

As Energias do Presente e do Futuro

Lisboa, 21 de Novembro de 2005

ENERGIA EÓLICA EM PORTUGAL

Situação, objectivo e desafios

Álvaro Rodrigues



Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia

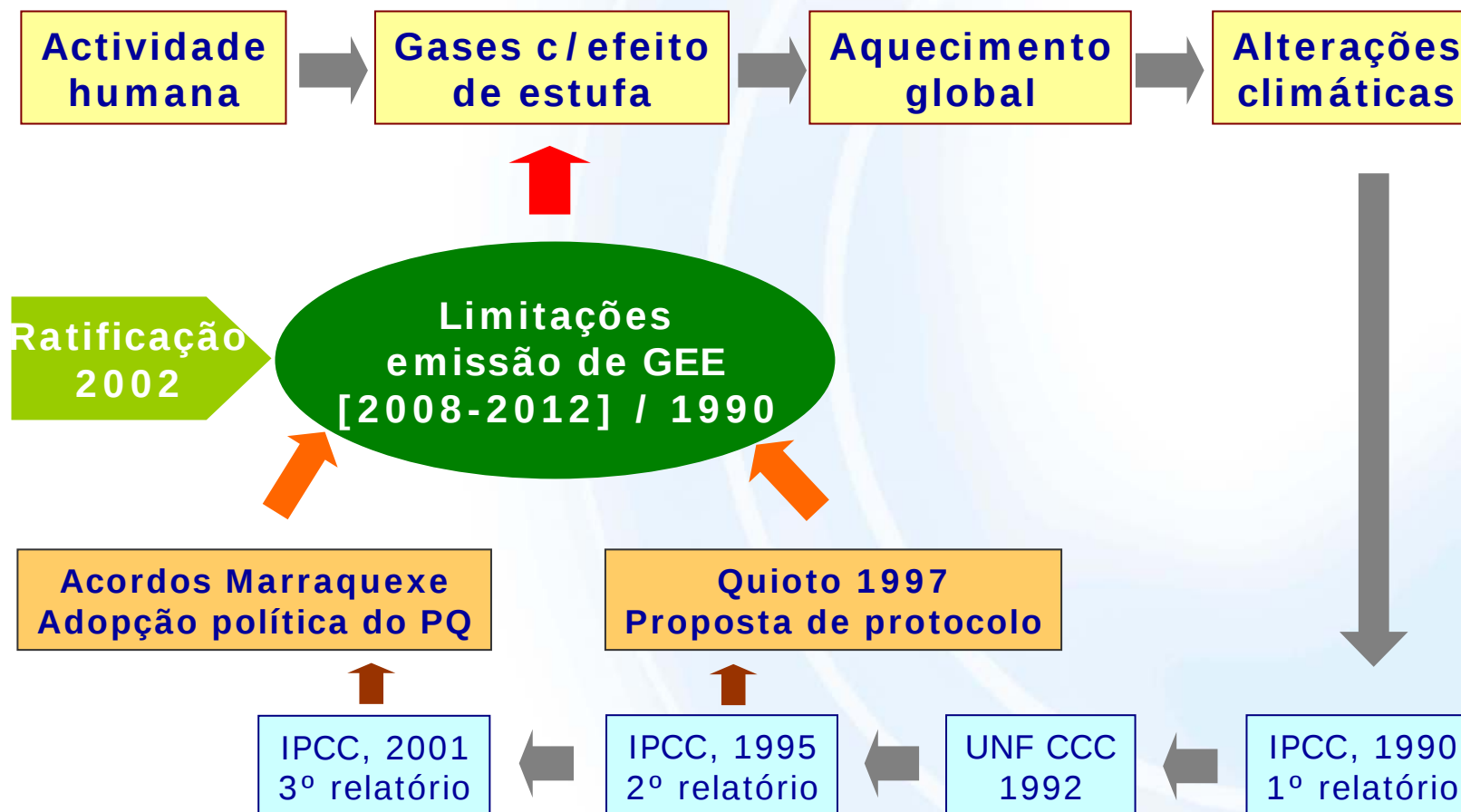
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial

Sumário

- . ENQUADRAMENTO
- . RENOVÁVEIS E ELECTRICIDADE
- . OBJECTIVOS NACIONAIS
- . TEMAS “RECORRENTES”
- . PROBLEMAS “NOVOS”
- . CONCLUSÃO



Enquadramento (Convenção Quadro NU Alterações Climáticas)



Electricidade – Directiva UE para as renováveis

Directiva Comunitária 2001/77/CE

Promoção da electricidade
gerada a partir de fontes renováveis

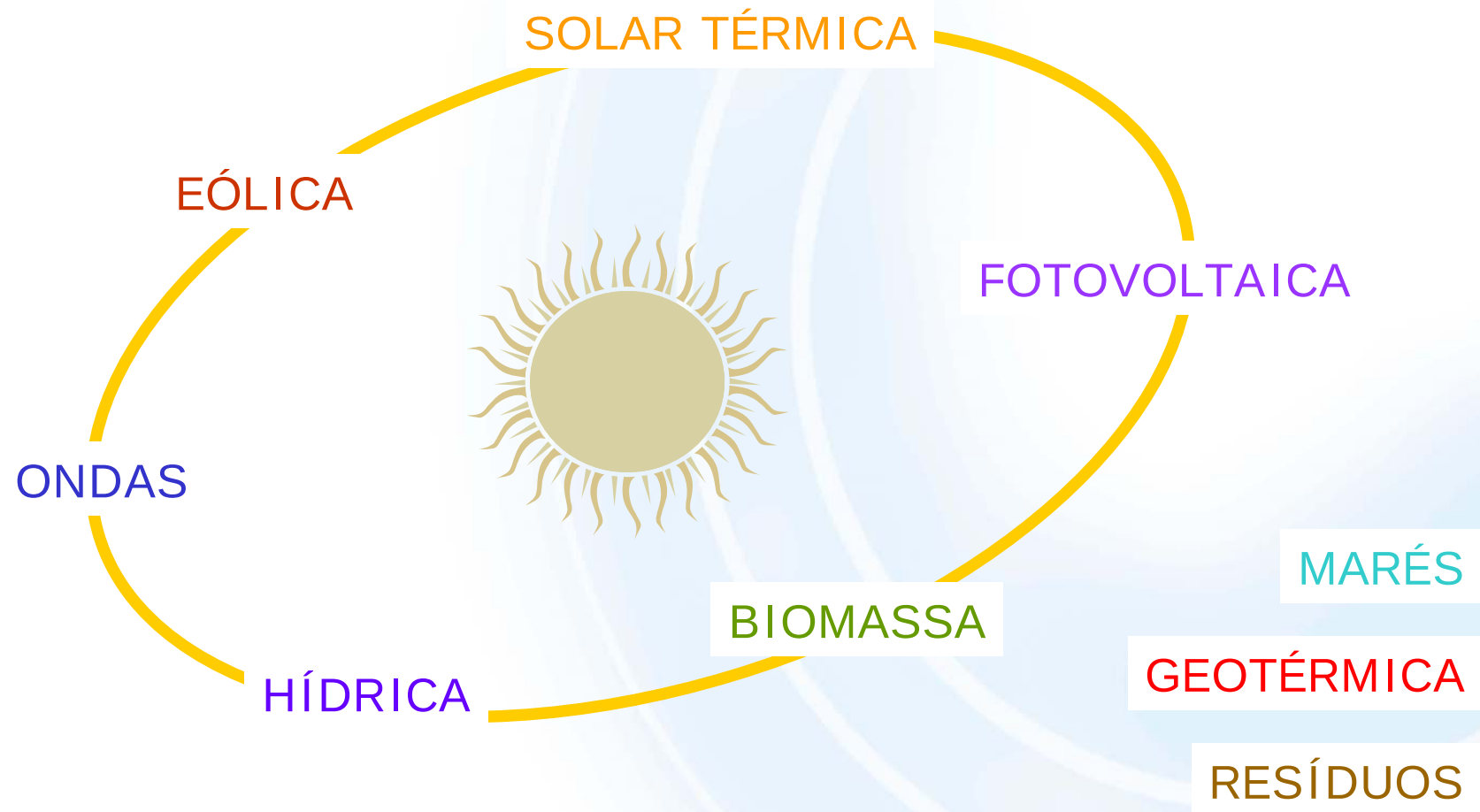
Para cumprir o objectivo de satisfazer, em 2008/2012,
12 % do consumo de energia a partir de fontes renováveis,
**no sector eléctrico deverá atingir-se uma taxa de
penetração de 22,1 % dessas fontes.**

