Mestrado em Engenharia
Electrotécnica e de Computadores

Produção Distribuída e Energias Renováveis

(Setembro de 2005)

J. A. Peças Lopes

Universidade do Porto
FEUP Faculdade de Engenharia

Introdução

- Kyoto e a Directiva das Energias Renováveis na Europa:
  - **Redução de gases de efeito de estufa e emissões poluentes;**
  - **Segurança de abastecimento de energia na UE;**
  - **Eficiência energética;**
  - **Aumentar a parcela das energias renováveis**
  - **Aumentar a competitividade da indústria da UE.**

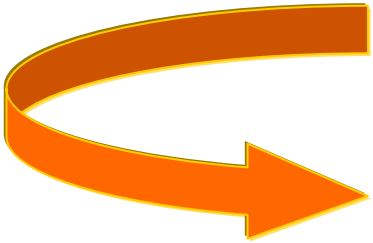
Introdução

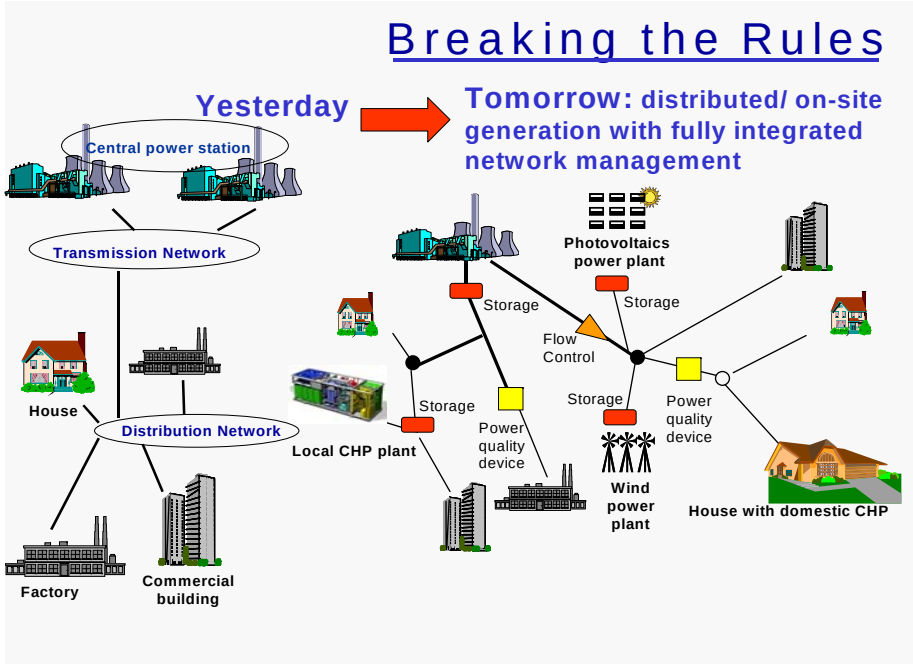
⌘ Metas definidas pela Directiva das ER

	RES-E TWh 1997 (*)	RES-E % 1997 (**)	RES-E% 2010 (**)
Belgium	0,86	1,1	6,0
Denmark	3,21	8,7	29,0
Germany	24,91	4,5	12,5
Greece	3,94	8,6	20,1
Spain	37,15	19,9	29,4
France	66,00	15,0	21,0
Ireland	0,84	3,6	13,2
Italy	46,46	16,0	25,0 (1)
Luxembourg	0,14	2,1	5,7 (2)
Netherlands	3,45	3,5	9,0
Austria	39,05	70,0	78,1 (3)
Portugal	14,30	38,5	39,0 (4)
Finland	19,03	24,7	31,5 (5)
Sweden	72,03	49,1	60,0 (6)
United Kingdom	7,04	1,7	10,0
Community	338,41	13,9 %	22 % (***)

Introdução

- Novos paradigmas de funcionamento do sistema de energia:
  - Aumento da componente de energias renováveis no mix de produção;
  - Aumento da produção descentralizada (produção distribuída e microgeração);
  - Utilização de conceitos de mercado no relacionamento técnico e comercial





