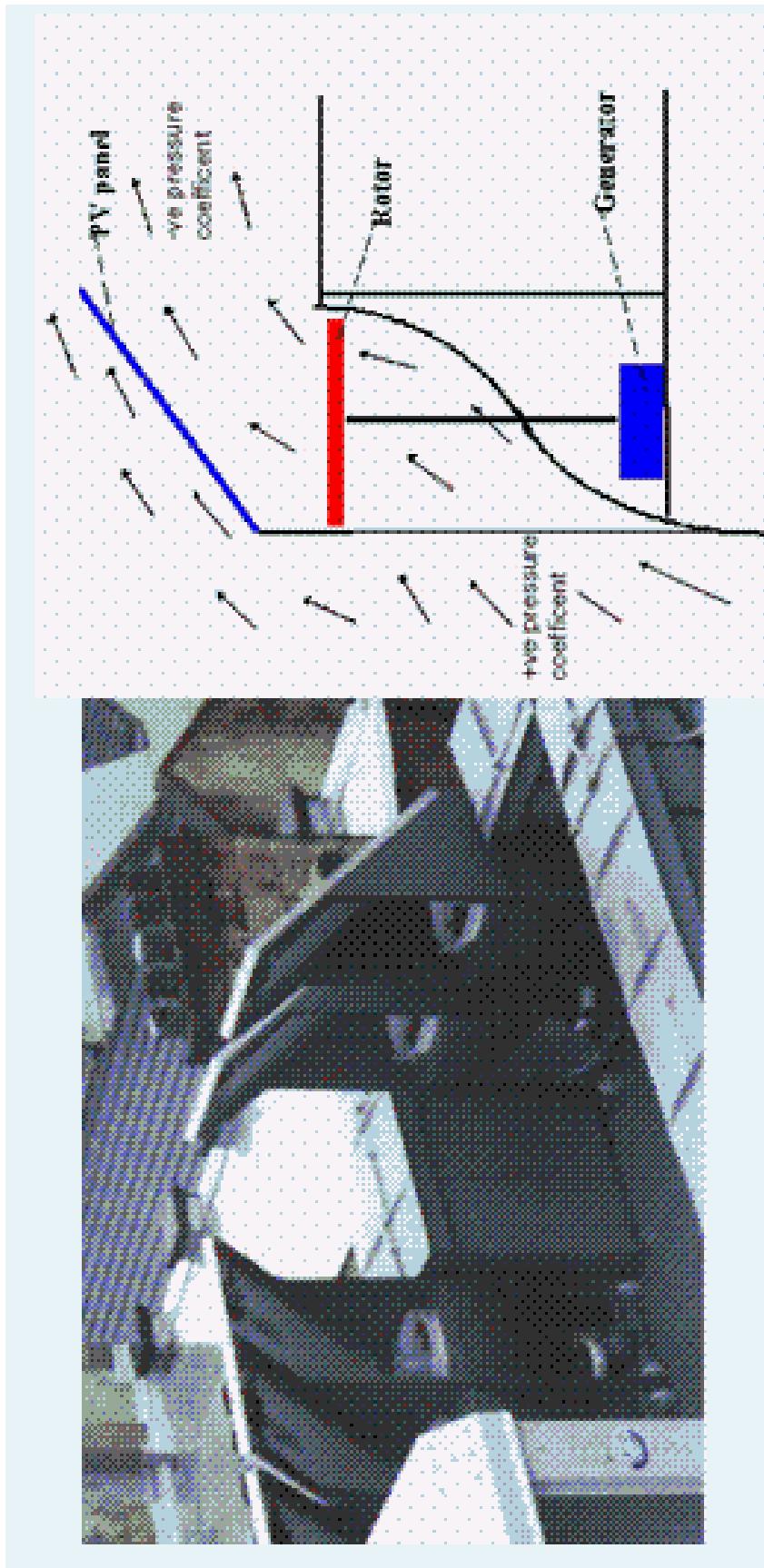
The average wind speed at the Tower's location is about 21-miles-per-hour