Portugal

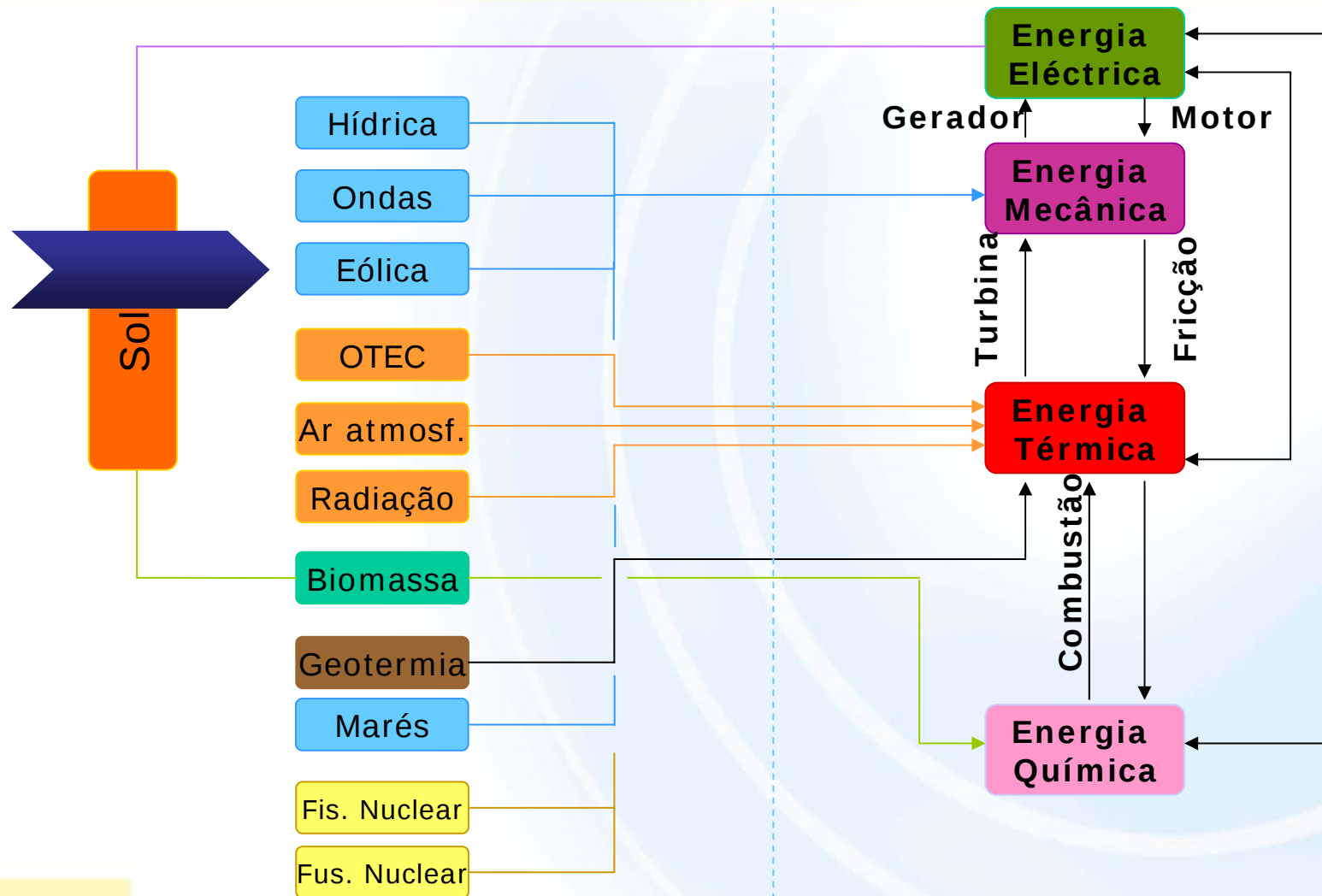
**O consumo total de electricidade deverá incorporar,
em 2010, 39 % de base renovável.**



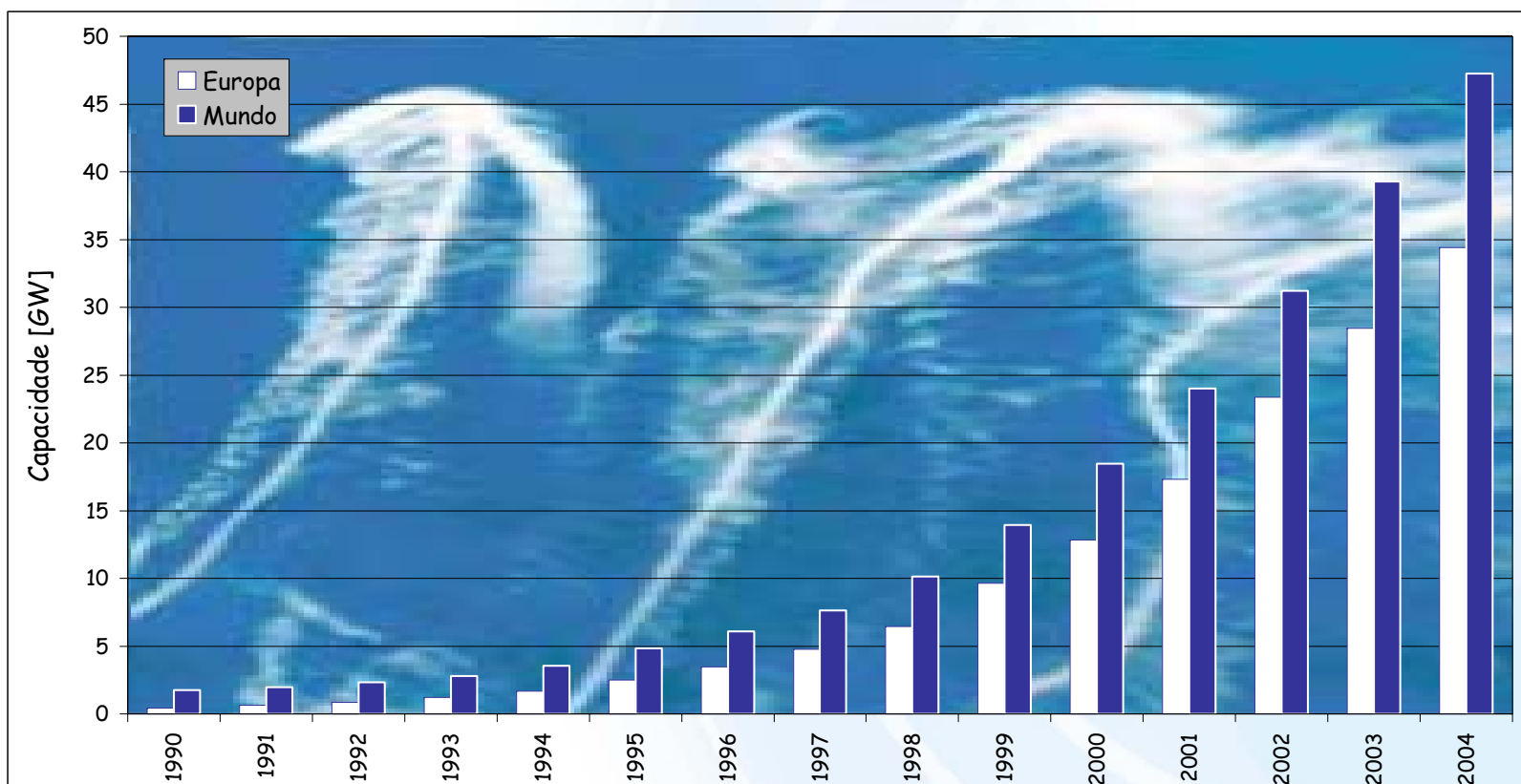
Fontes Renováveis de Energia (alternativas ?)