Introdução

Portugal / Espanha

- O cenário de funcionamento:
  - O Mercado:
    - 100% de elegibilidade dos consumidores;
    - Transacções bilaterais e ajuste diário da produção nos mercados diários;
    - Transacções através das interligações;

  - A Produção em Regime Especial (PRE)
    - Elevados níveis de integração de PRE:
      - Portugal: 6500 MW (2010), Ponta: 9 GW
        - > 4000 MW de potência eólica;
      - Espanha: 25000 MW (2010), Ponta: 41 GW
        - ≅ 20000 MW de potência eólica
    - Importantes desenvolvimentos das tecnologias de conversão de energia

Tipos de Produção Distribuída

- **Mini-hídrica** (dezenas de kW a 10 MW), custos inferiores a 1000 *€ / kW*;
- **Produção eólica** (dezenas de kW até 2.5 MW) custos de *900 a 1100 € / kW, 3 a 5c €/kWh em 2010, 2,5 c €/kWh em 2020;*
- **Fotovoltaica (PV)** (tipicamente < 10 kW) - custos *6000 € / kW, 11 c € / kWh em 2010;*
- ***Cogeração*** (dezenas de kW a dezenas de MW);
- ***Micro-turbinas*** *(70000 a 12000 rpm de 25 kW a 500 kW) - custos de* 500-1000 €/kW.

Tipos de Produção Distribuída

- Células de combustível - “fuel cells” - alvos:
  - 5 a 10 kW (doméstica)
  - alguns MW na indústria como cogeração
  - custos: 800-1300 € / kW
- Geotérmica, custos *5 a 7 c € / kWh em 2010*
- Biomassa (queima de resíduos, briquetes de madeira, etc.), *7 c € / kWh em 2010*;
- Solar térmica (em estádio de I&D), *6 c € / kWh em 2010*;

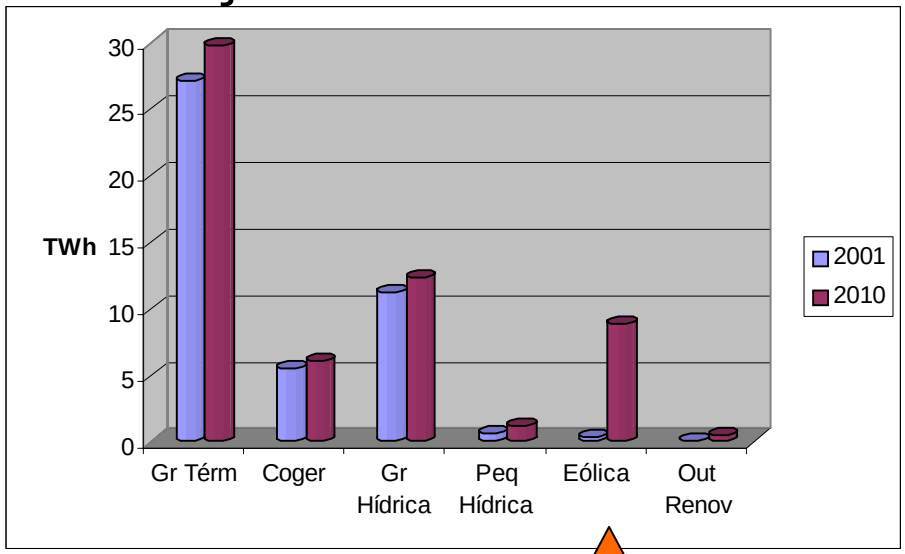
Tipos de Produção Distribuída

- Sistemas híbridos:
  - eólico-Diesel;
  - eólico-PV-Diesel;
  - Fuel-cells + eólico;
  - PV-Diesel