- The prevailing wind direction is from the northwest, and will reach the turbines unimpeded from across the Hudson River
- The turbines will be designed to produce over 2.6 million kilowatt hours of green electricity per year
 - enough energy for a thousand homes - meaning that the turbines will provide power to the building at least 40 percent of the time"



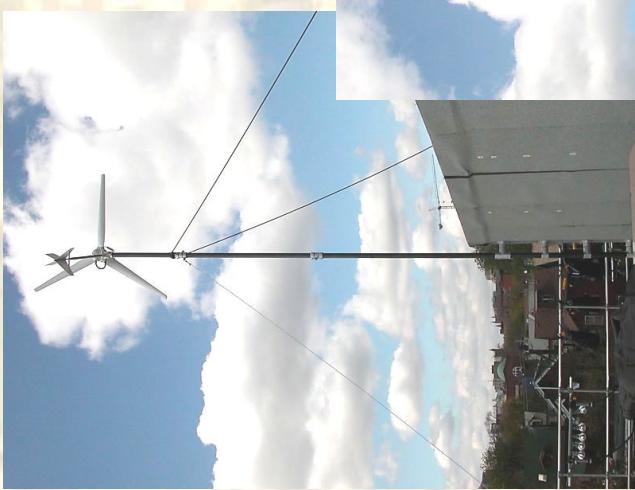
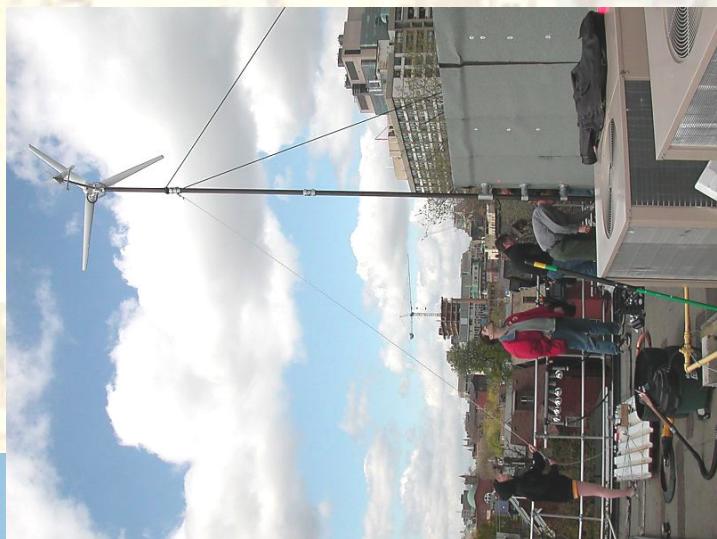
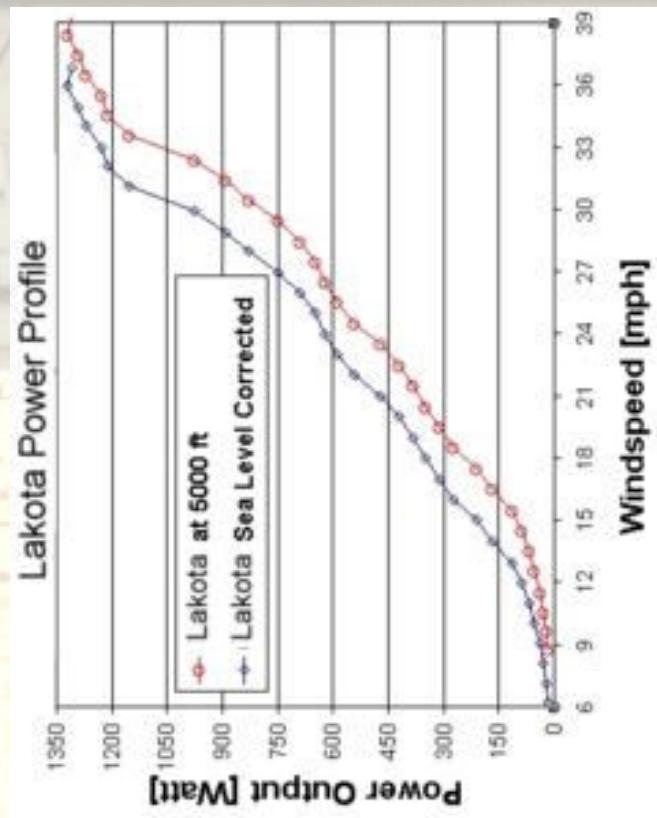
**... e a realidade nos Aproveitamentos
Eólicos em Ambiente Urbano
(Maio 2006)**