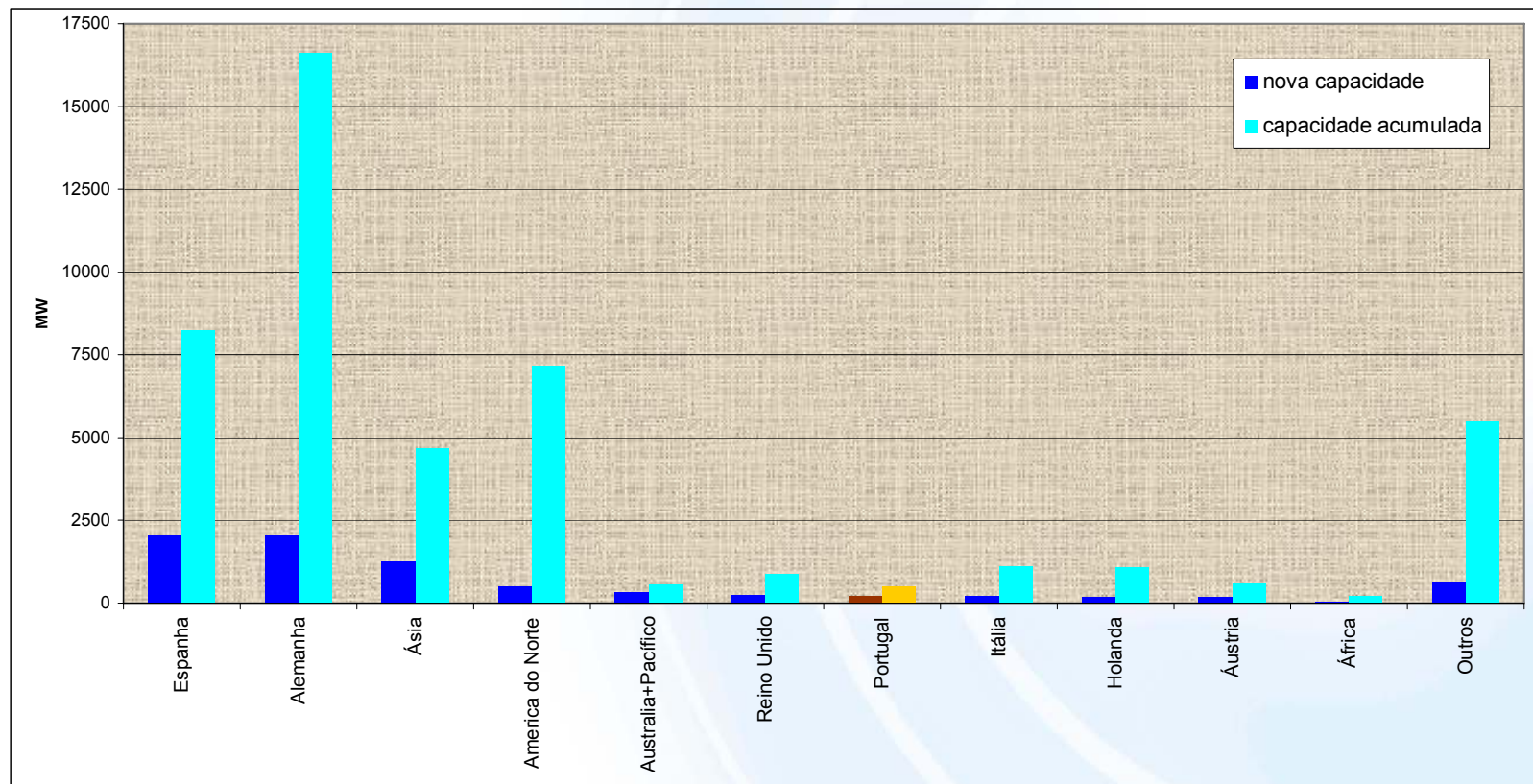
Renováveis e electricidade



Energia Eólica – crescimento anual



Energia Eólica – nova capacidade 2004

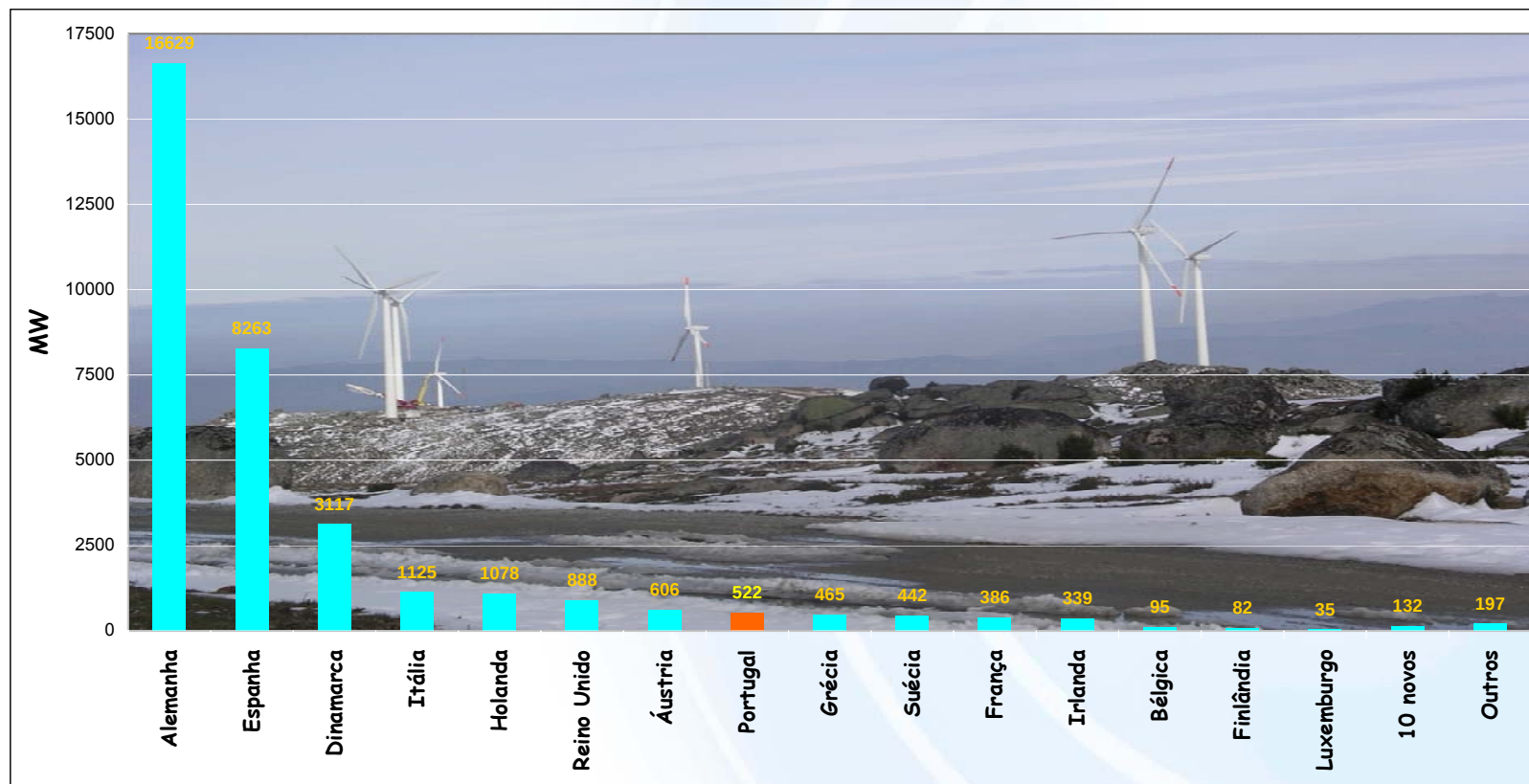


Energia Eólica – Portugal (Dez04)

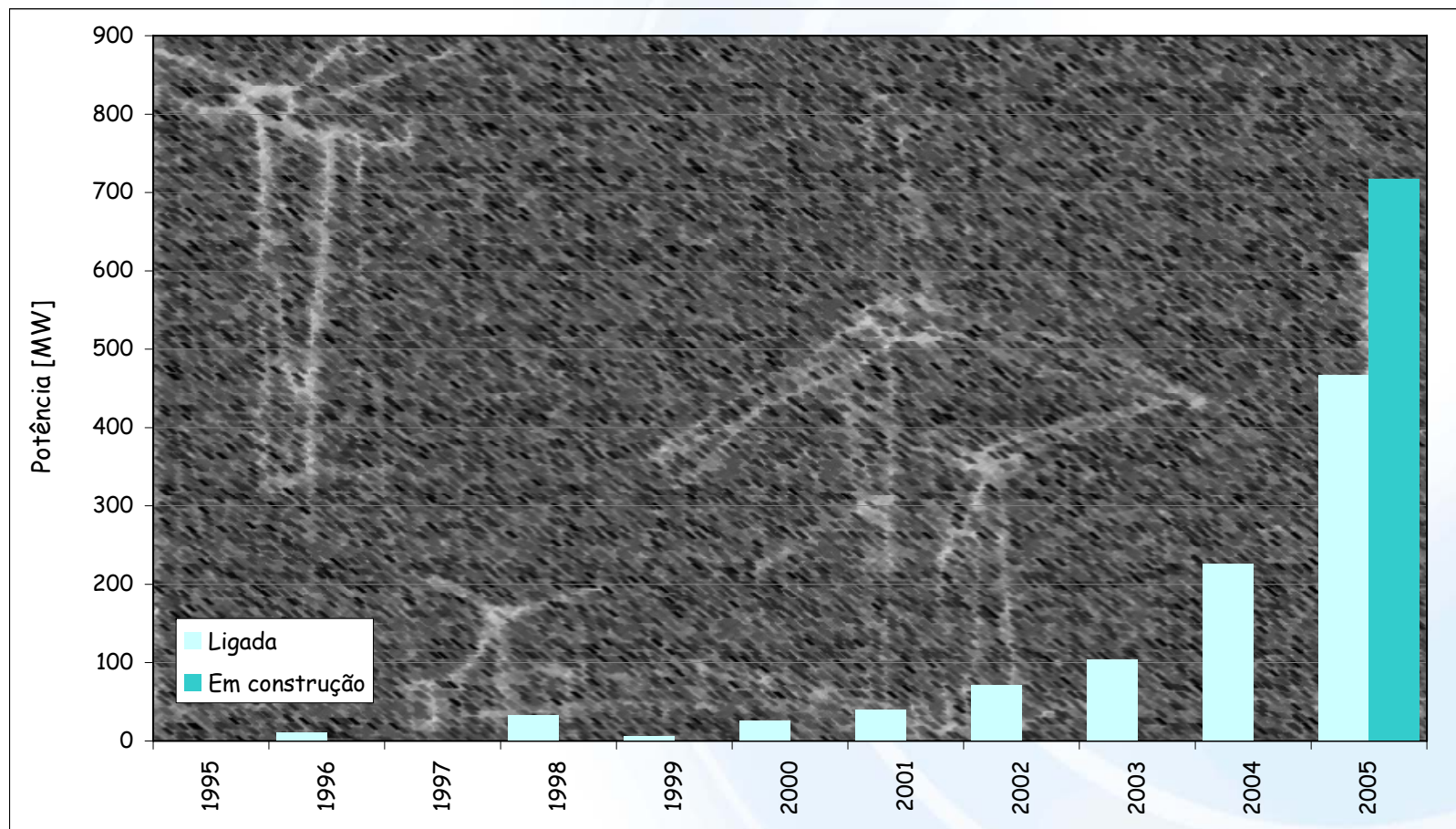
PARQUES EÓLICOS EM PORTUGAL	Ligados		Em construção		TOTAL	
	MW	Turbinas	MW	Turbinas	MW	Turbinas
CONTINENTE	507,1	420	764,4	356	1271,5	776
MADEIRA	9,6	43	0,0	0	9,6	43
AÇORES	5,3	22	1,8	6	7,1	28
TOTAL	522,0	485	766,2	362	1288,1	847