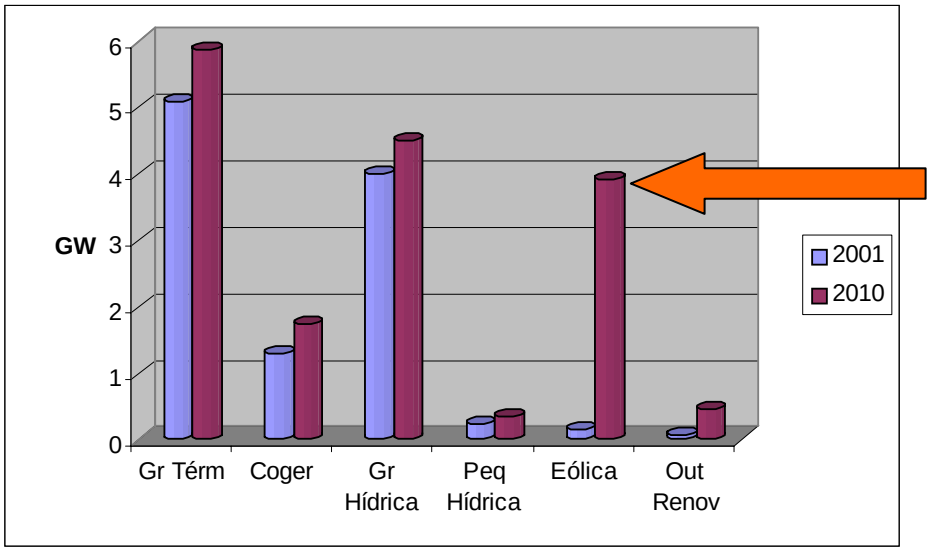
- Micro redes (semi-autónomas)

