

# Perspectivas da Energia Eólica no Mundo e no Brasil

Questões técnicas, econômicas e políticas

Jens Peter Molly

DEWI, Instituto Alemão de Energia Eólica Ltda.

Seminário Internacional de Energias Renováveis, Brasília, Brasil

11 de abril, 2006

# Perspectivas da Energia Eólica no Mundo e no Brasil

## Conteúdo:

- Situação atual da energia eólica na Alemanha e no mundo
- Estado geral da técnica
- Situação e perspectivas no Brasil

## Algumas manchetes dos últimos tempos:

- Corte de gás na Ucrânia pela Rússia
- Fornecimento de gás pela Bolívia
- Petróleo e o conflito no Meio Oriente
- 300.000.000 carros adicionais nos próximos 10 anos na China e na Índia
- Compra mundial de companhias de petróleo pela China

### Consequência política:

- Redescoberta da importância da segurança de abastecimento energético
- Redescoberta das fontes próprias de energia para assegurar a autonomia energética

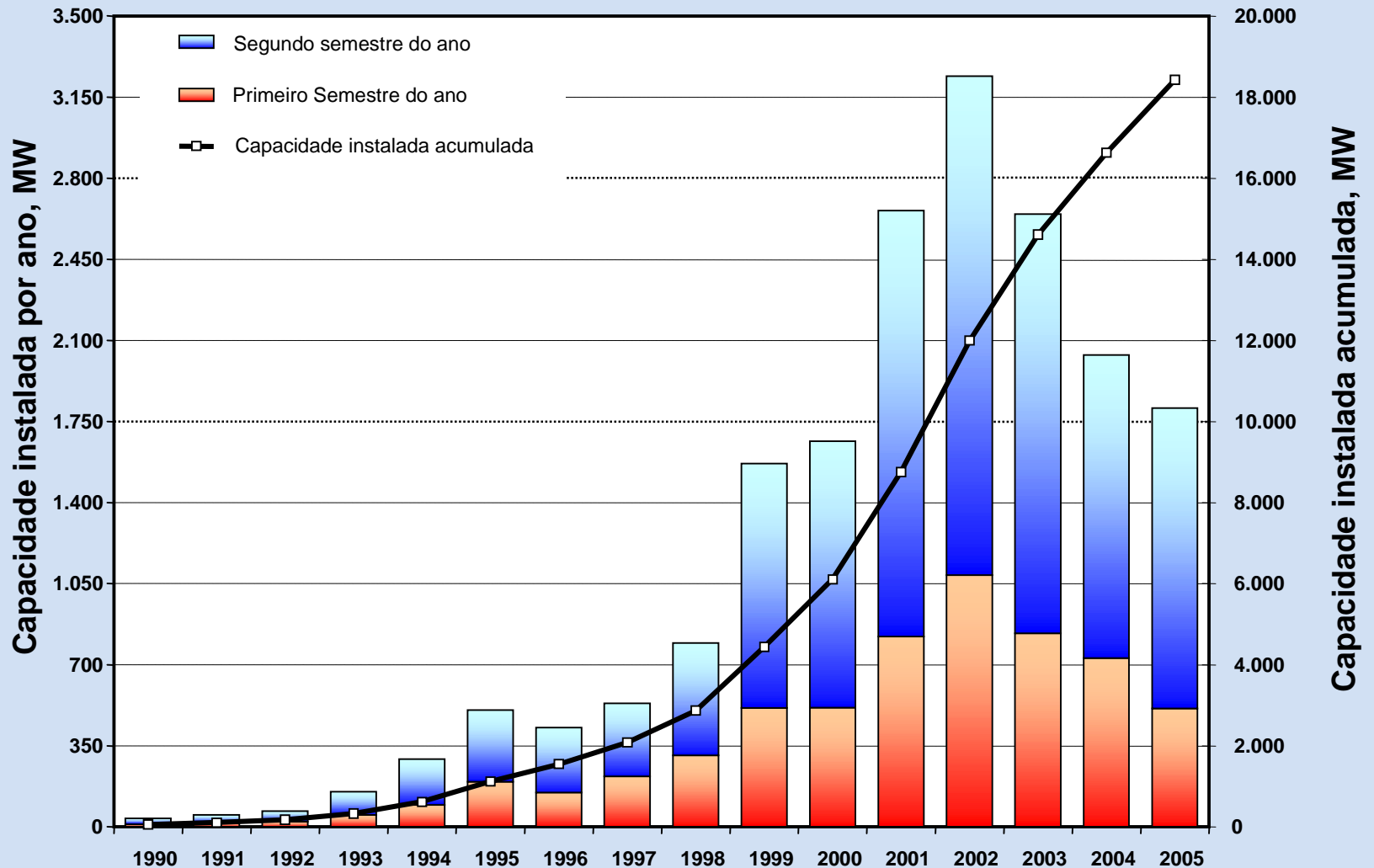
**Para todos os países do mundo  
a Energia Eólica é  
uma fonte própria de energia**

# Situação Atual da Energia Eólica

- na Alemanha
- no Mundo

# Energia Eólica na Alemanha

## Capacidade Instalada por Ano

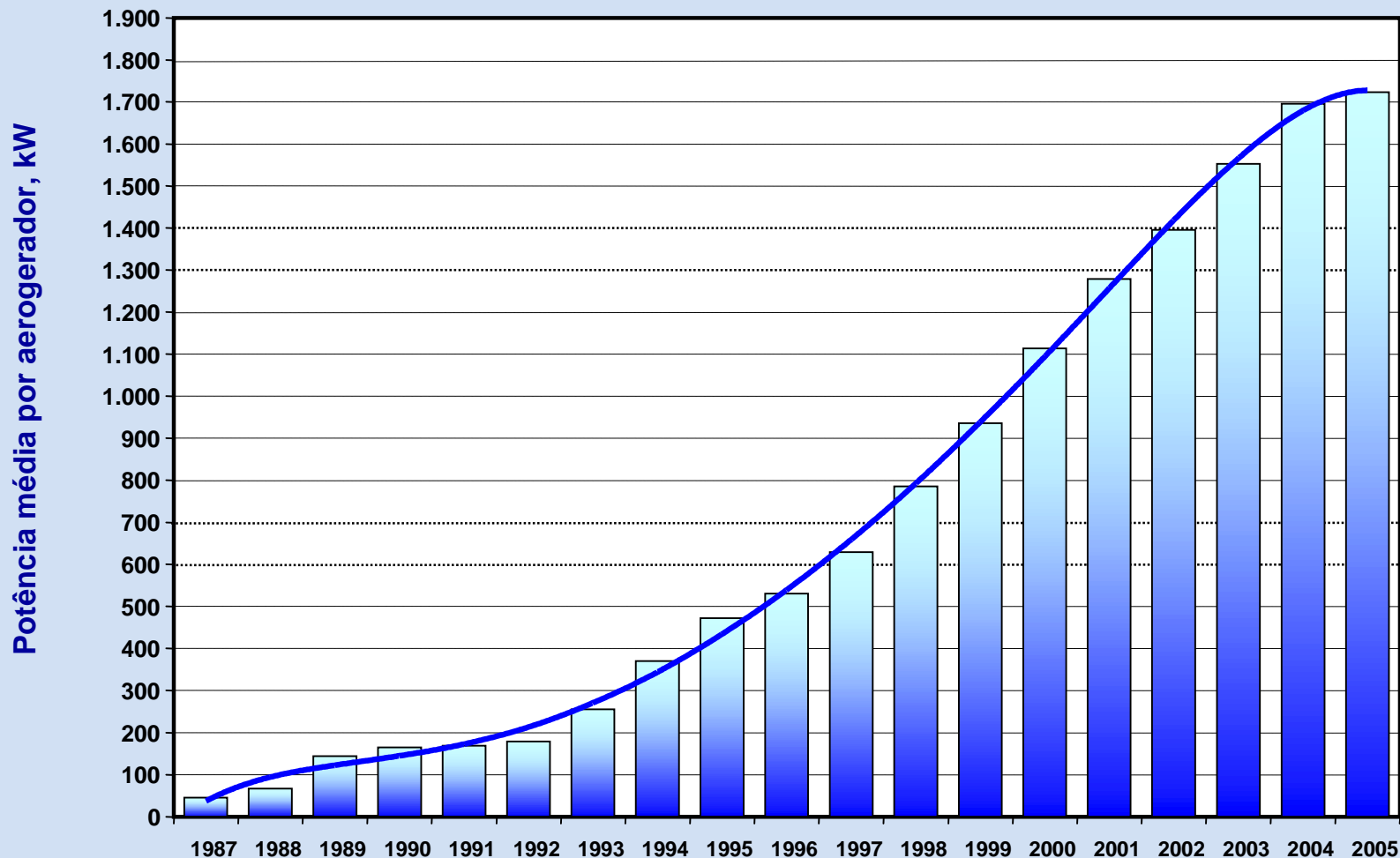


## Energia Eólica na Alemanha

Estado Federal	Capacidade Instalada até 31.12.2005	Consumo de Energia 2001	Energia Eólica Gerada por Ano	Porção de Consumo de Energia
	MW	GWh	GWh	%
Schleswig-Holstein	2.274,91	13.353	4.697	35,17
Sachsen-Anhalt	2.201,26	12.807	4.407	34,41
Mecklenburg-Vorpommern	1.094,90	6.374	2.004	31,45
Brandenburg	2.619,56	18.044	4.492	24,89
Niedersachsen	4.905,27	49.627	9.262	18,66
Thüringen	501,88	10.755	914	8,49
Sachsen	703,07	18.398	1.222	6,64
Rheinland-Pfalz	810,38	26.159	1.335	5,10
Nordrhein-Westfalen	2.226,34	127.747	3.913	3,06
Hessen	426,16	36.539	670	1,83
Bremen	52,30	5.427	93	1,72
Saarland	57,40	7.569	100	1,32
Bayern	257,83	73.176	357	0,49
Hamburg	33,68	14.187	59	0,41
Baden-Württemberg	262,58	75.745	302	0,40
Berlin	0,00	13.103	0	0,00
<b>Alemanha total</b>	<b>18.427,52</b>	<b>509.010</b>	<b>33.828</b>	<b>6,65</b>