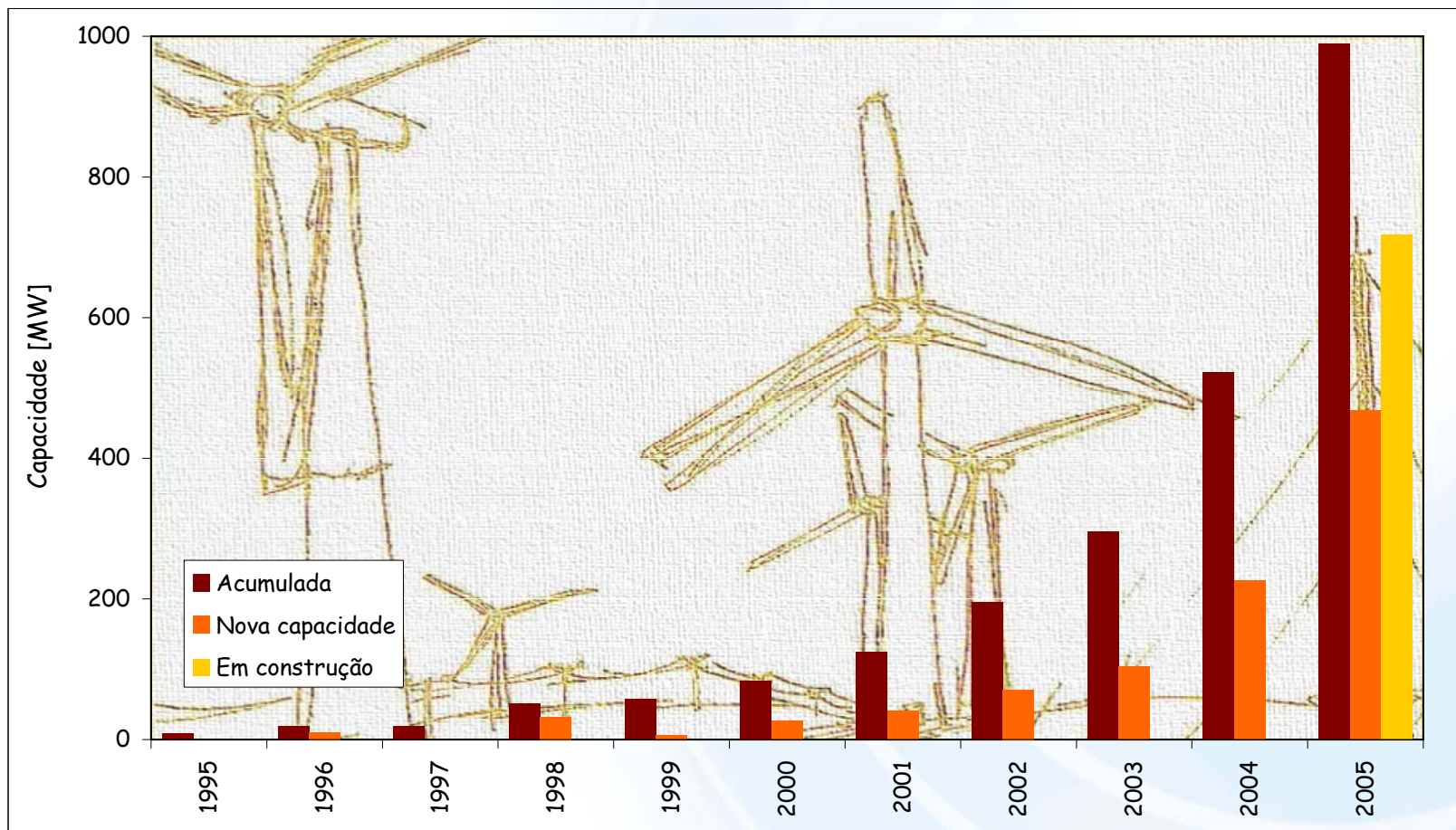
Energia Eólica – Europa (Dez04)



Energia Eólica – Portugal (Nov05)



Energia Eólica – Portugal (Nov05)



Energia Eólica – Portugal – Objectivo 2010

**Em 2010, 39 % da electricidade consumida
deverá ter proveniência “renovável”**

considerando o
crescimento
previsível do consumo

considerando
as hipóteses
de outras tecnologias

**Será necessário instalar
>3750 MW de EÓLICA !**



Portugal – objetivos / fonte (Res. Cons. Min. 63 / 2003)

<u>Fonte</u>	<u>Potência</u> [MW]	<u>hpc</u>	<u>Energia</u> [TWh]
Eólica	3 750	2 250	8,438
PCH	400	2 850	1,140
Biomassa	150	4 200	0,630
Biogás	50	4 200	0,310
RSU	130	4 200 * 50%	0,273
Ondas	50	2 500	0,125
Fotovoltaica	150	1 200	0,180
TOTAL	4 580	(2 423)	11,096

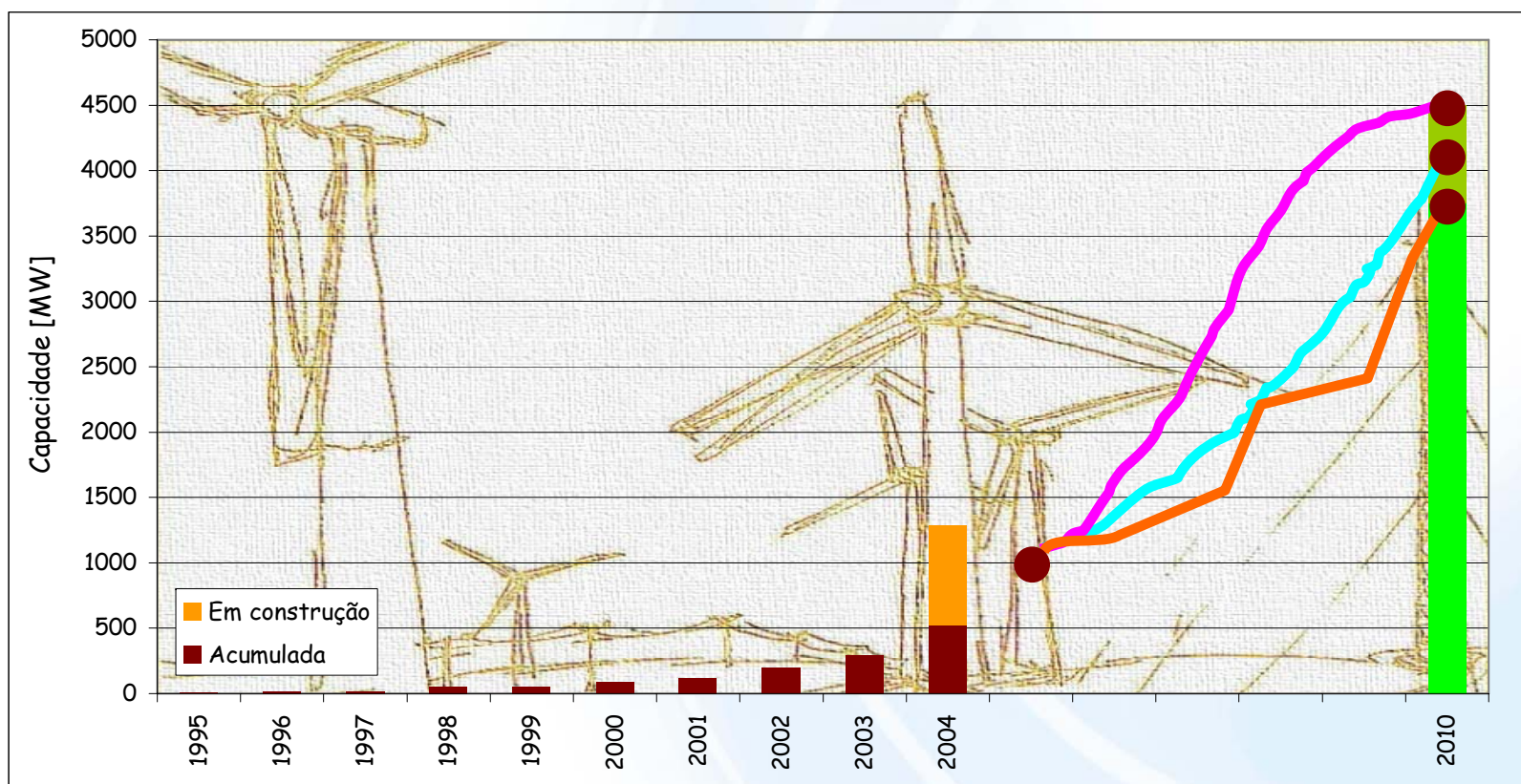


Portugal – objetivos / fonte (APREN)

<u>Fonte</u>	<u>Potência</u>	<u>Energia</u>
	[MW]	[TWh]
Eólica	4 856 (990)	10,926
PCH	400 (300)	1,140
Biomassa	150 (10)	0,630
Biogás	50	0,310
RSU	130 (66)	0,273
Ondas	50 (<1)	0,125
Fotovoltaica	150 (<1)	0,180
TOTAL	5 576	12,880



Energia Eólica – Portugal – Objectivo 2010



Energia Eólica (FER) - Desafios

Político / Administrativo

Ambiental

Empresarial

Financeiro

Técnico-profissional e científico

Industrial



Temas “recorrentes”

Estimativa do recurso em ano médio
(variabilidade inter-anual ► longo termo)

Variabilidade do recurso em pequenas escalas de tempo
(turbulência, componentes da velocidade ► estudos)