Estrutura da produção e potência instalada Portugal

Produção Bruta

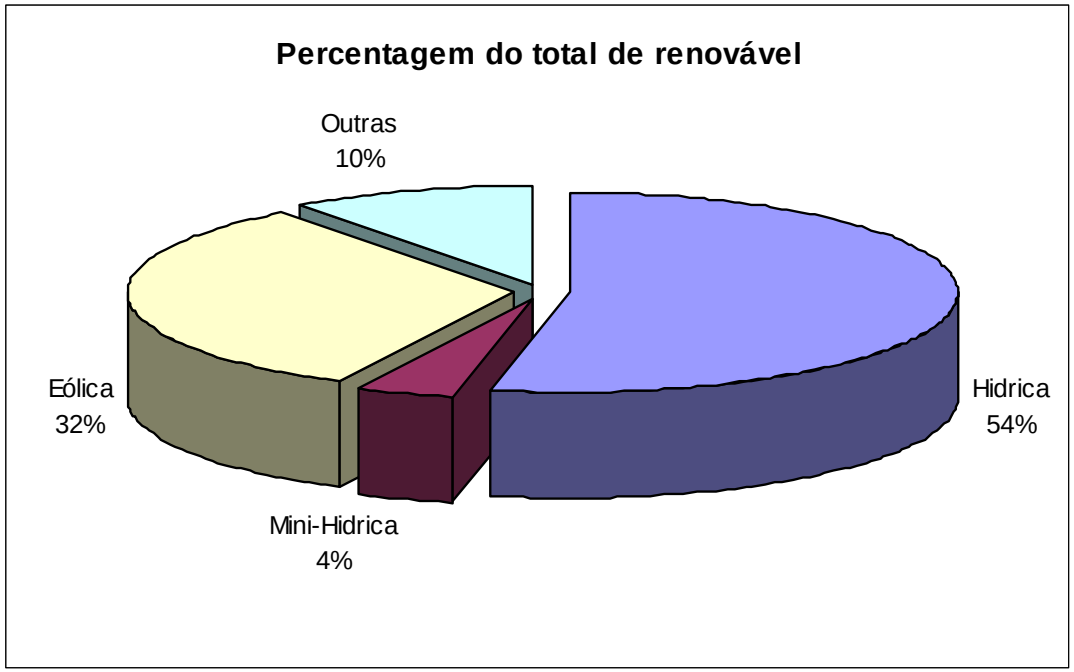


Potência instalada



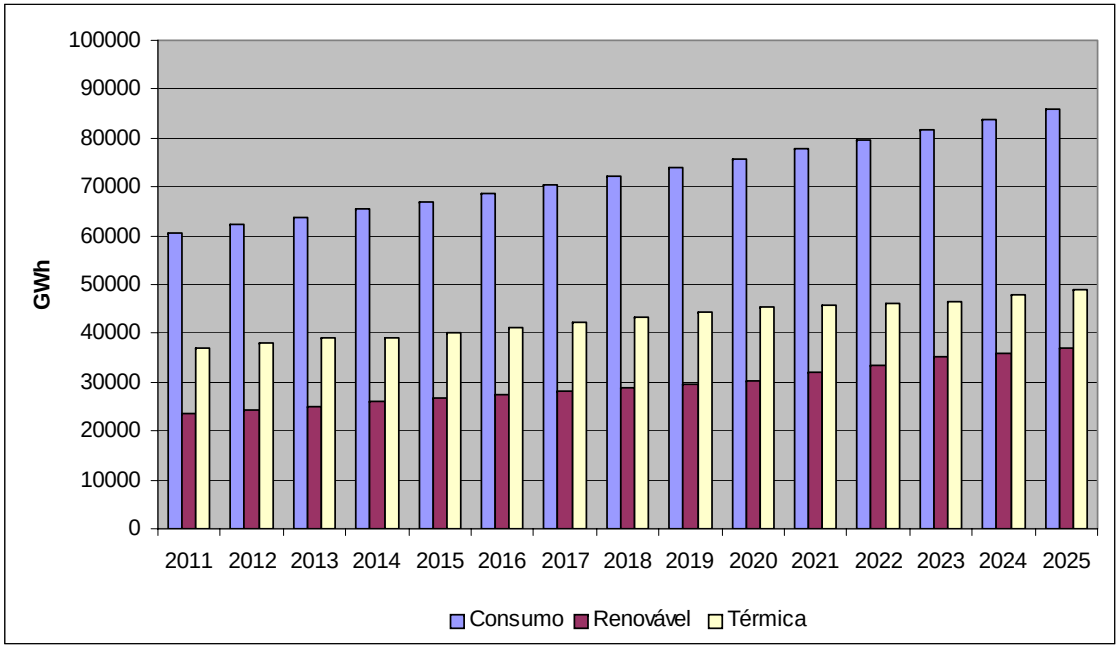
Portugal – Horizonte 2010

- Consumo total: ≅ 60 TWh (taxa de crescimento dos consumos de 4,5% ao ano)
- Produção renovável (admitindo o cumprimento da Directiva ER): ≅ 23,0TWh



Portugal – Horizonte 2025

- Evolução do consumo e produção até 2025 (taxa de crescimento dos consumos de 2,5% anual, de 2012 em diante ER=42%ETotal)



2025: ≅ + 14 TWh de produção renovável em relação a 2010

Como resolver o problema?

- Na componente térmica + segurança abastecimento:
  - CCGT
  - Cogeração (grandes unidades e micro-cogeração)
  - Novas centrais a carvão ?
  - Nuclear ???

Como resolver o problema?