## Energia Eólica na Alemanha

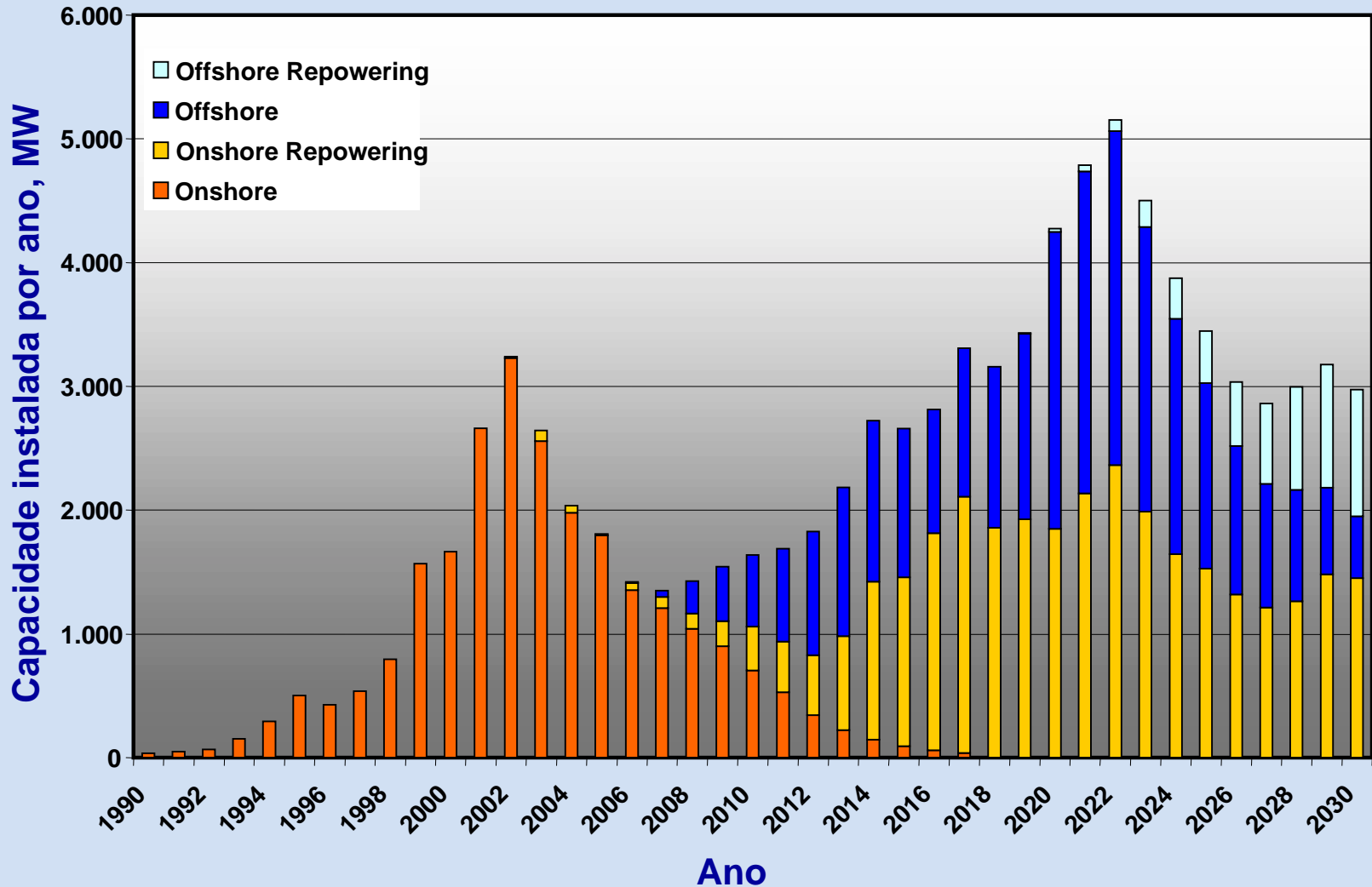
### Potência Média Instalada por Aerogerador e Ano:





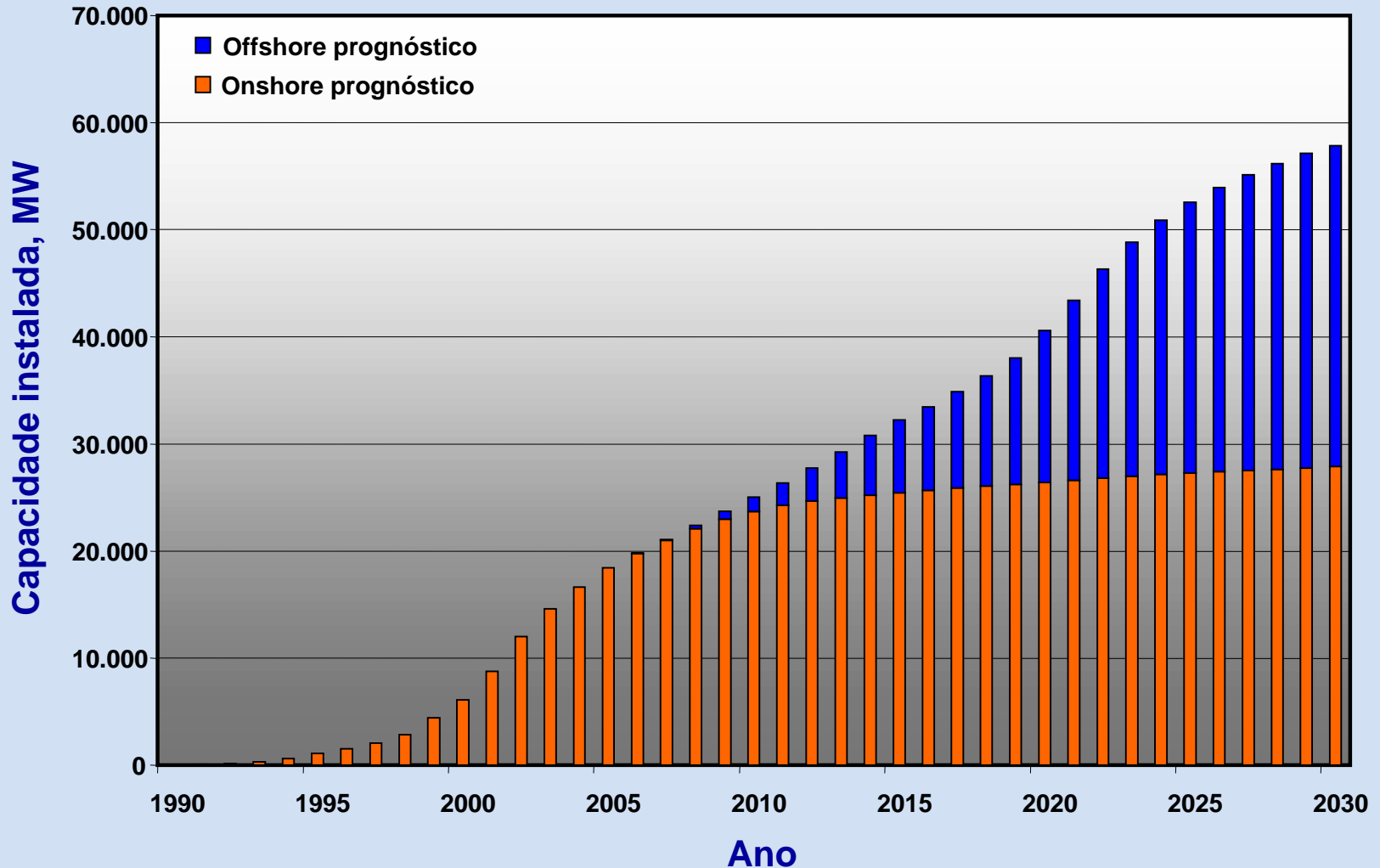
# Energia Eólica na Alemanha

## Cenário até 2030



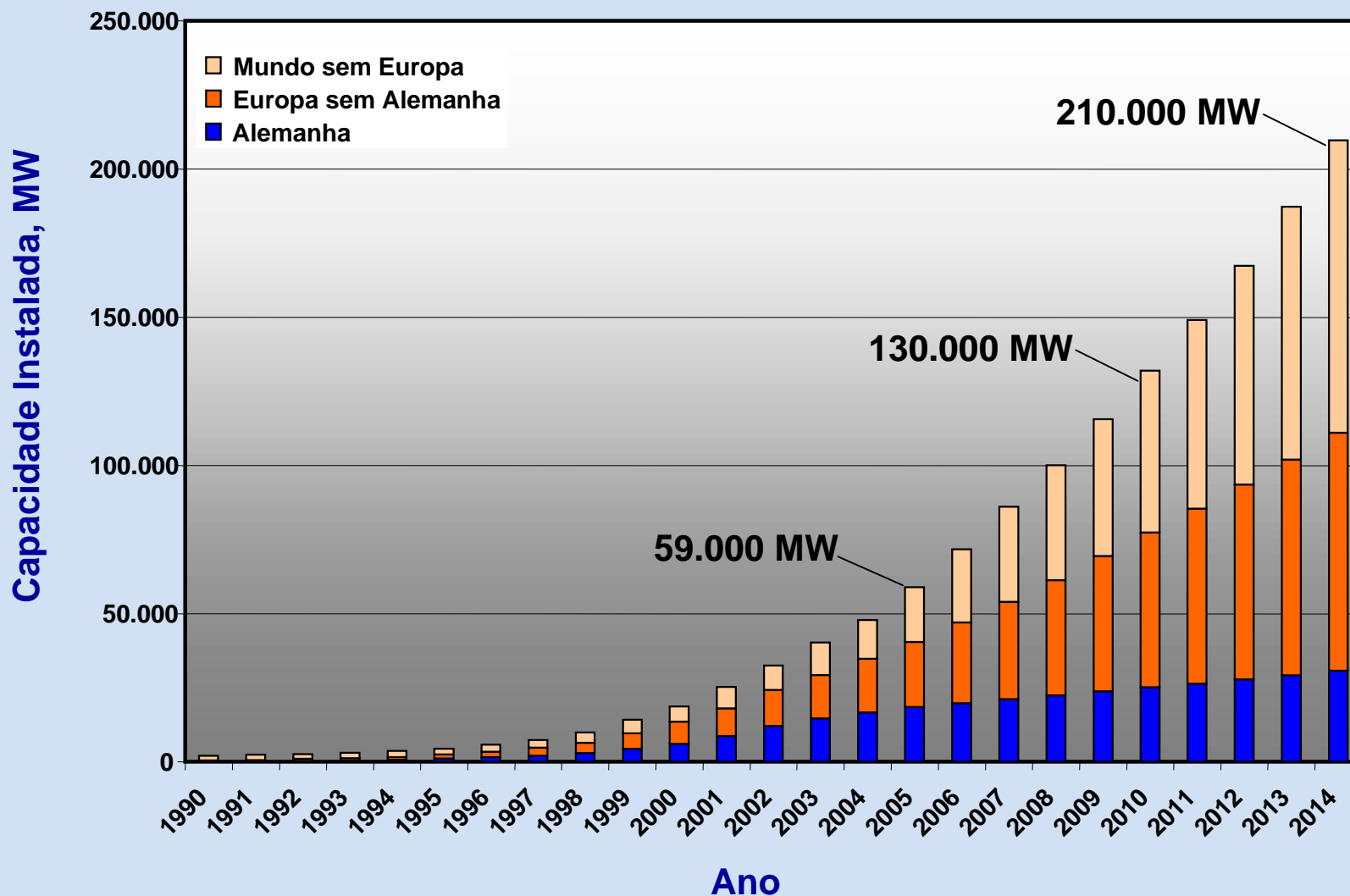
# Energia Eólica na Alemanha

## Prognóstico da Capacidade Instalada

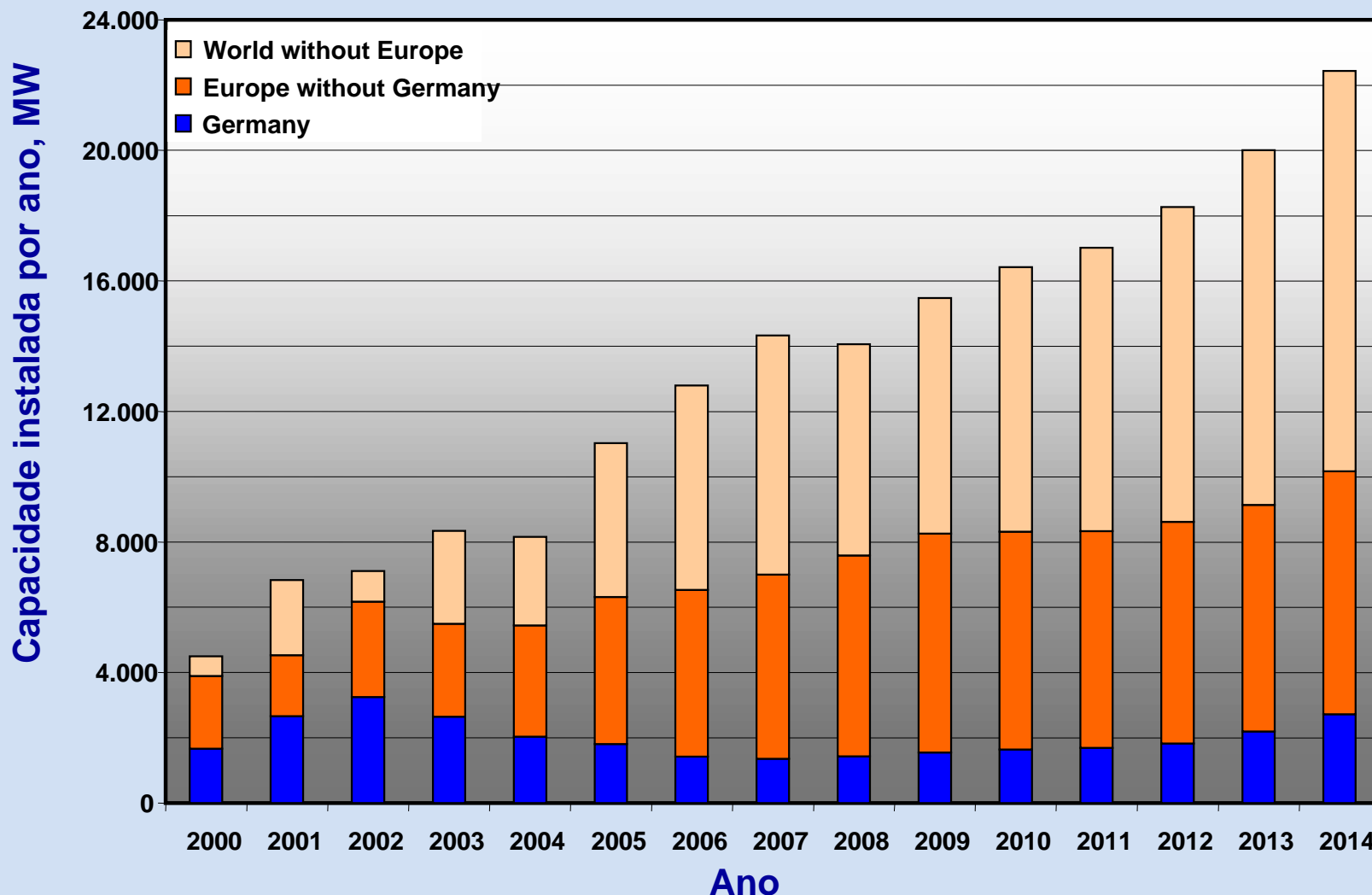


# Desenvolvimento Mundial da Energia Eólica

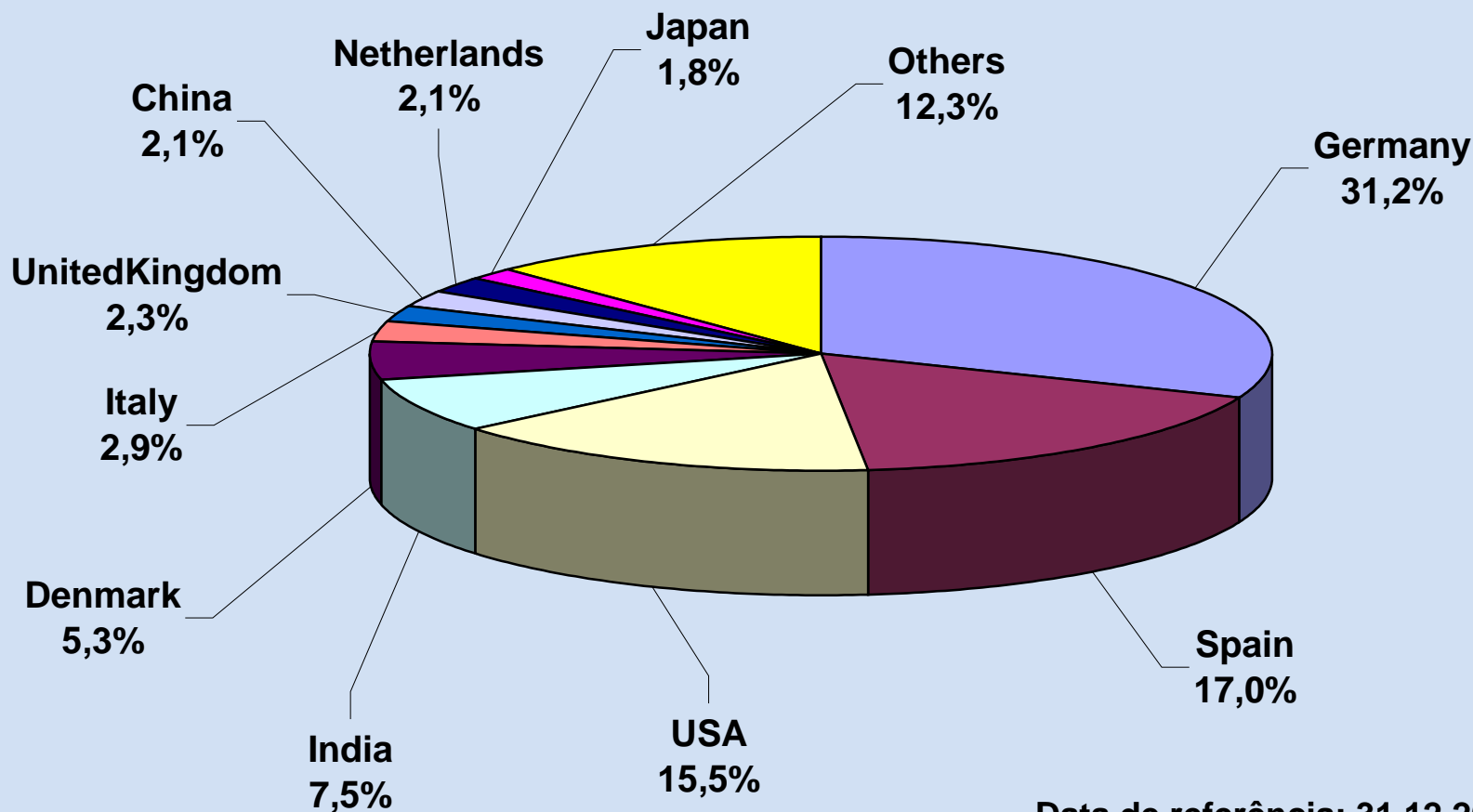
## Evolução da Potência Instalada no Mundo