Novas áreas de I, D&D: Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos

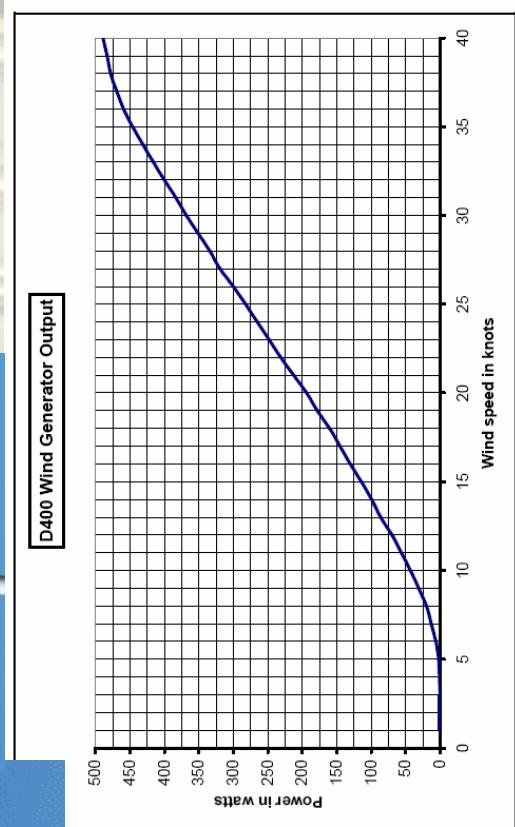


Aplicações integradas em edifícios (Solar térmica, PV, eólica, outras)

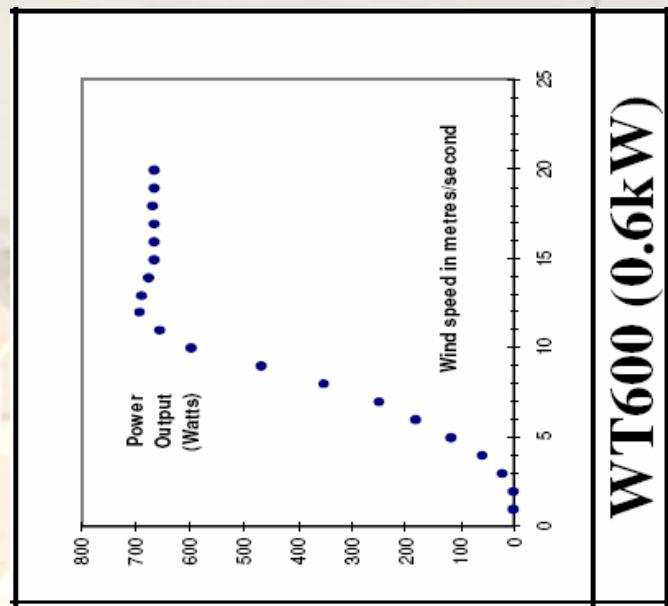
Exemplos de Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos (HAWT)