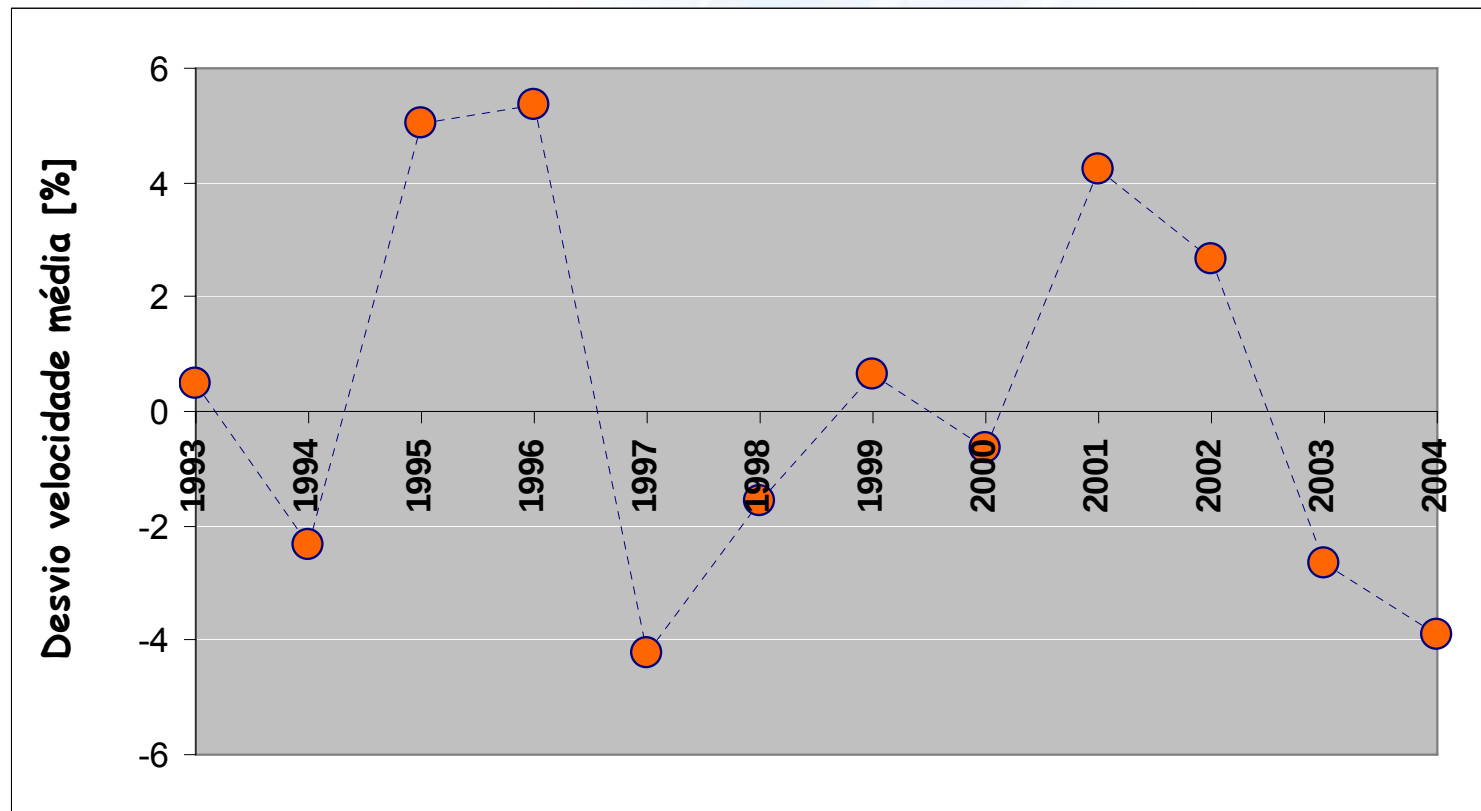
Decisão sobre a localização dos parques
(viabilidade técnico-económica e estimativa dos impactos)

Optimização da configuração dos parques
(produção, solicitações mecânicas, etc.)

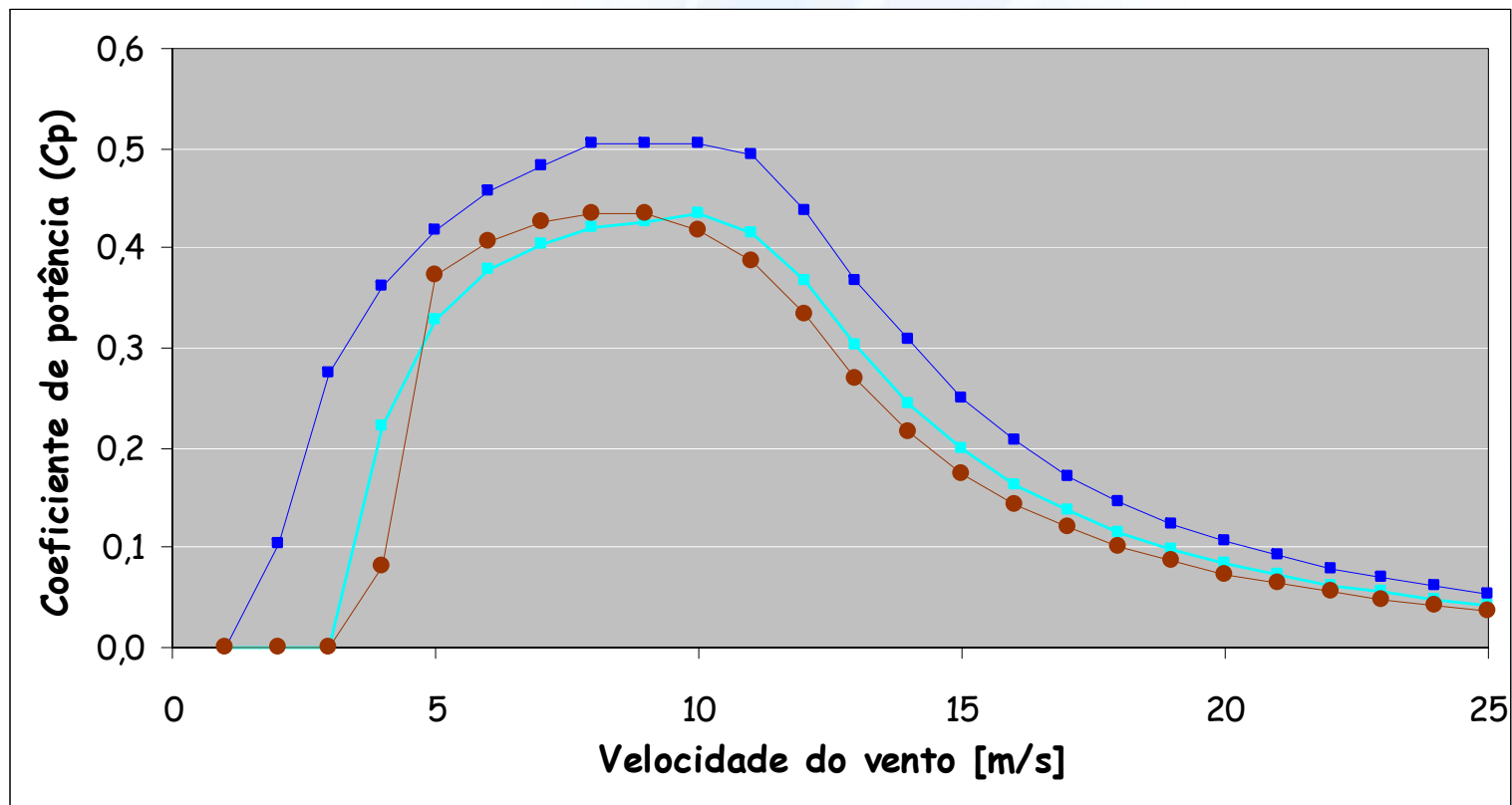
Incertezas das estimativas
(medições, clima, modelos, etc.)

Aproveitamento de recursos moderados
(classe dos aerogeradores, tipo de rotor, altura de torre)

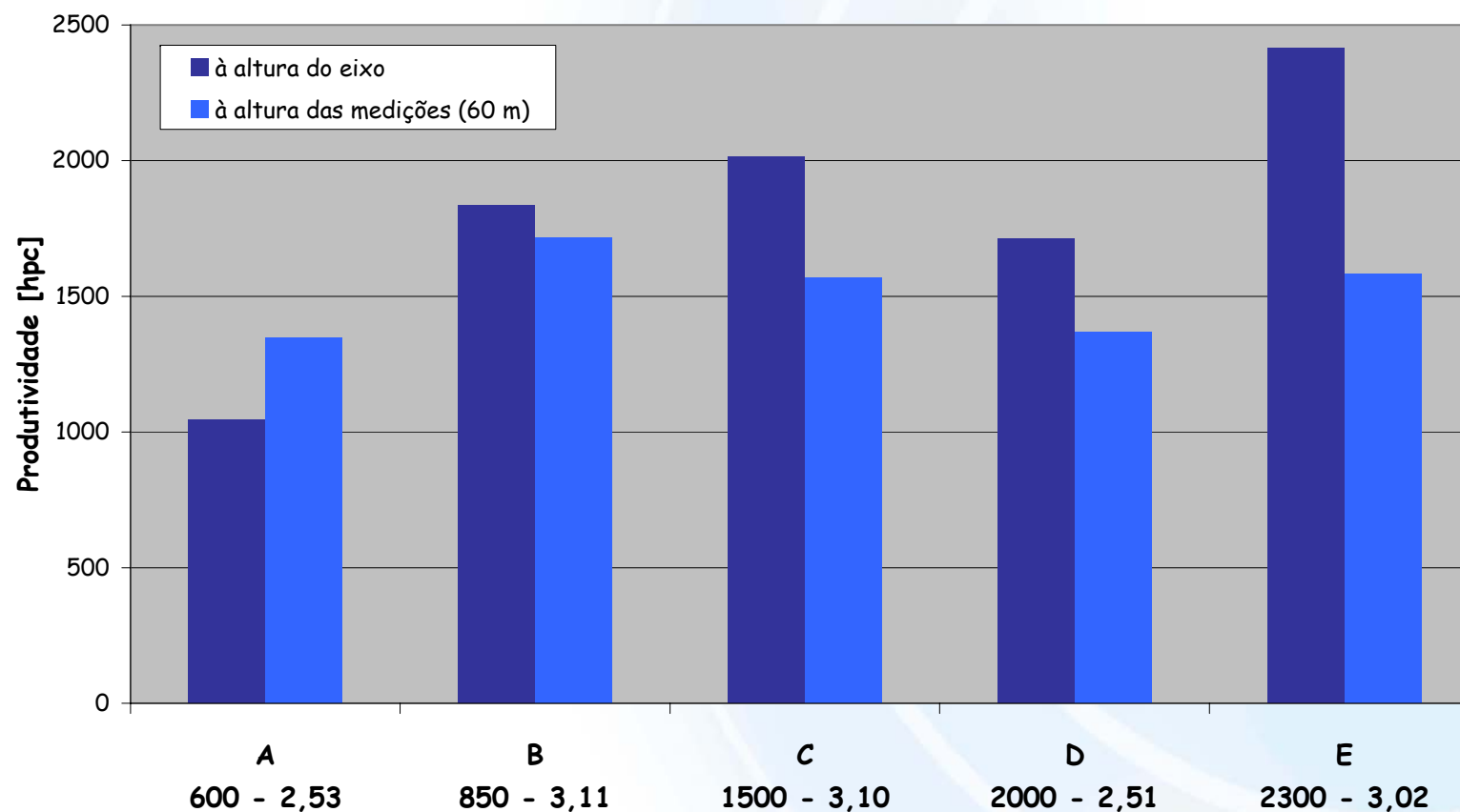
Variabilidade inter-anual



Tecnologia



Seleccção dos aerogeradores



Classe dos aerogeradores

Classe IEC 61400 - Parte 1	I		II		III		IV	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Vel_{max50} [m.s ⁻¹]	50,0		42,5		37,5		30,0	
$Vel_{média}$ [m.s ⁻¹]	10,0		8,5		7,5		6,0	
Intensidade turbulência (14 < V < 15 m.s ⁻¹) [%]	18	16	18	16	18	16	18	16