## Evolução da Potência Instalada por Ano no Mundo

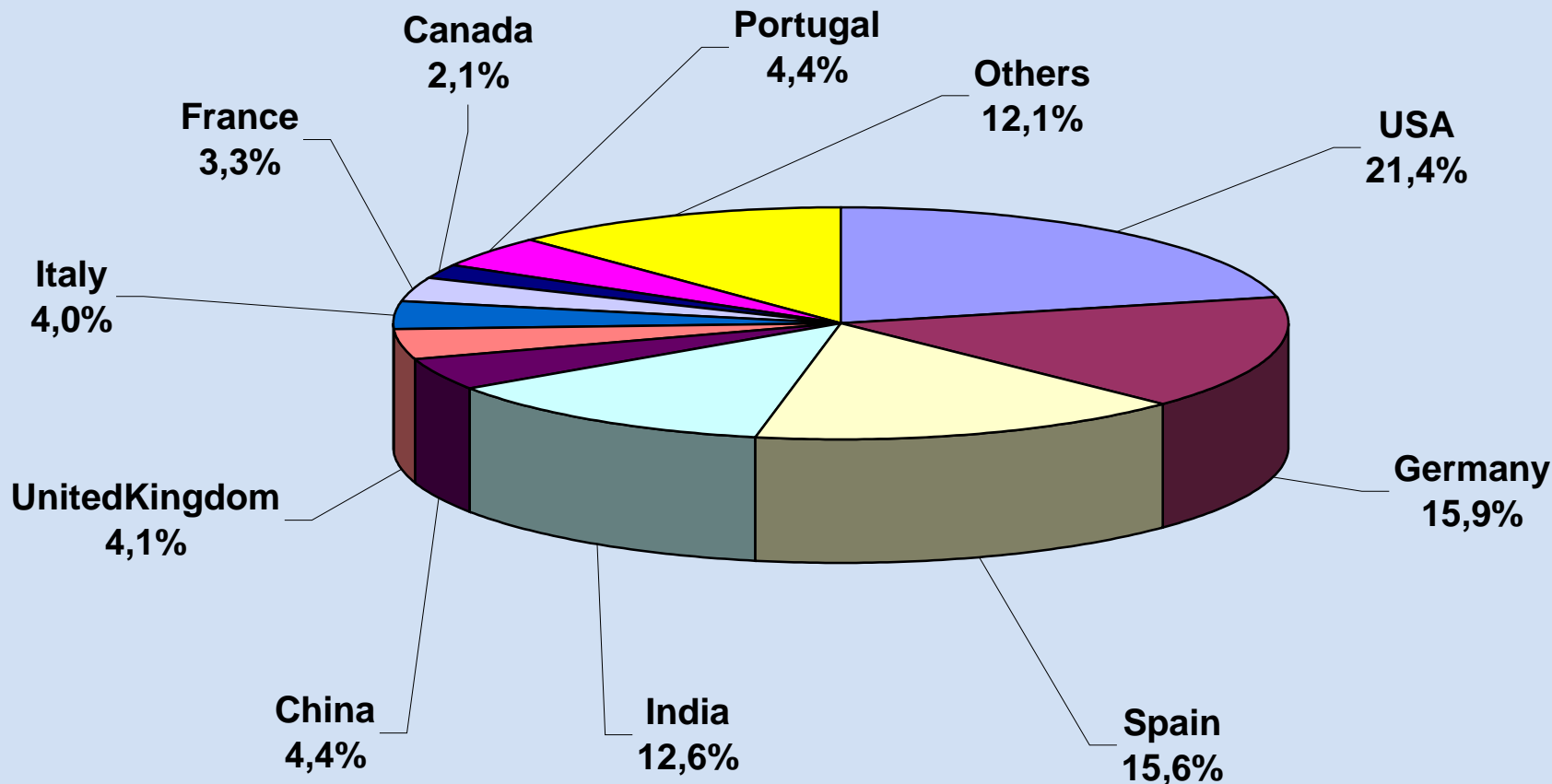


## Os 10 Países Líderes em Instalações de Energia Eólica



Data de referência: 31.12.2005  
Capacidade total: 58.982 MW

## Os 10 Países Líderes em Instalações Feitas no Ano 2005

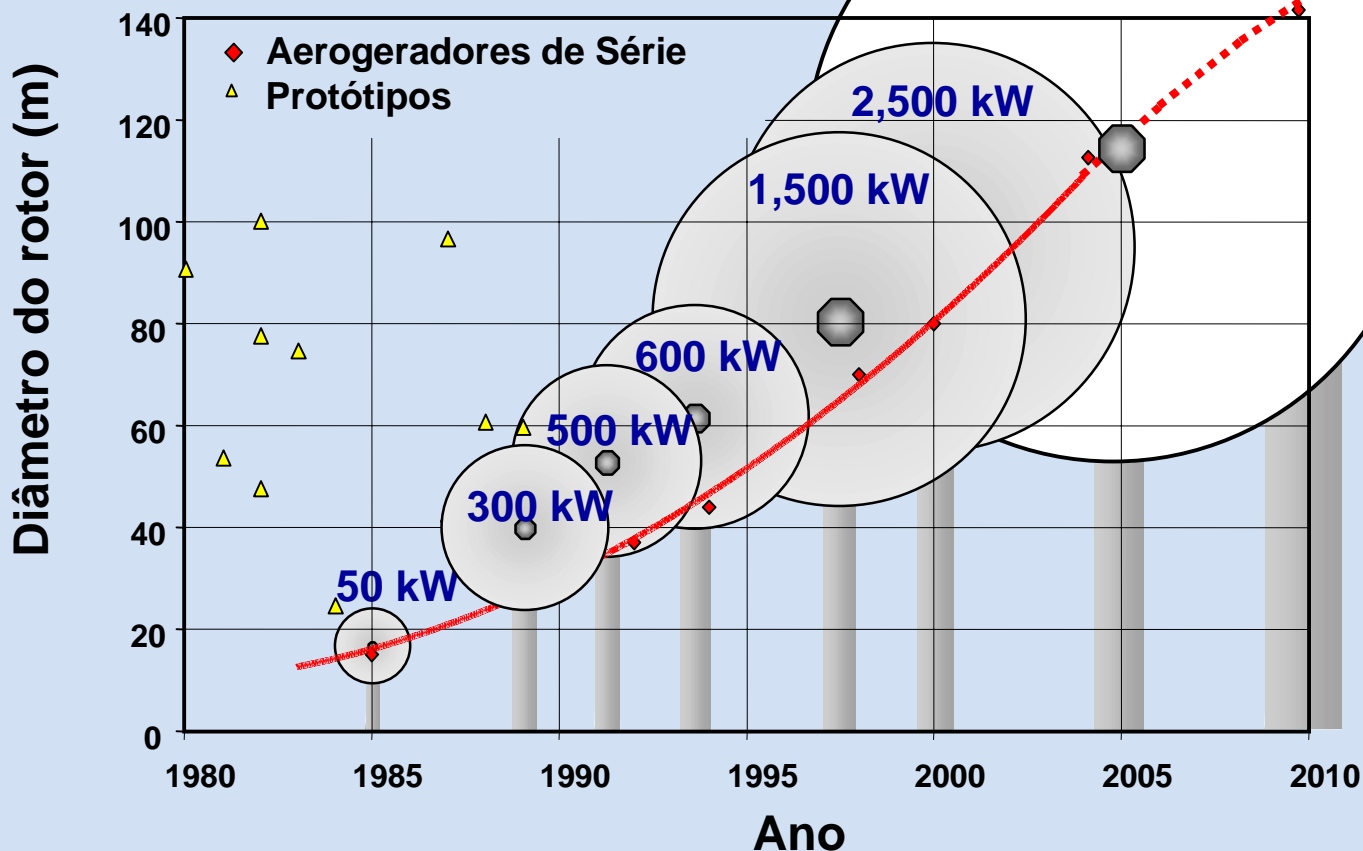


Capacidade adicionada em 2005  