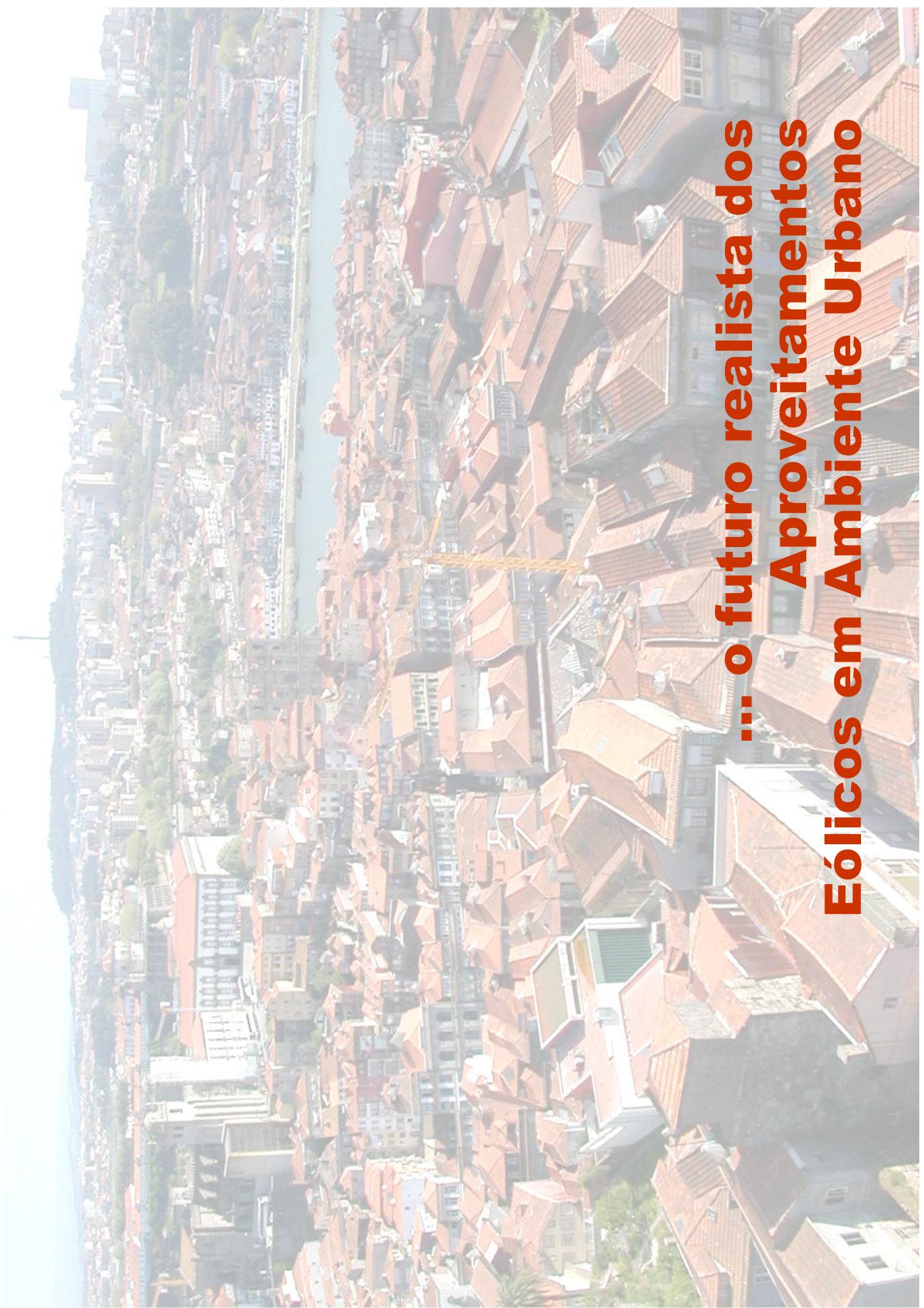
Exemplos de Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos (HAWT)