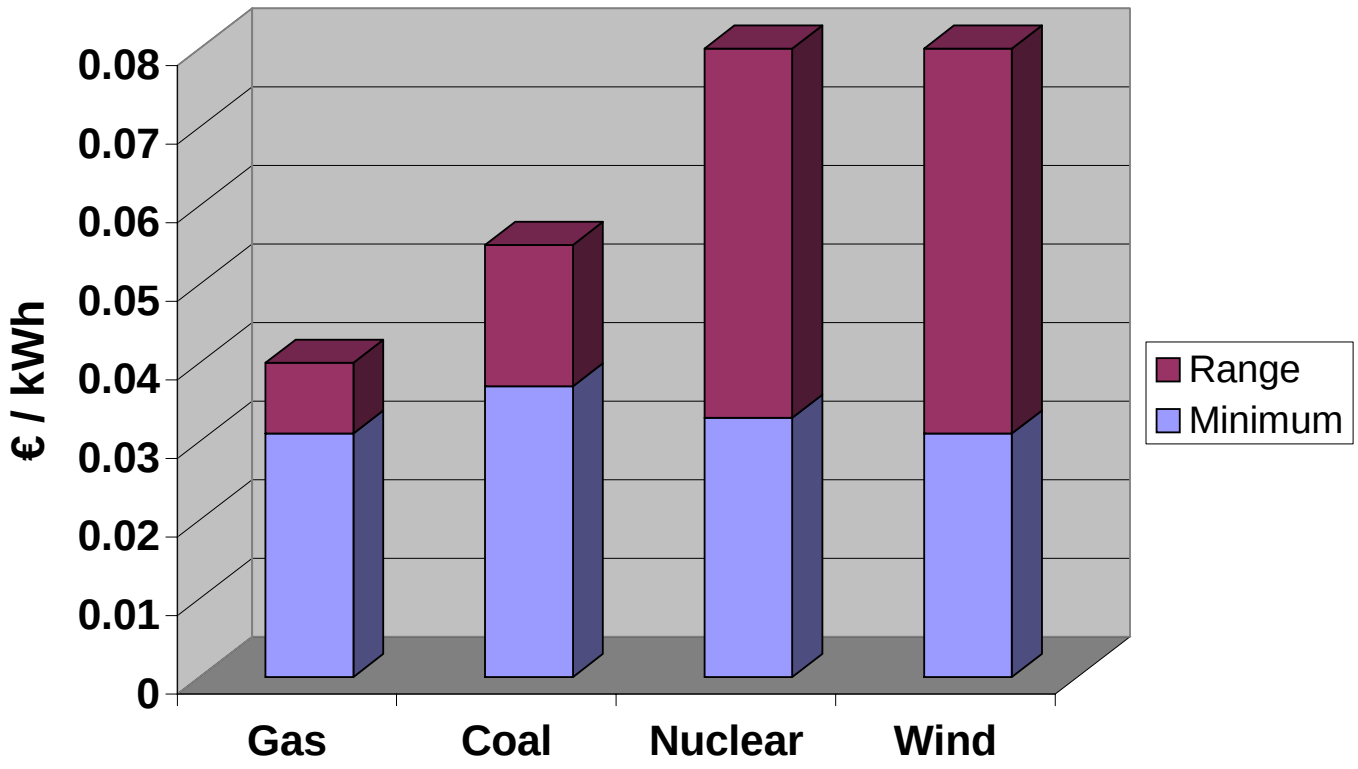
- Na componente renovável:
  - **Produção eólica (on-shore e off-shore): 3 a 4 GW (2000h)**
  - **Produção solar fotovoltaica (µgeração): 1 GW (1300 h)**

    ("Every time the solar power industry doubles in size, the prices fals by 20 percent -- and that happens practically every three years, »)
  - **Exploração da energia das ondas: 1 GW (≅2300 h)**

  Intermitência
  - PCH: 400 MW -> 1TWh
  - Biomassa
  - Biogás (microgeração)
  - RSU
  - **GRANDE HÍDRICA: 750 MW -> 1,4 TWh**