11.310 MW

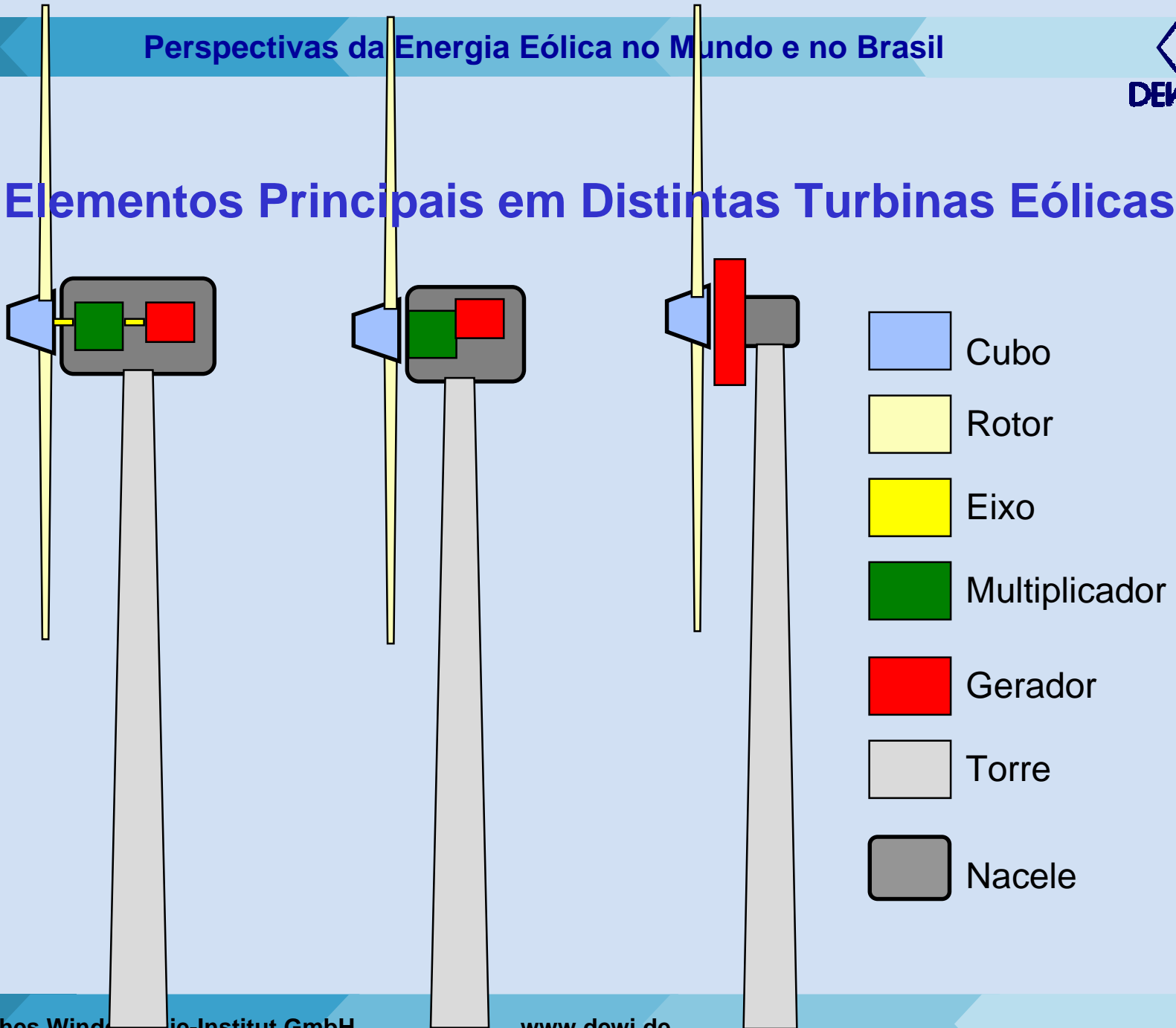
# Técnica dos Aerogeradores

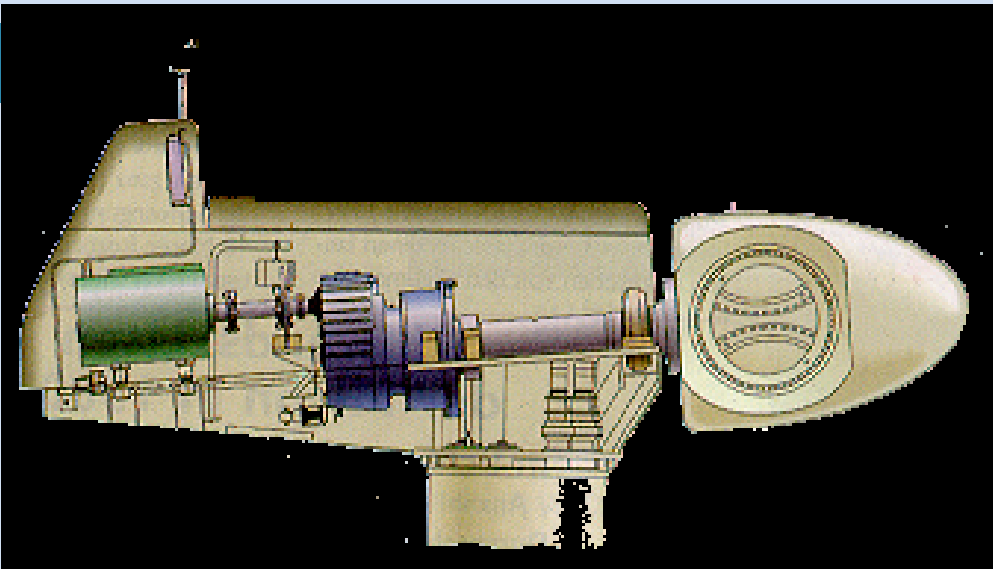


## Desenvolvimento do Tamanho

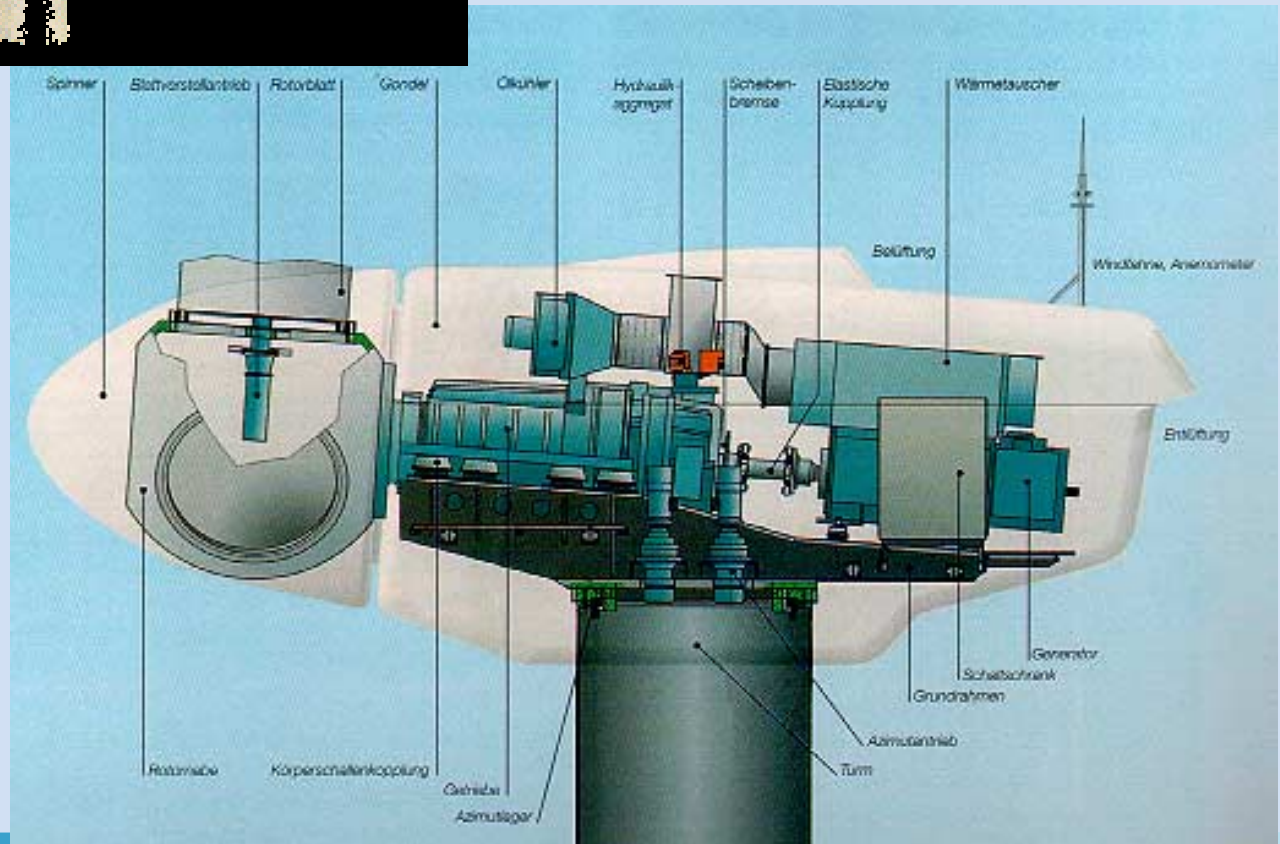


## Elementos Principais em Distintas Turbinas Eólicas



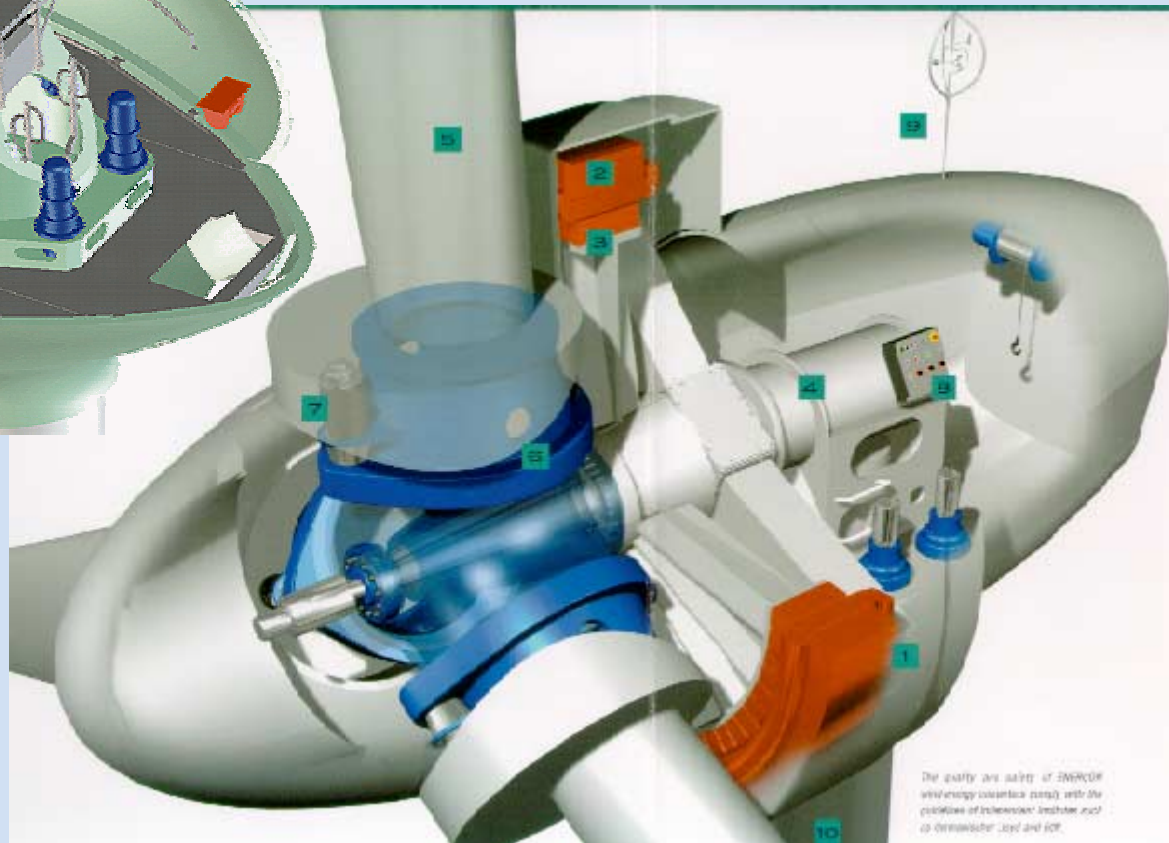
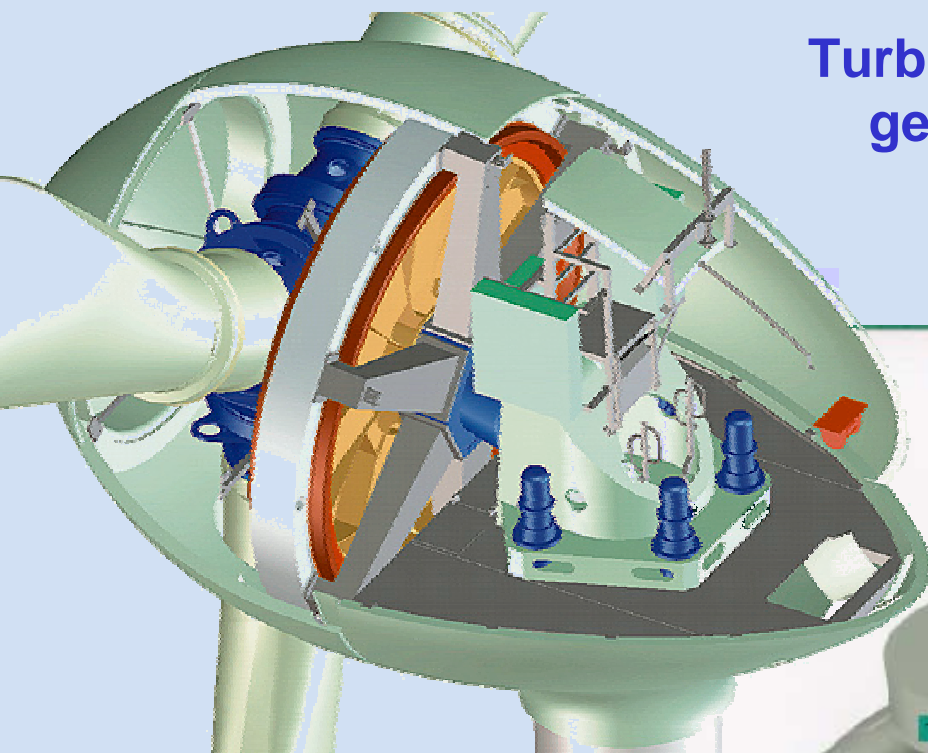