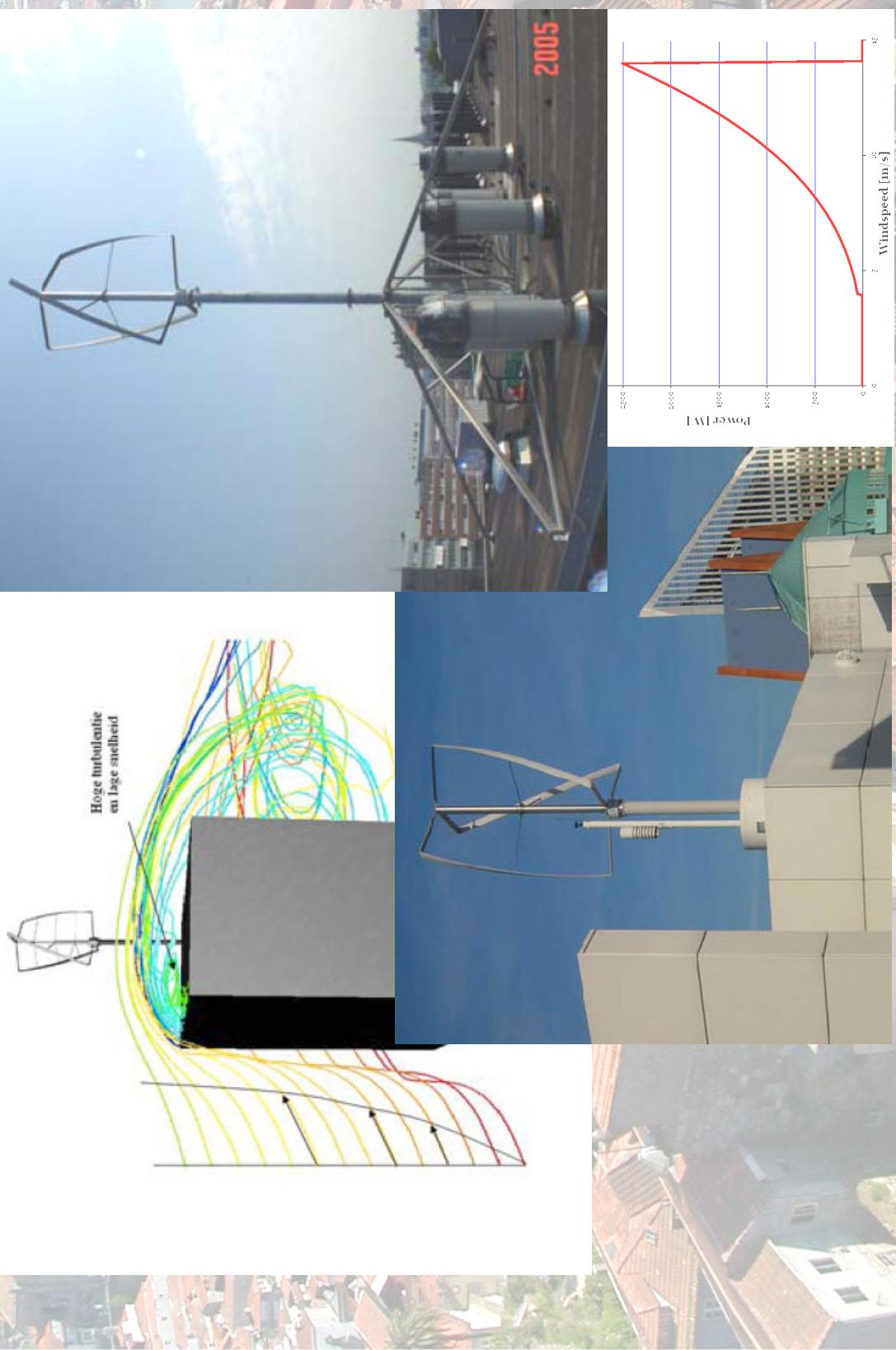
Exemplos de Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos (HAWT)



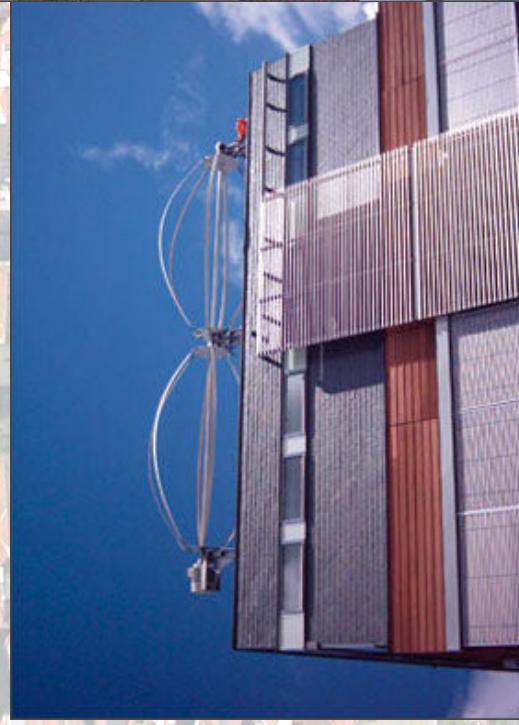
**... o futuro realista dos
Aproveitamentos
Eólicos em Ambiente Urbano**