Produção distribuída

Custos comparativos de produção

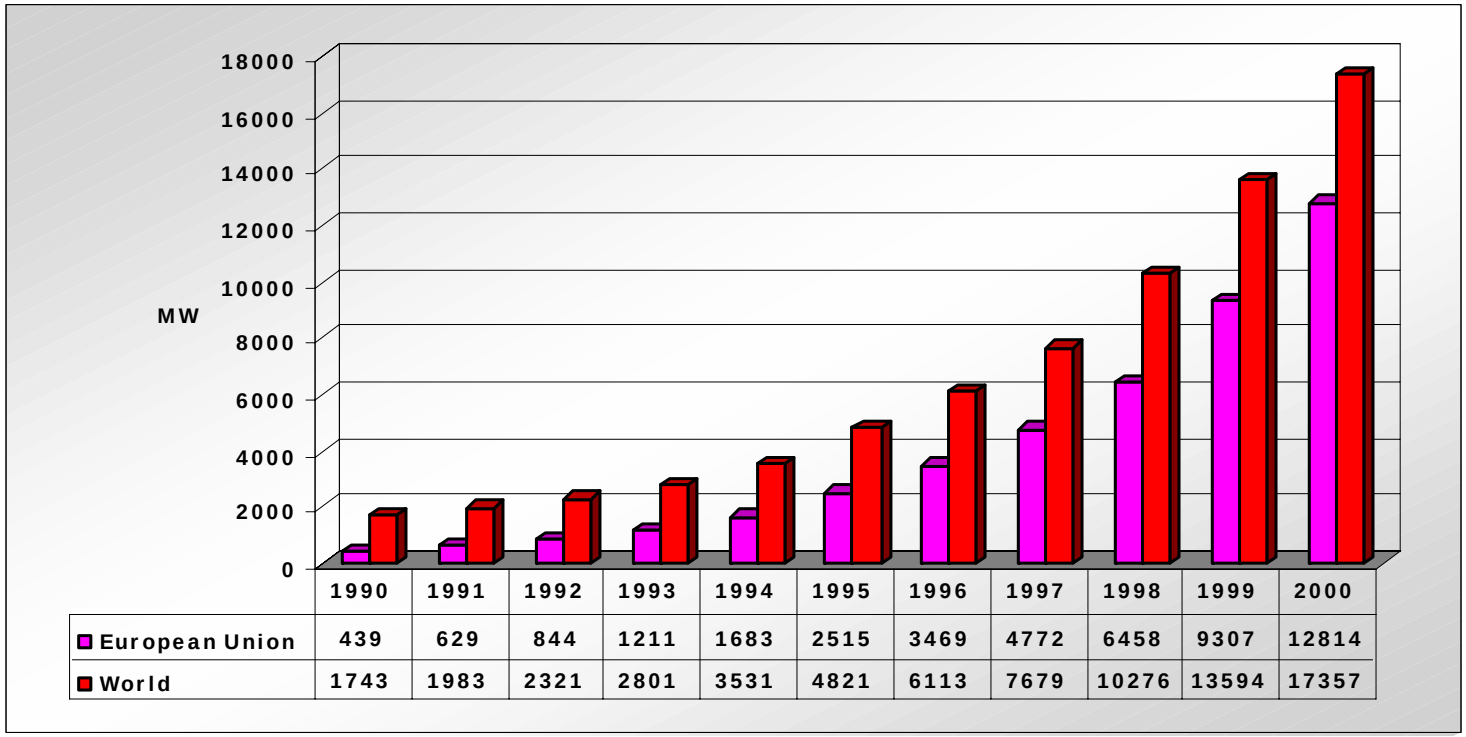


Situação ambiental

- Necessidade de reduções drásticas nos consumos de energia que resultem da queima de carvão e fuel
  - Actualmente 8 T CO^2/pessoa