Problemas “novos”

Utilização em locais de grande complexidade

Verificação de garantias

Aumento da taxa de penetração

Previsão

Impacto / aceitação pública

Offshore



Problemas “novos”

Utilização de locais de grande complexidade

Verificação de garantias

Aumento da taxa de penetração

Previsão

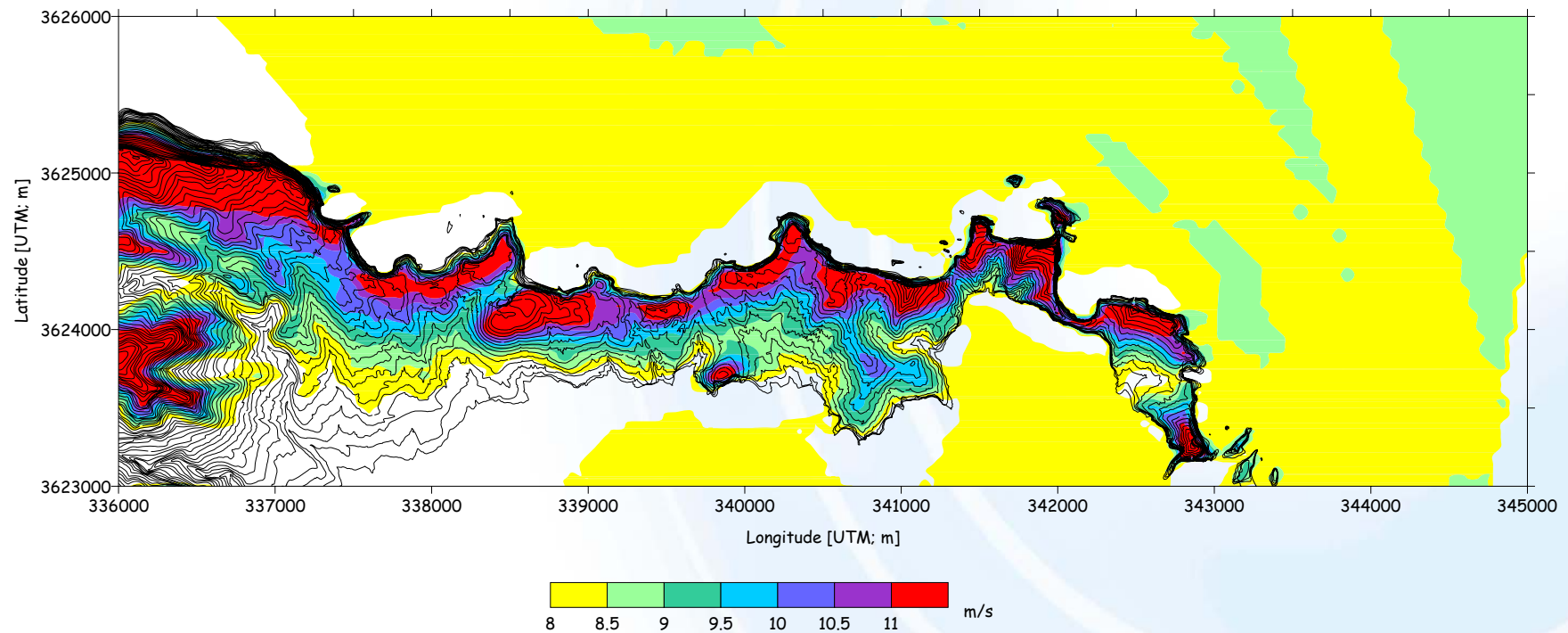
Impacto / aceitação pública

Offshore

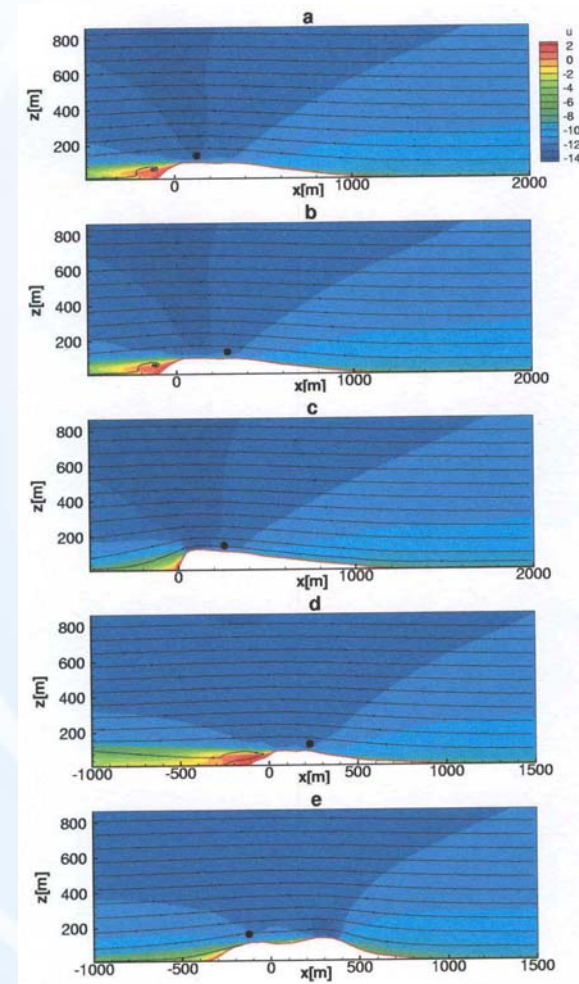
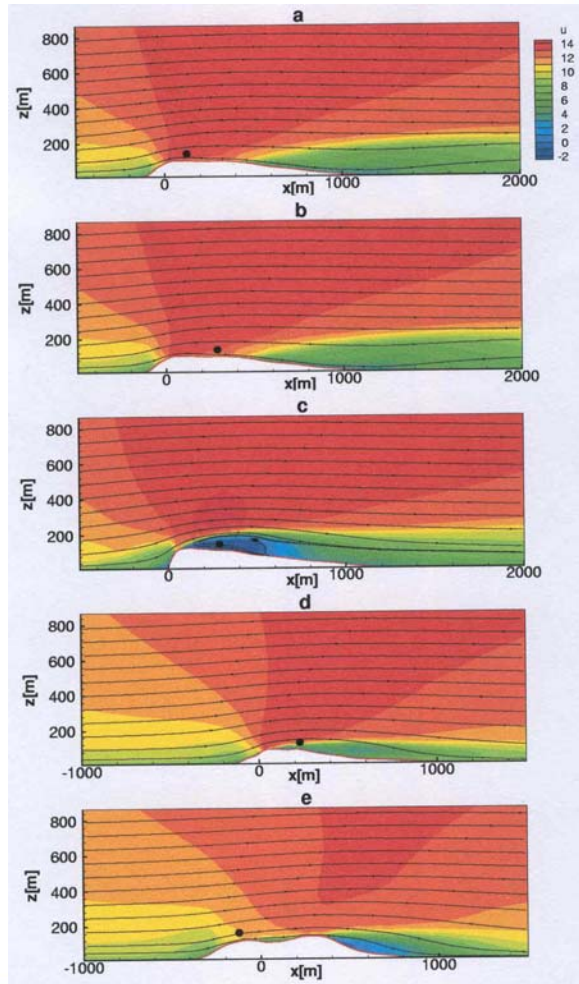