Exemplos de Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos (VAWT)

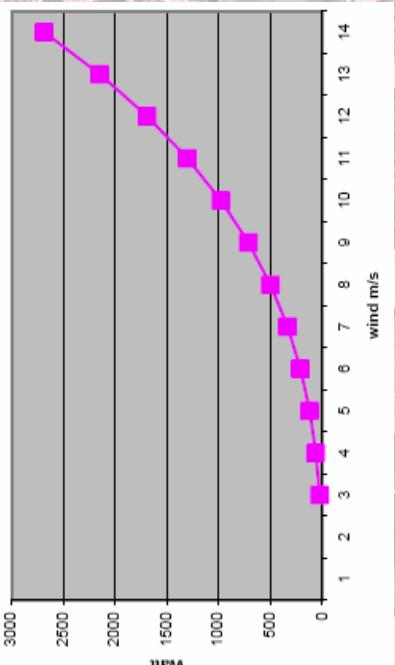


Exemplos de Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos (VAWT)



Rotor diameter: 1990 mm
Length: 5 m.
Mass: 1500 kg
Nominal capacity: 2 kW
Yearly production : 1500-4500 kWh/y dependent on wind and location

Exemplos de Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos (VAWT)



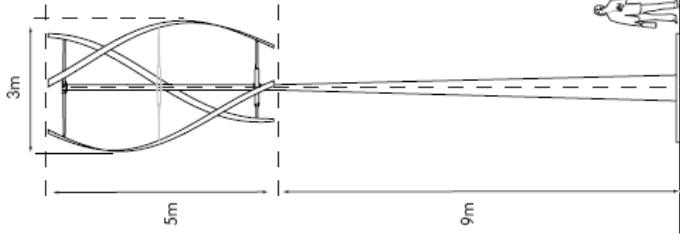
Exemplos de Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos (VAWT)

The helical (scroll) design conserves building footprints and eliminates downwash. Three 'S' shaped blades are imposed to shed wakes. A central compression spar is optional, dependant on conditions.

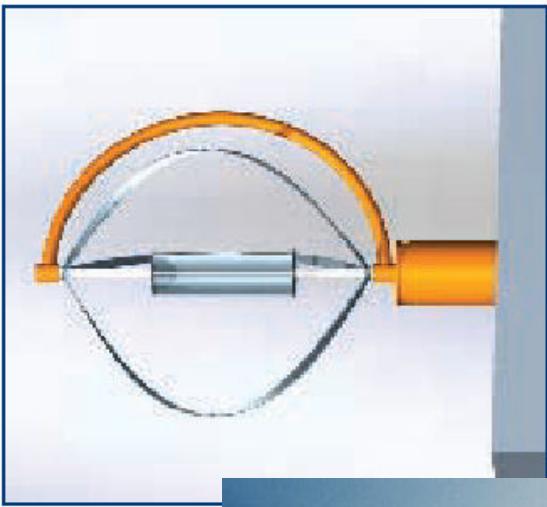
The vertical axis is easy to integrate with existing houses and buildings.

The direct drive in-line generator has on-site shutdown and peak power holding and is incorporated into the most compact nacelle.

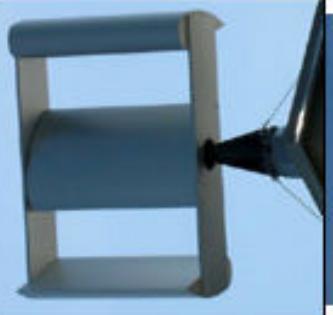
The blades, spars and torque tube are made of robust carbon fibre, and all moving parts are sealed to minimise maintenance.