### Turbina eólica com multiplicador e pás fixas (controle stall)

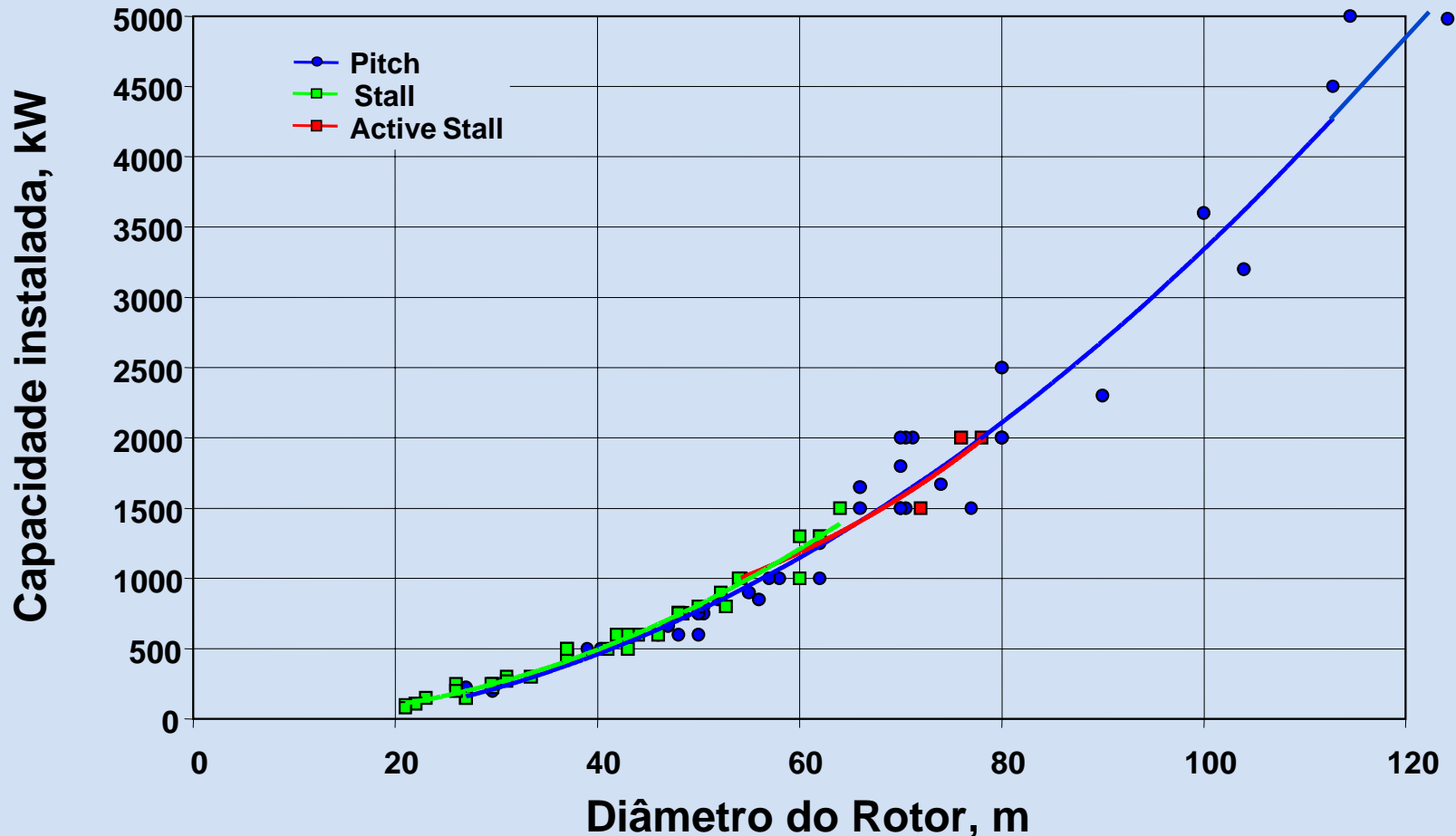


### Turbina eólica com multiplicador e controle pitch

## Turbina eólica sem multiplicador, com gerador de anel multipolos e com controle tipo pitch



## Controles de Potência Usados nos Aerogeradores:





## GE Energy GE 3.6

Diâmetro: 106 m

Potência: 3.600 kW



## GE Energy GE 3.6

Pá 50 m

Diâmetro: 106 m

Potência: 3 600 kW



## Montagem da Enercon E-112

**Diâmetro:** 114 m

**Potência:** 6 MW

**Altura do Cubo:** 120 m

**Massa da Nacelle + Pás:** ~ 480 t







Enercon E-112



Enercon E-112

**Multibrid M5000**

**5 MW, 110 m diâmetro**



**REpower 5M**

**5 MW, 125 m diâmetro**



# Situação da Energia Eólica no Brasil

## Situação da Energia Eólica no Brasil

- **Brasil é um país com um potencial eólico bastante grande (Potencial indicativo : 143.000 MW)**
- **As melhores áreas para a energia eólica se encontram ao longo da costa e também em certas áreas elevadas no interior do país**
- **O país possui a indústria adequada para produzir aerogeradores e os demais equipamentos necessários**
- **Uma fábrica de aerogeradores e uma de pás já existem, mas até há pouco somente exportaram os produtos**

# BRASIL

## POTENCIAL EÓLICO

MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA

Eletrobrás

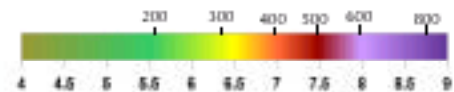
CEPEL  
Centro de Pesquisas de Energia Elétrica



2001

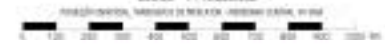


FLUXO DE POTÊNCIA EÓLICA ANUAL [W/m<sup>2</sup>]



VELOCIDADE MÉDIA ANUAL DO VENTO  
A 50m DE ALTURA [m/s]

ESCALA 1:15.000.000



## Situação da Energia Eólica no Brasil

- Desde abril 2004 Brasil tem o „Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA)“
- A intenção da política brasileira com PROINFA é também de provocar a instalação de fábricas de aerogeradores no país e de gerar empregos
- PROINFA garante uma remuneração mínima da energia gerada durante um período de operação de 20 anos
- Na fase 1 do PROINFA foram escolhidos projetos com uma instalação total de 1.423 MW
- Os projetos tem que entrar em operação até o fim de 2006, prazo já prolongado por 2 anos até 2008

## Situação da Energia Eólica no Brasil

- A Eletrobrás escolheu os 54 projetos à base de certos critérios
- Nacionalização obrigatória de 60% na fase 1 e 90% na fase 2
- Brasil aplica uma taxa de importação para aerogeradores e peças de reposição
- A fase 2 do PROINFA (*10% do consumo elétrico tem que ser fornecido por energias alternativas dentro de um prazo de 20 anos*) ainda não está definida e não começou
- Consequência destas condições: preços altos do equipamento



## A Situação Atual dos Projetos no Brasil

- A instalação atual é 28,55 MW, que entraram em operação já antes do PROINFA
- 3 projetos com apoio do PROINFA estão na fase de construção, um de 150 MW no Rio Grande do Sul, um de 9 MW em Santa Catarina e um de 50 MW no Rio Grande do Norte
- Preços altos dificultam a realização da maioria dos outros projetos