Modelos linearizados - WA^{SP}

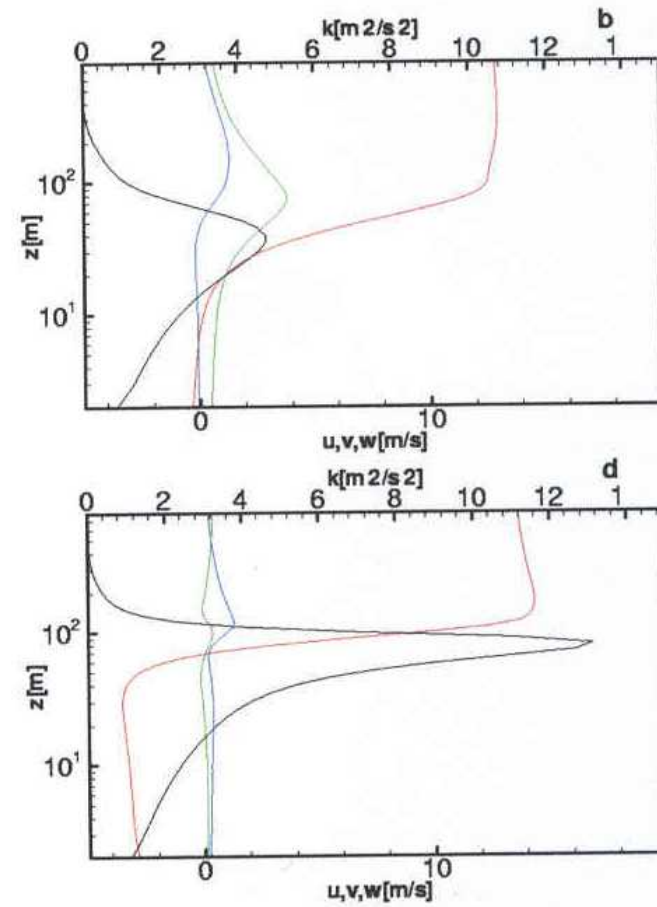
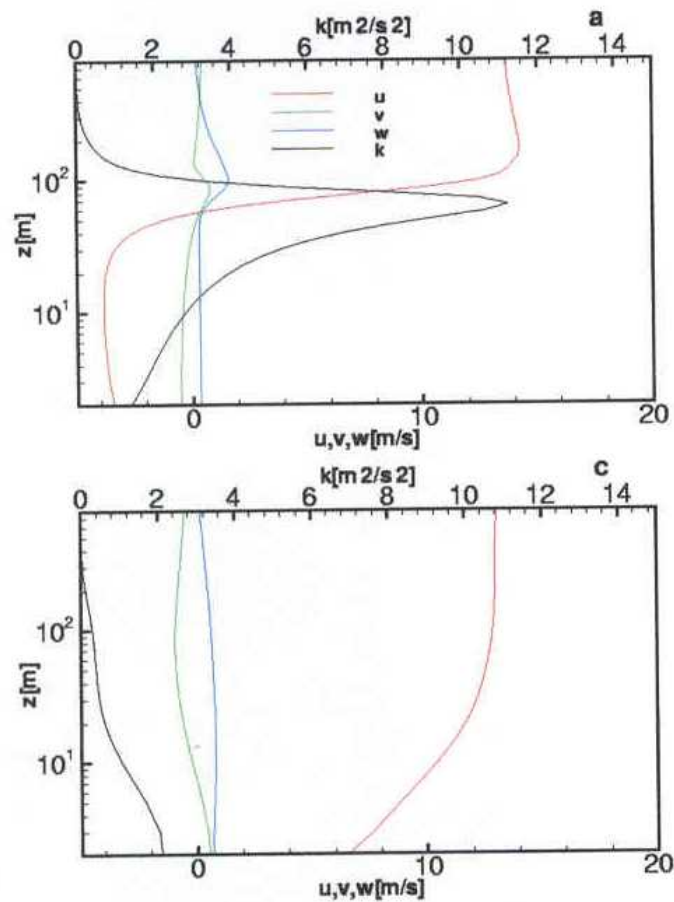
Distribuição da velocidade do vento 40 metros a.n.s.
Dados do Aeroporto de Santa Catarina (1971-1980)



CFD - Ventos[®]



CFD - Ventos®



Técnicas de medição



Problemas “novos”

Utilização de locais de grande complexidade

Verificação de garantias

Aumento da taxa de penetração

Previsão

Impacto / aceitação pública

Offshore



Verificação de garantias

- . **Garantias de produção (WWFW)**
CFD ?
- . **Curva de potência**
Anemómetros da *nacelle* ?
- . **Curva de potência**
Normas IEC
- . **Necessidade de acreditação !**



Problemas “novos”

Utilização de locais de grande complexidade

Verificação de garantias

Aumento da taxa de penetração

Previsão

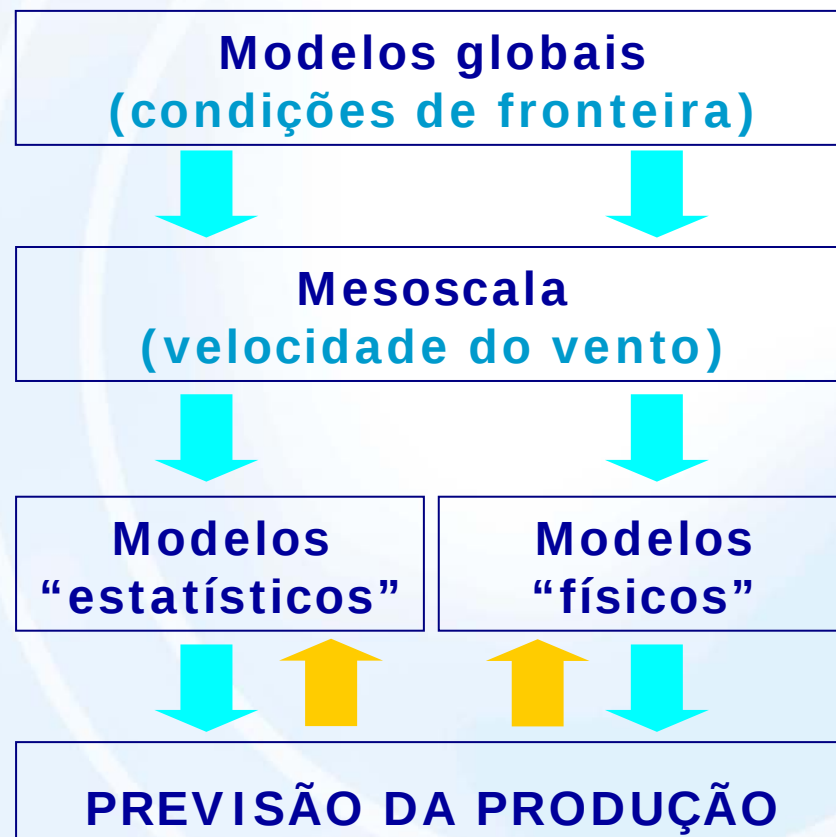
Impacto / aceitação pública

Offshore



Previsão

- . Planeamento da manutenção
- . Despacho
- . Negociação mercados
- . Gestão do sistema
- . Muito curto prazo (até 6 h)
- . Curto prazo (até 3 dias)



Problemas “novos”