  - Em 2050 ---- 1 T CO^2/pessoa
- Acordo de Kyoto
  - sanções por incumprimento 3 *c € / kWh*

Alguns números na energia eólica

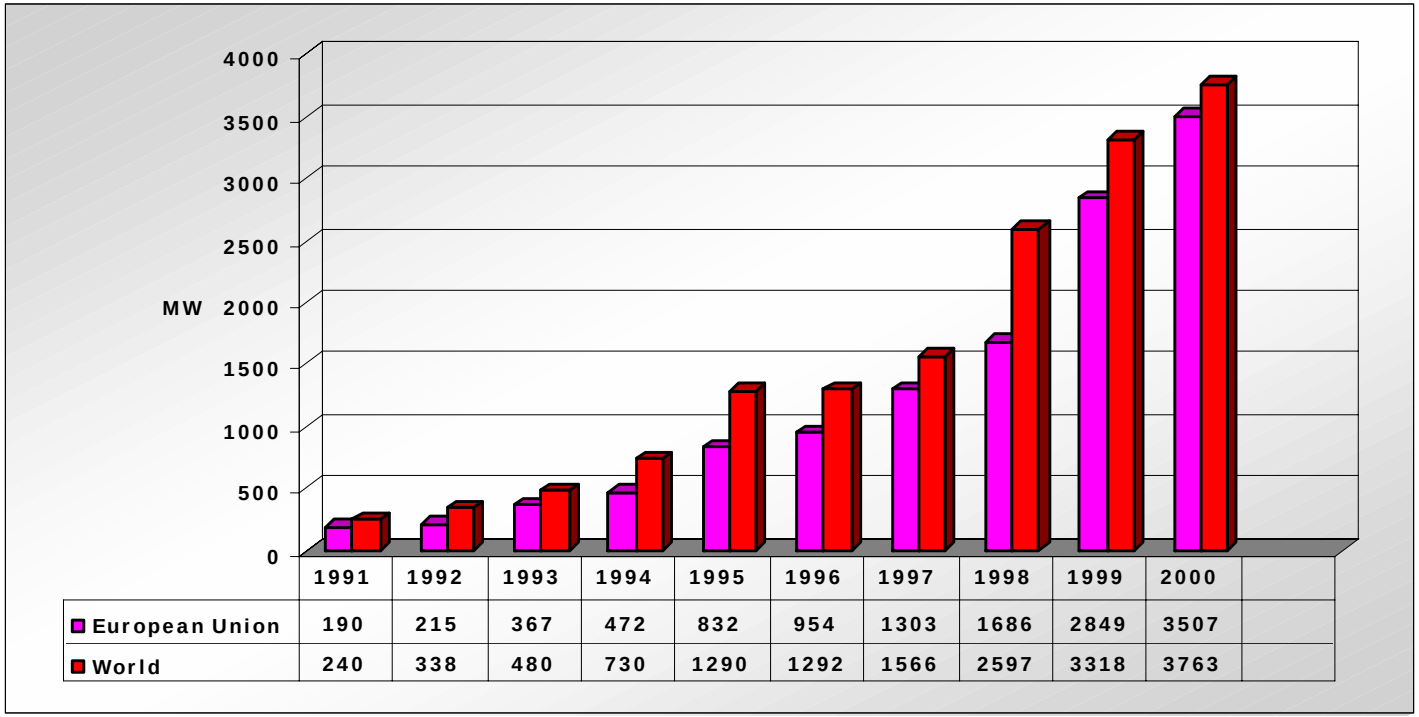
- Situação actual na Europa e no mundo (potência instalada)