**PROINFA é um programa bem pensado com a intensão de apoiar a energia eólica,**

**mas**

**a realização revelou alguns obstáculos**

## A Situação Atual dos Projetos no Brasil

O degrau da nacionalização pede a produção do equipamento no Brasil

**mas**

as firmas internacionais não investem numa produção no Brasil, porque;

➤ o mercado no PROINFA fase 1 é pequeno demais

e

➤ não tem sinais positivos para a realização da fase 2

## A Situação Atual dos Projetos no Brasil

Depois da escolha dos projetos, muitos empreendedores chegaram a conclusão de que seria difícil conseguir um projeto econômico pelos seguintes motivos:

- existe um monopólio de fabricação de aerogeradores com a consequência de preços altos
- a taxa de importação, junto com a pior condição de financiamento pelo BNDES para produtos importados, aumentam os custos
- o risco de não ser escolhido pela Eletrobrás levou os projetistas a limitar os esforços iniciais no desenvolvimento do projeto. A possível consequência é:

*as condições favoráveis inicialmente encontradas ficam piores depois de uma reavaliação mais exata e finalmente impedem realizar um projeto econômico*

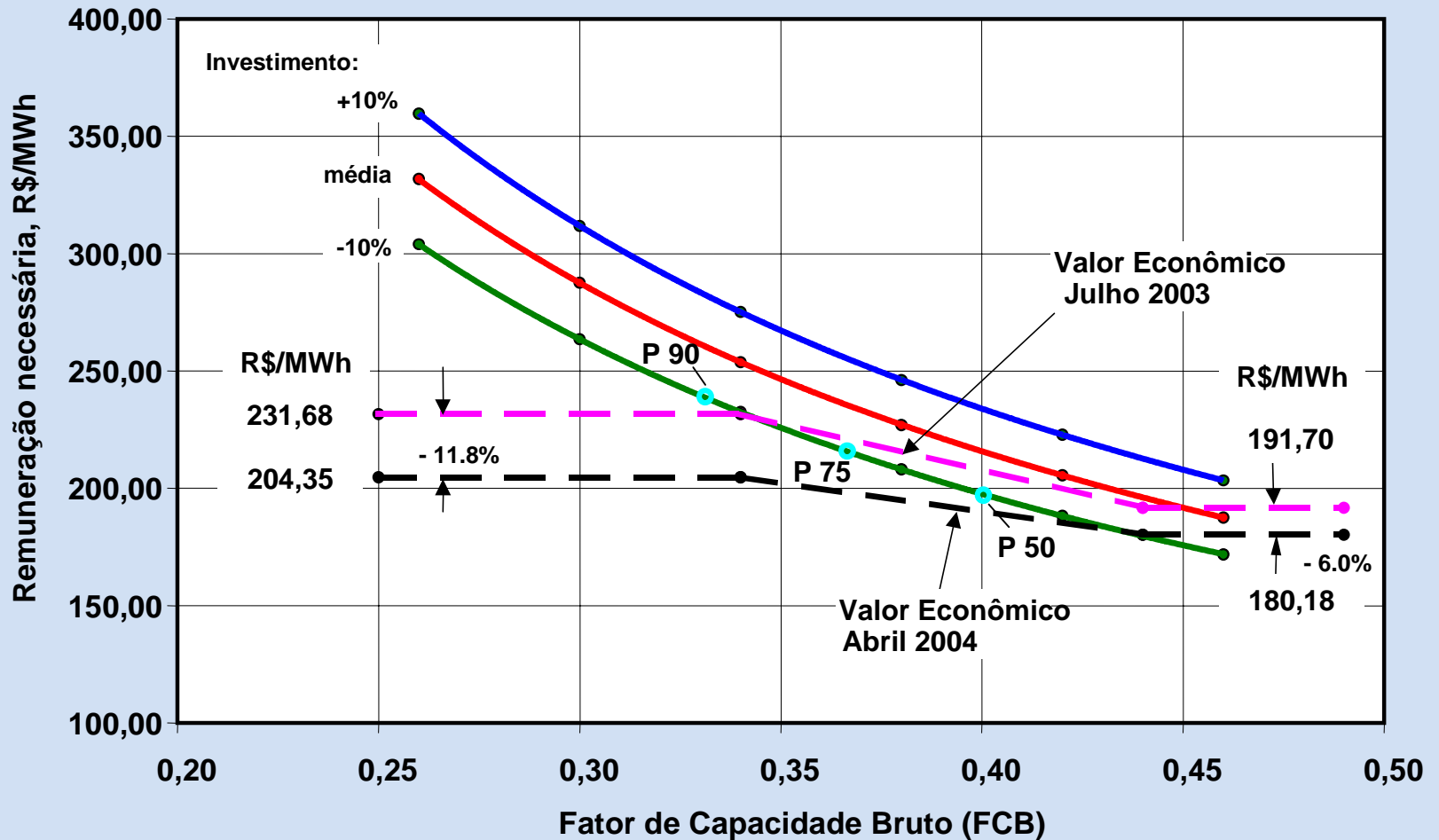
## Consequências para a Energia Eólica no Brasil

**Os custos mais altos dos projetos não podem ser cobertos porque;**

- a remuneração da energia gerada pelo PROINFA é baixa demais sob as condições existentes
- as condições de financiamento dadas pelos bancos partem do princípio de minimizar os riscos, o que aumenta o custo de financiamento ainda mais

**Consequência: esta situação geral muitas vezes impede projetos econômicos, mesmo com altas velocidades de vento no sítio**

## Remuneração Necessária

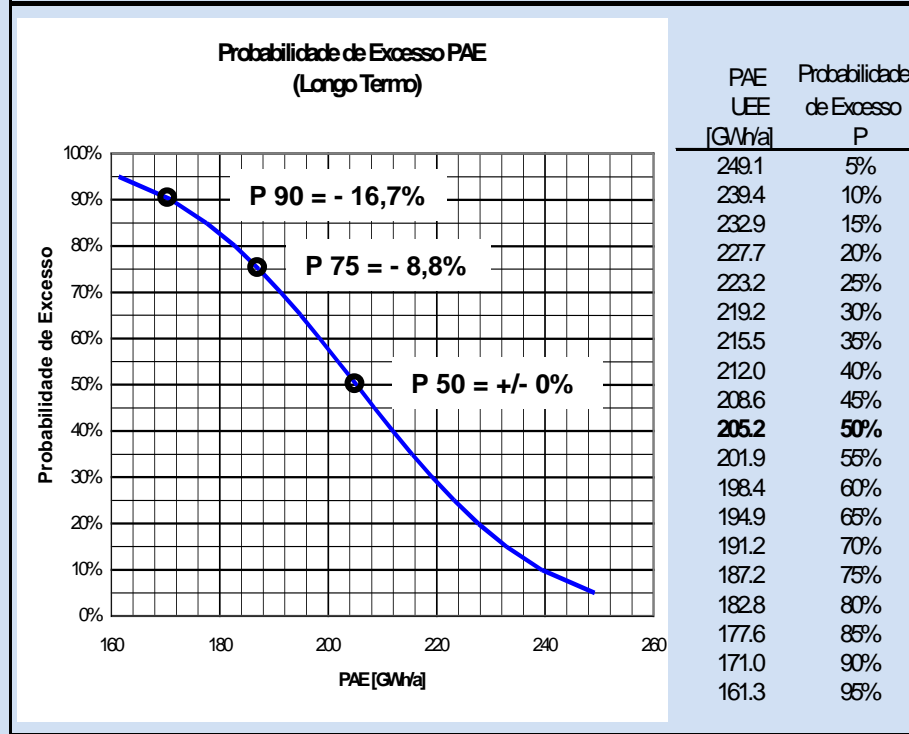
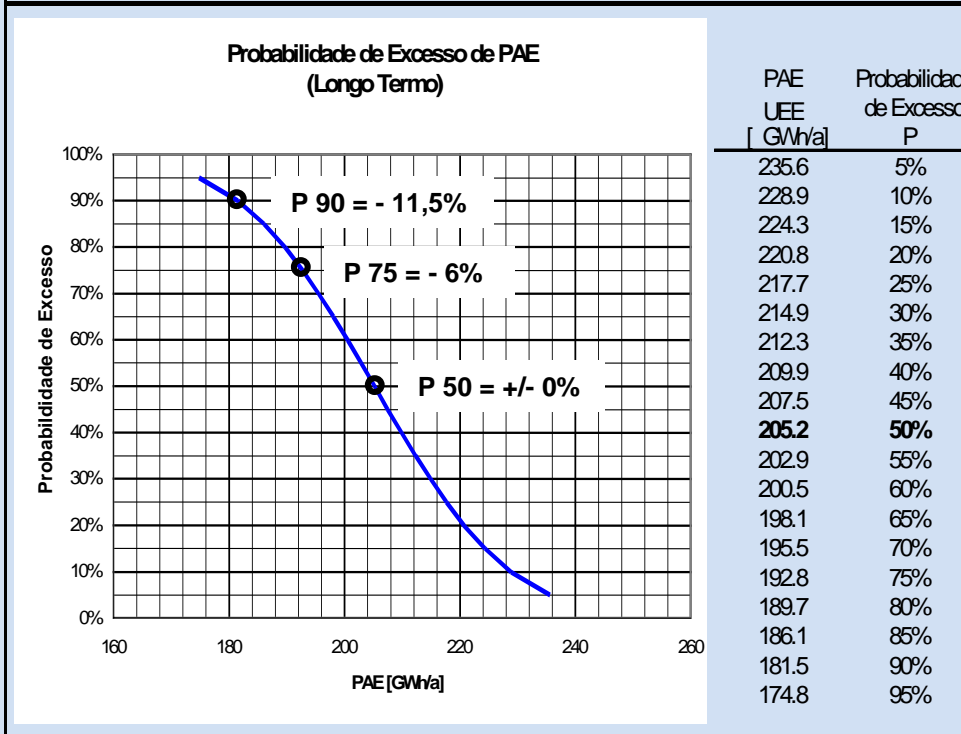