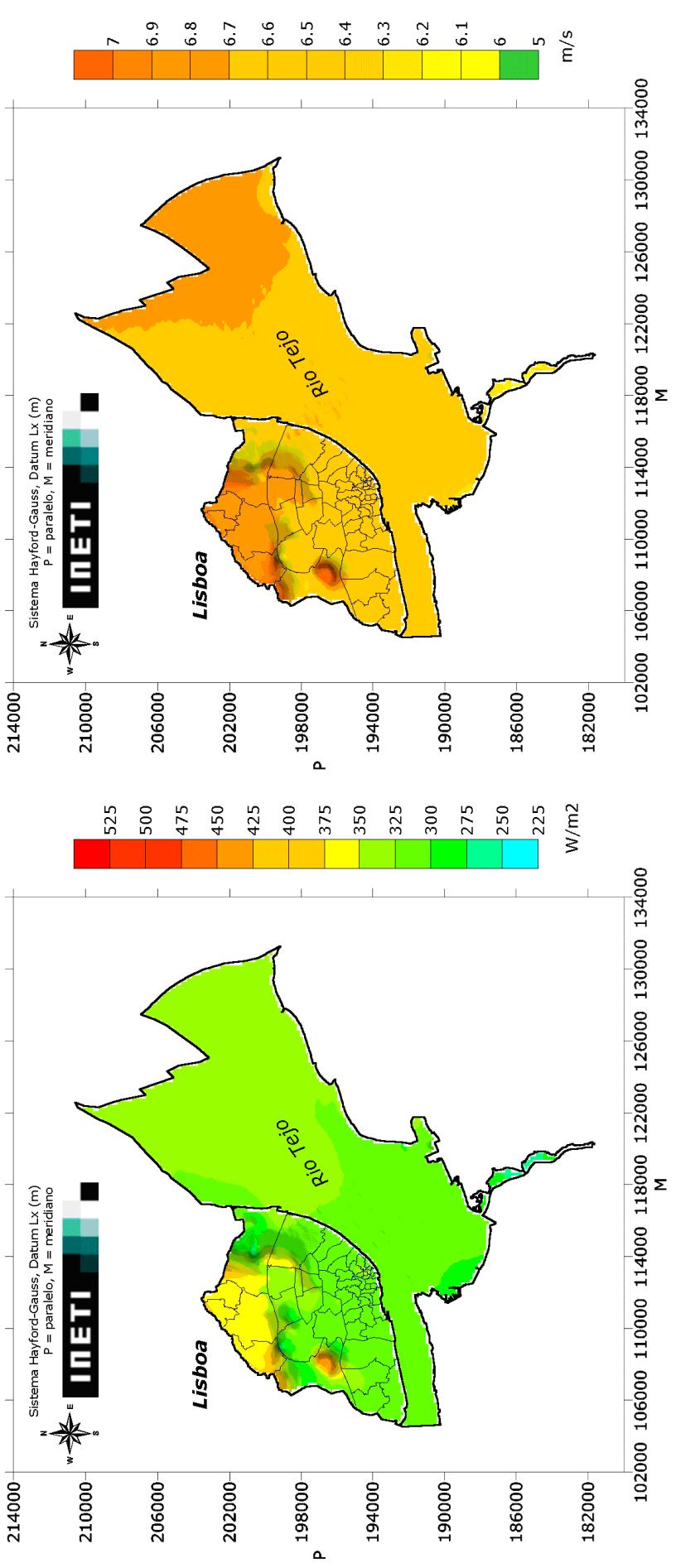
Exemplos de Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos (VAWT)