Utilização de locais de grande complexidade

Verificação de garantias

Aumento da taxa de penetração

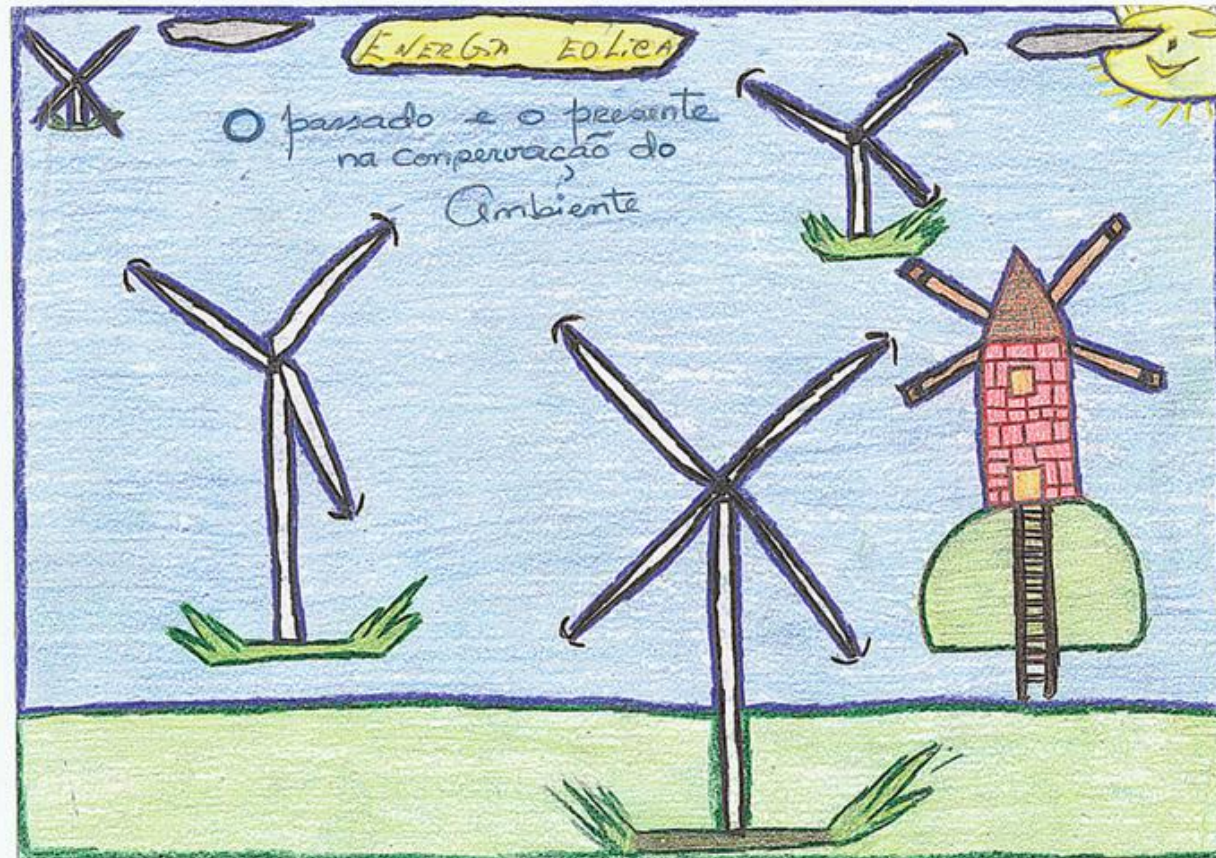
Previsão

Impacto / aceitação pública

Offshore



Impacto – aceitação pública



Impacto – aceitação pública

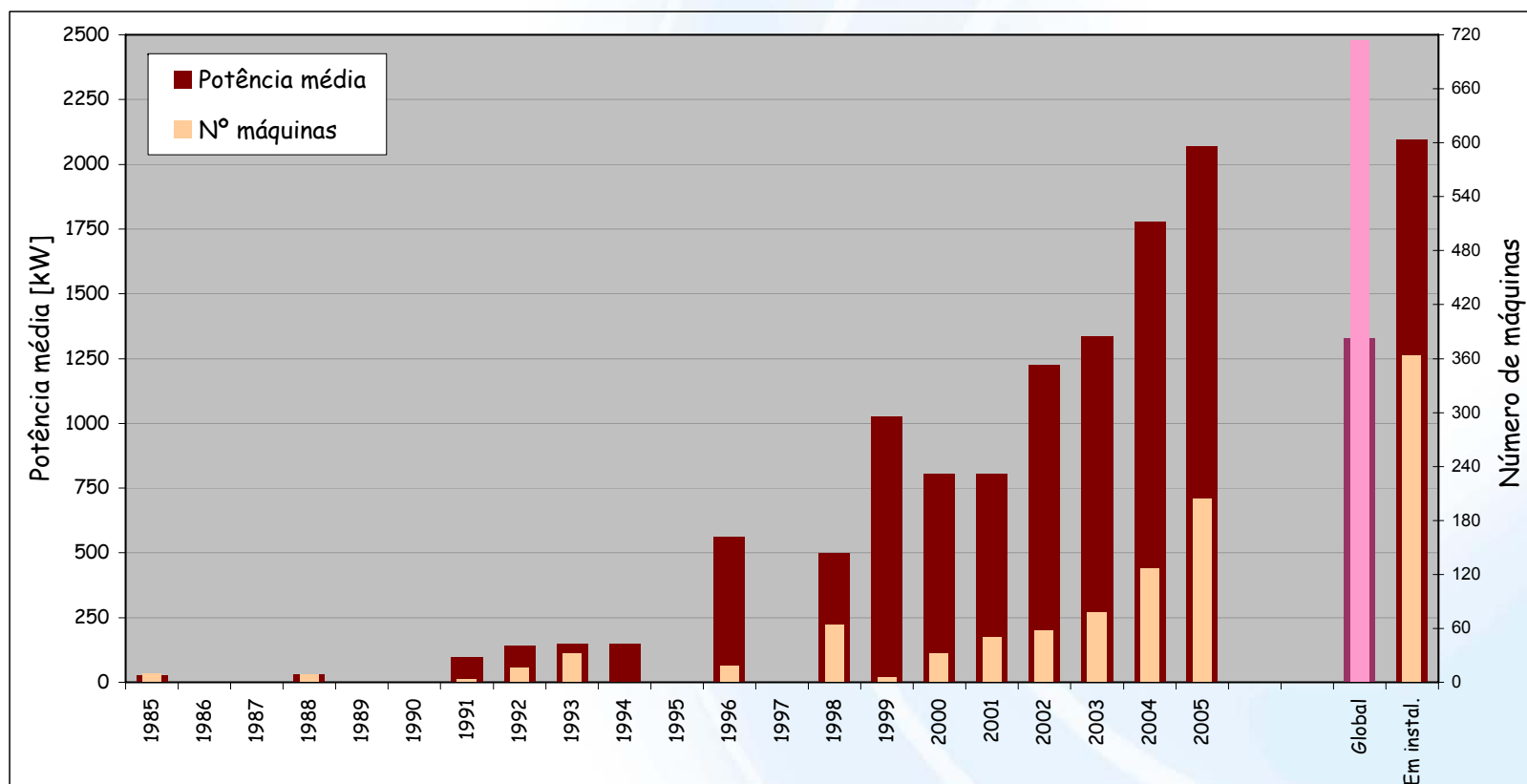
Temos actualmente instalados cerca 650 aerogeradores

Portugal é o país da Europa que maiores máquinas instala

(Em 2004: Espanha 1,06 MW; Portugal 1,78 MW)



Potência média dos aerogeradores



Impacto – aceitação pública

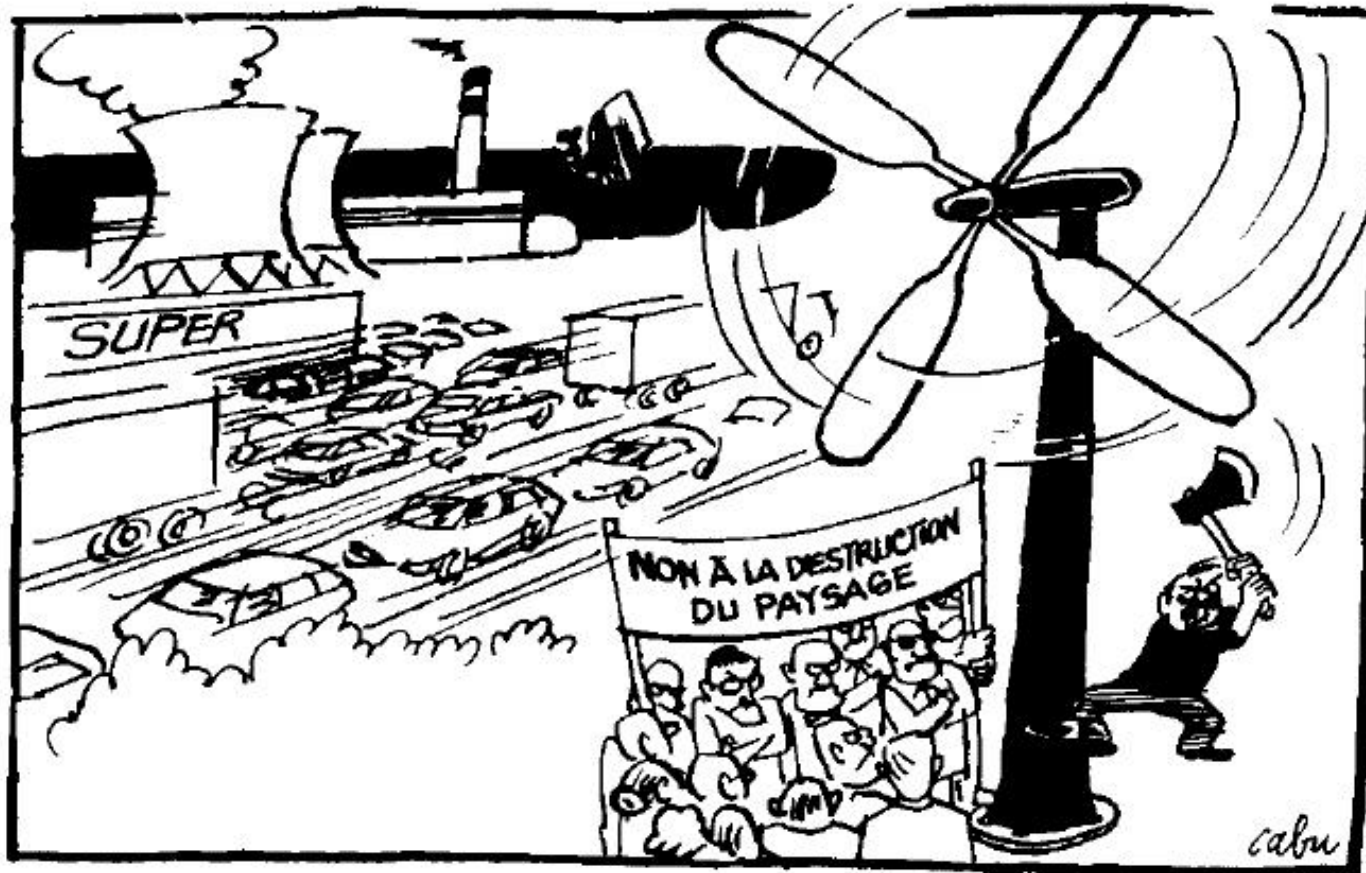
**Temos actualmente instalados (ligados à rede)
no continente 618 aerogeradores**

Portugal é o país da Europa que maiores máquinas instala
(Em 2004 Espanha 1,06 MW; Portugal 1,78 MW)

**Admitindo que a potência média dos 3 000 – 3500 MW
que deverão ainda ser instalados seja de 2,5 MW ...**

...ainda faltam 1200 a 1400 aerogeradores!

Impacto – aceitação pública



Impacto – aceitação pública



Problemas “novos”

Utilização de locais de grande complexidade

Verificação de garantias

Aumento da taxa de penetração

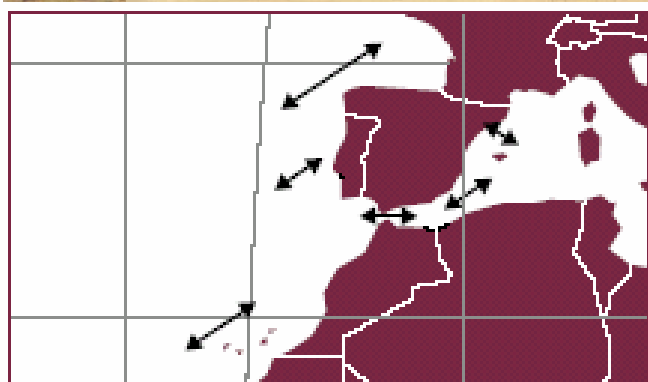
Previsão

Impacto / aceitação pública

Offshore



Offshore - Espanha



PROJECTOS OFFSHORE EM ESPANHA	
NOME DO PROJECTO	CAPACIDADE PLANEADA
MAR DE TRAFALGAR	990 MW
CABO DE TRAFALGAR	250 MW
BANCO DE TRAFALGAR	250 MW
DELTA DEL EBRO	430 MW
PUERTO DE BILBAO	250 MW
TOTAL	2 170 MW



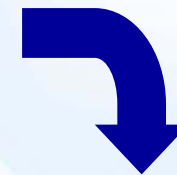
Conclusão

A tecnologia evoluiu

O conhecimento avançou

O quadro alterou-se significativamente

Novas e maiores exigências



Rigor, abertura, atitudes novas



ahr@fe.up.pt
ahr@inegi.up.pt