# Probabilidade de Excesso da Produção Média de Energia

P 50 - P 75 - P 90 - P 95 para 9% e 13 % de Incerteza

Probabilidade de Excesso, Incerteza 9%	UEE por Turbina	
PAE de Longo Termo	205.2	3.87
PAE com probabilidade de excesso de 50%	205.2	3.87
PAE com probabilidade de excesso de 75%	192.8	3.64

Probabilidade de Excesso, Incerteza de 13%	UEE por Turbina	
PAE de Longo Termo	205.2	3.87
PAE com probabilidade de excesso de 50%	205.2	3.87
PAE com probabilidade de excesso de 75%	187.2	3.53



## O que fazer?

- **Começar imediatamente com a fase 2 do PROINFA**
  - mercado grande durante muitos anos
- **Introduzir condições, que permitem concorrência**
  - abaixar a porcentagem de nacionalização e cancelar a taxa de importação
- **Aceitar concessionárias como projetistas e operadoras**
  - Elas tem a capacidade técnica que alguns projetistas nao tem
- **Diminuir os custos de operação**
  - Por exemplo cancelar as taxas de transporte de energia TUSD e TUST



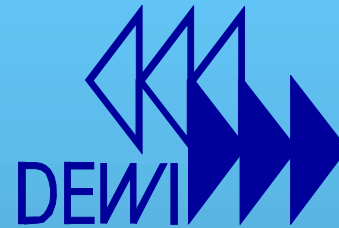
## Consequência destas medidas:

- **Um mercado grande**  
com
- **projetistas e operadores capazes**  
cria
- **concorrência e conseqüentemente com**  
**preços mais baixos**  
e por causa disso provoca o
- **estabelecimento de fábricas internacionais**  
**no país**  
com a conseqüência de uma
- **nacionalização automática!**

**Muito obrigado pela sua atenção**



# DEWI Group



Germany

100%

50,8%

95%

100%



Spain

DEWI Sucursal  
en España



Germany

DEWI-OCC, Offshore  
and Certification  
Centre GmbH



Brazil

DEWI do Brasil,  
Engenharia de  
Energia Eólica Ltda.



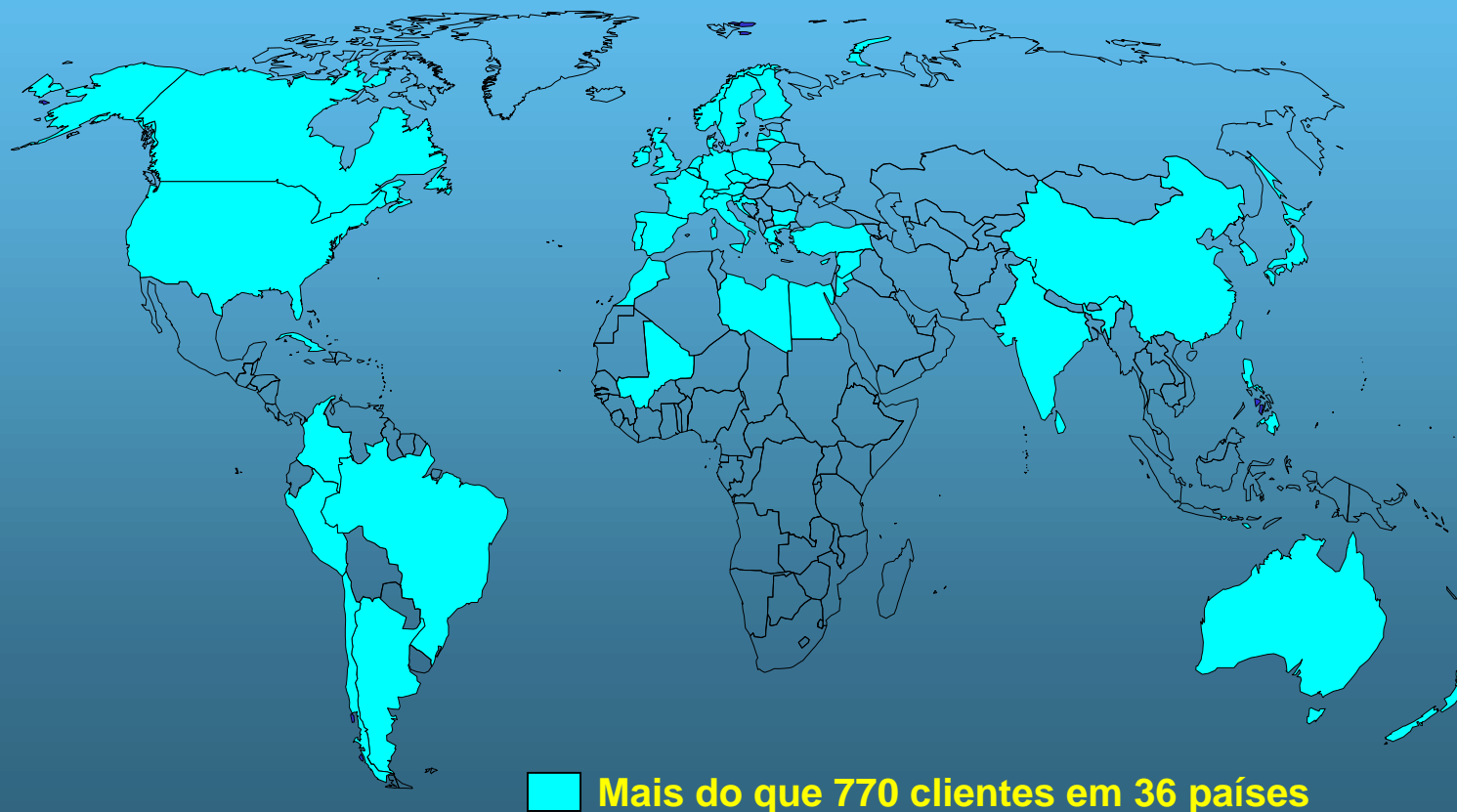
France

DEWI France

Quality by Know-how

# DEWI - Group

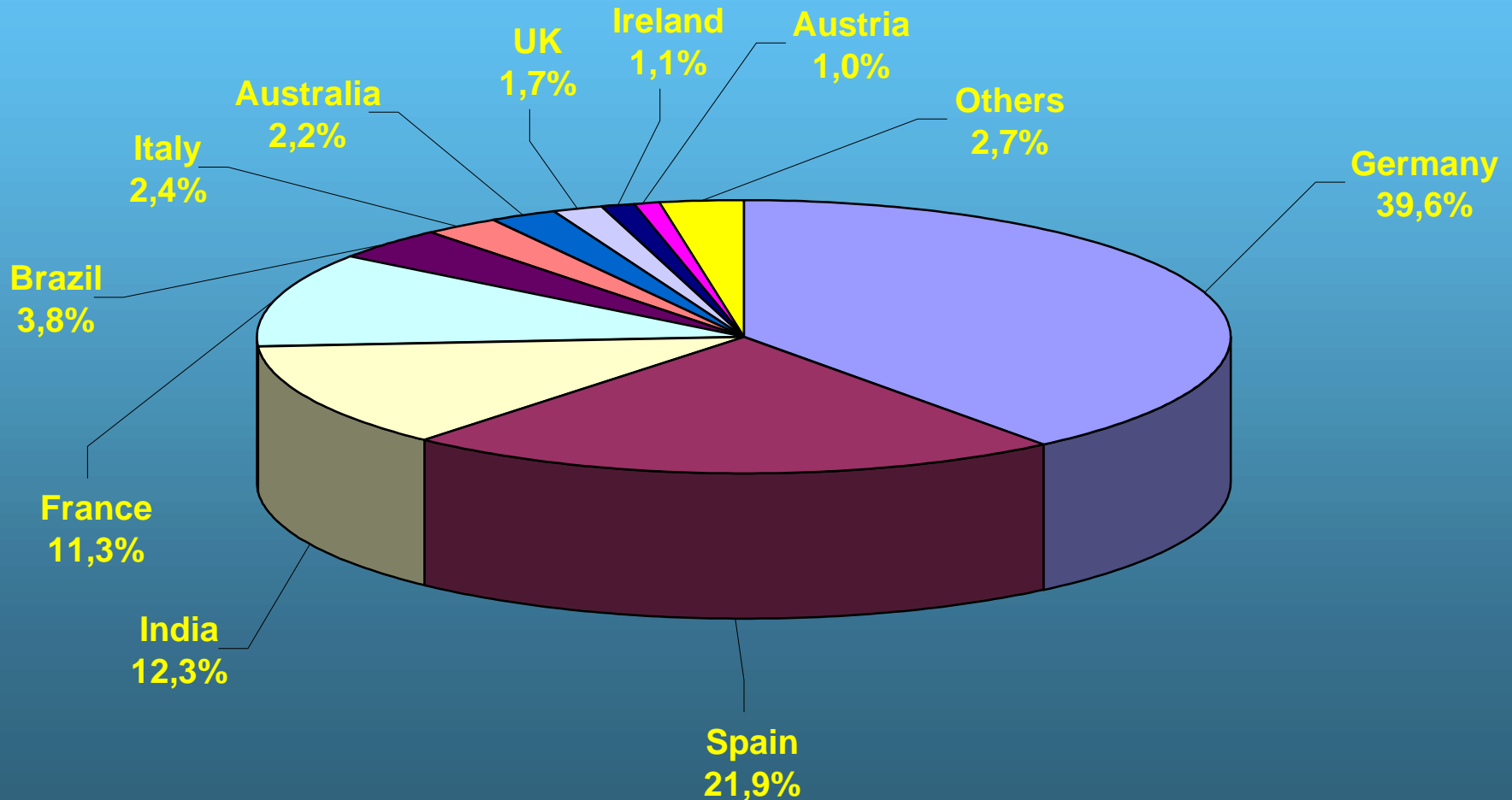
## Nossos Contatos Mundiais



 Mais do que 770 clientes em 36 países

## Origin dos Clientes do DEWI

(em % do turn over)



2005