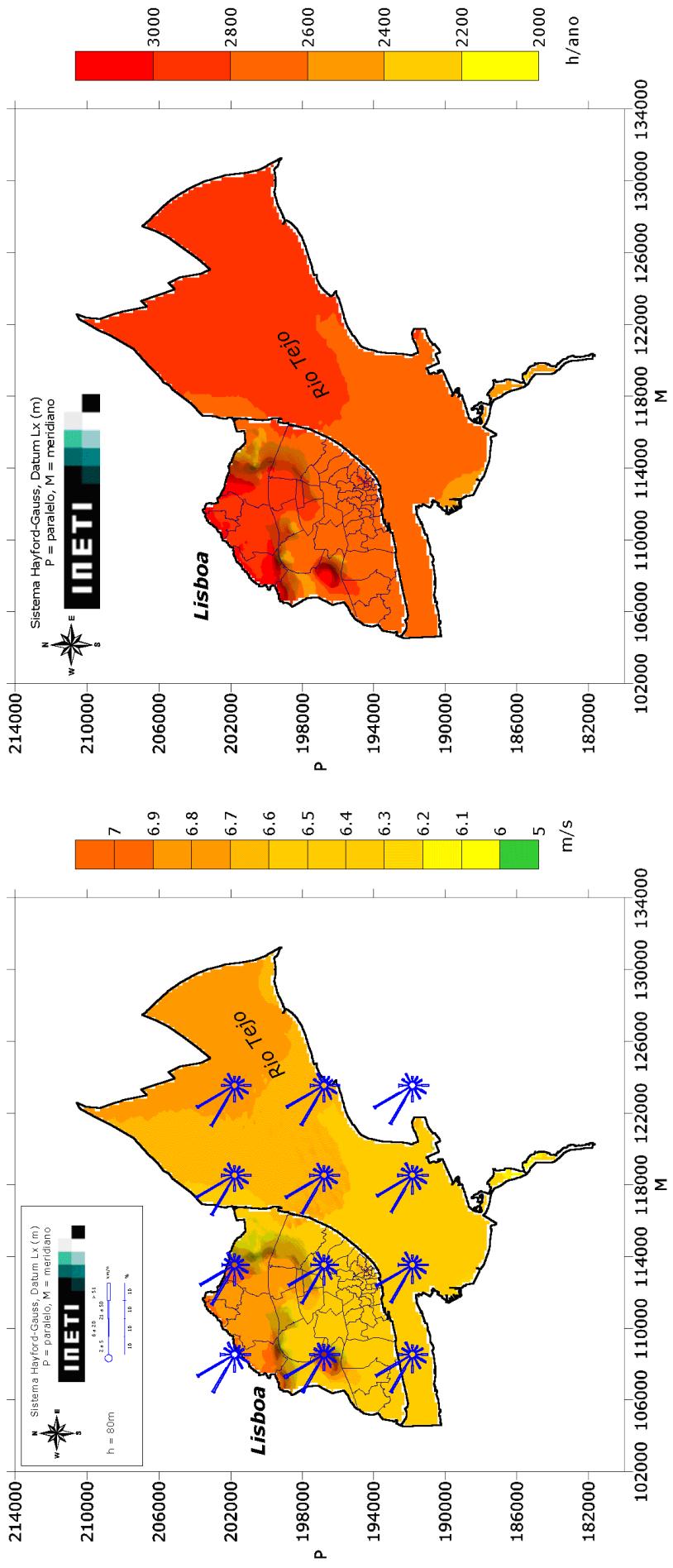
Exemplos de Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos (VAWT)

Turbina	características	peso
	Diâmetro L potência V(cut in) Vmáx	1.99 m 5 m 2 kW 3 m/s 60 m/s 1500 kg
	Diâmetro Potência V(cut in) Vmáx	3.3 m 2.5kW 4 m/s 55m/s ~430 + ~100 kg (suporte)
	Diâmetro Potência V(cut in) V(cut out) Vmáx	3.3 m 2.5kW 4 m/s 14 m/s 55m/s 136 + 235 kg (suporte 5m)

Exemplos de Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos: O caso de Lisboa (1)



Exemplos de Aproveitamentos Eólicos em Ambientes Urbanos: O caso de Lisboa (2)



Síntese de conceitos:

A) O aproveitamento do potencial sustentável é tecnicamente possível.

- decisões são político-estratégicas...
- mas também, necessariamente, económicas.

B) Integração da produção eólica distribuída na rede deve ser feita com critérios objectivos e não-conservativos

- aplicação das normas de qualidade IEC 61400-**
- planeamento de DGSs ao nível da distribuição
- alargamento da legislação produtor/consumidor à média tensão e 2 MW

C) Estudo da complementaridade do binómio variabilidade dos recursos renováveis vs sazonalidade dos consumos

- O paradigma do Algarve...

E os próximos passos:

E) Aproveitamentos Eólicos “Offshore”

F) Aplicações Eólicas em Ambientes Urbanos e Construídos