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
European Union	439	629	844	1211	1683	2515	3469	4772	6458	9307	12814
World	1743	1983	2321	2801	3531	4821	6113	7679	10276	13594	17357

Alguns números na energia eólica

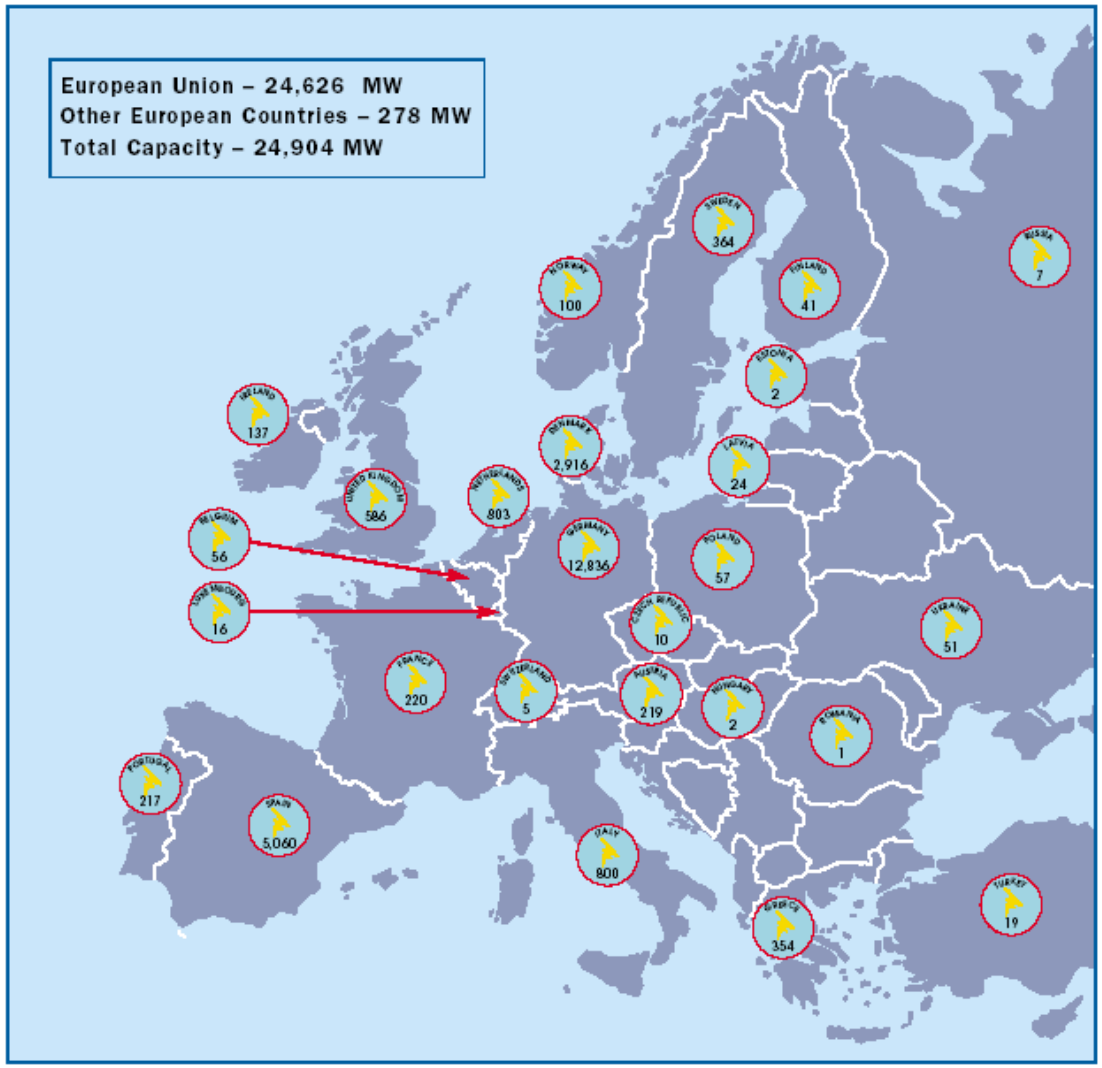
- Potência eólica instalada por ano



	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
European Union	190	215	367	472	832	954	1303	1686	2849	3507
World	240	338	480	730	1290	1292	1566	2597	3318	3763

Em Junho de 2003 (Produção Eólica)

Europe's Wind Capacity – June 2003



Capacity Installed in European Union			
Country	Total at end 2002 (MW)	Installed Jan-June 2003 (MW)	Total by June 2003 (MW)
Germany	12,001	835	12,836
Spain	4,830	230	5,060
Denmark	2,881	36	2,916
Netherlands	678	125	803
Italy	788	12	800
UK	552	34	586
Sweden	328	36	364
Greece	297	57	354
France	148	72	220
Austria	139	80	219
Portugal	196	21	217
Ireland	137	0	137
Belgium	44	12	56
Finland	41	0	41
Luxembourg	16	0	16
European Union	**23,076**	**1,550**	**24,626**

Capacity Installed in Other European Countries			
Country	Total at end 2002 (MW)	Installed Jan-June 2003 (MW)	Total by June 2003 (MW)
Norway	97	3	100
Poland	27	30	57
Ukraine	46	5	51
Latvia	24	0	24
Turkey	19	0	19
Czech Republic	7	3	10
Russia	7	0	7
Switzerland	5	0	5
Hungary	2	0	2
Estonia	2	0	2
Romania	1	0	1
Total	**237**	**41**	**278**

Notes: Figures take into account capacity decommissioned. Some country totals for end 2002 have been revised since provisional figures were published in *Wind Directions*, March 2003.

Projecções de crescimento da Energia eólica na Europa

Table 2: Installed Wind Energy Capacities by Member State in MW							
	1995	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**40 GW Target for 2010**	**60 GW Target for 2010**
Austria	5	10	20	30	34	280	480
Belgium	4	4	4	6	6	100	200
Denmark	637	835	1148	1448	1738	3500	5000
Finland	6	7	12	17	39	300	500
France	3	6	10	19	25	1000	3000
Germany	1132	1552	2081	2875	4442	16000	22000
Greece	28	29	29	39	112	1500	2000
Ireland	7	11	53	73	74	500	1000
Italy	32	70	103	180	277	2000	3000
Luxembourg	2	2	2	9	10	20	20
Netherlands	249	299	319	361	433	1500	2500
Portugal	8	19	38	60	61	500	700
Spain	133	249	512	834	1495	9000	15000
Sweden	69	103	122	174	199	2000	2600
United Kingdom	200	273	319	333	362	2000	2600
EUROPEAN UNION	**2515**	**3469**	**4772**	**6458**	**9307**	**40200**	**60600**

Desactualizado!

Conclusões

- Modificações importantes na filosofia de exploração dos sistemas;
- Novos paradigmas de funcionamento do sistema de energia;
- Necessidade de novas ferramentas para apoiar o planeamento e a exploração das redes eléctricas.