



Perspectivas da Energia Eólica no Brasil

Belo Horizonte, MG
20 de agosto de 2008

Fábio Medeiros

- ❑ **Situação atual da energia eólica no mundo.**
- ❑ **Situação e perspectivas da energia eólica no Brasil.**
- ❑ **Primeiras experiências**

- ❑ **Situação atual da energia eólica no mundo.**

Motivação principal da Expansão da Oferta da E. Eólica

Principal manchetes dos últimos tempos:

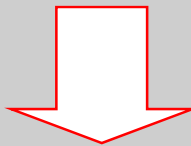
- ❑ Preço do petróleo bate novo recorde atingindo a marca histórica (US\$ 145 por barril)

Principal Consequência :

- ❑ Destaque para a importância estratégica da segurança do abastecimento energético

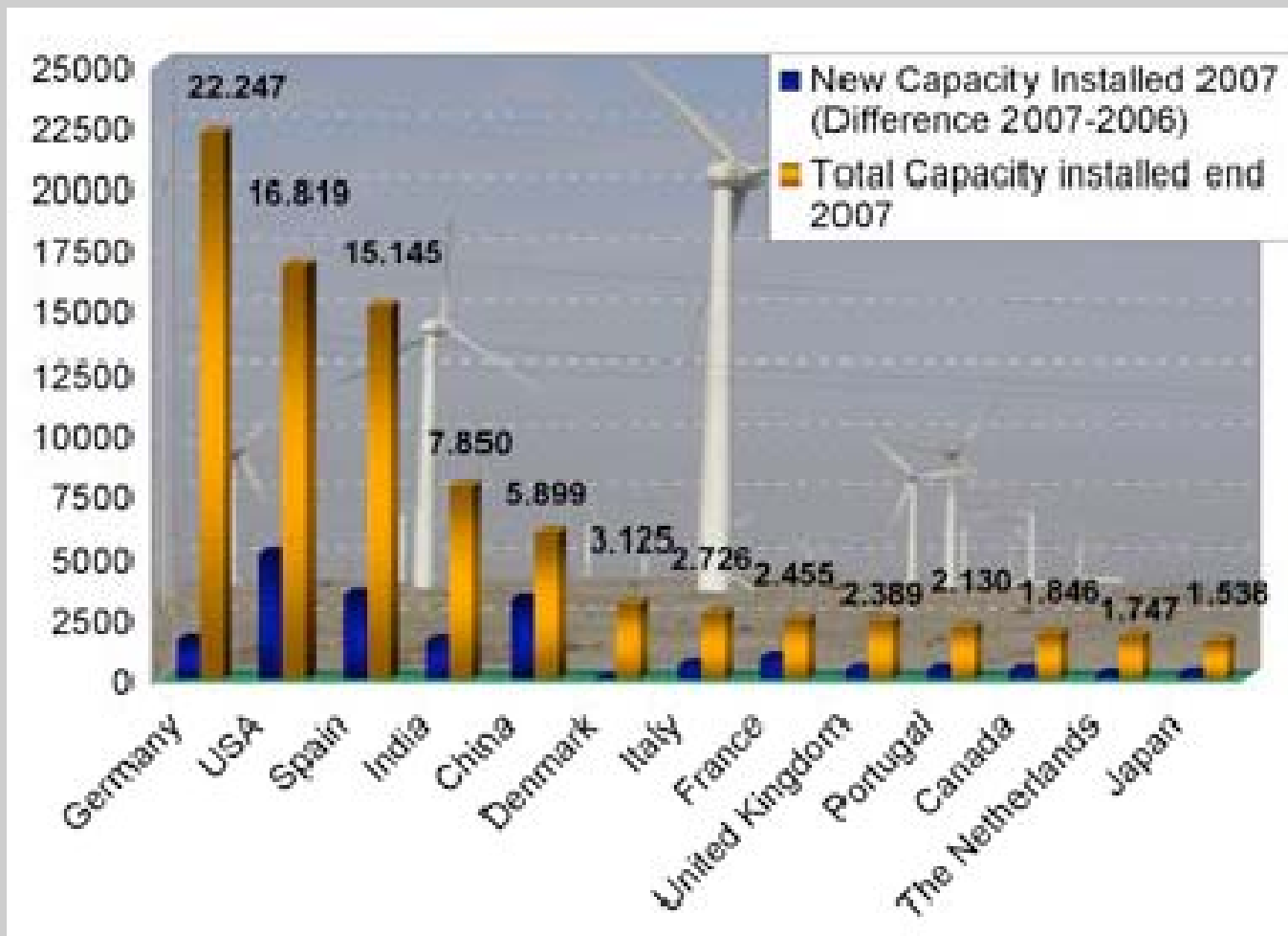
+

- ❑ Ênfase nas fontes próprias de energia para assegurar a autonomia energética



- ❑ A Energia Eólica é uma fonte de energia possível de exploração para a maior parte dos países.

Capacidade Instalada em 2007



• Fonte : WWEA

Capacidade Eólica Instalada no Mundo

Installed windpower capacity (MW)				
Rank	Nation	2005	2006	2007
1	Germany	18,415	20,622	22,247
2	United States	9,149	11,603	16,818
3	Spain	10,028	11,615	15,145
4	India	4,43	6,27	8
5	China	1,26	2,604	6,05
6	Denmark (& Faeroe Isla	3,136	3,14	3,129
7	Italy	1,718	2,123	2,726
8	France	757	1,567	2,454
9	United Kingdom	1,332	1,963	2,389
10	Portugal	1,022	1,716	2,15
11	Canada	683	1,459	1,856
12	Netherlands	1,219	1,56	1,747
13	Japan	1,061	1,394	1,538
14	Austria	819	965	982
15	Greece	573	746	871
16	Australia	708	817	824
17	Ireland	496	745	805
18	Sweden	510	572	788
19	Norway	267	314	333
20	New Zealand	169	171	322
21	Egypt	145	230	310
22	Belgium	167	193	287
23	Taiwan	104	188	282
24	Poland	83	153	276
25	Brazil	29	237	247
World total (MW)		59,091	74,223	93,849

• Fonte : WWEA

Consumo de Energia x Produção eólica

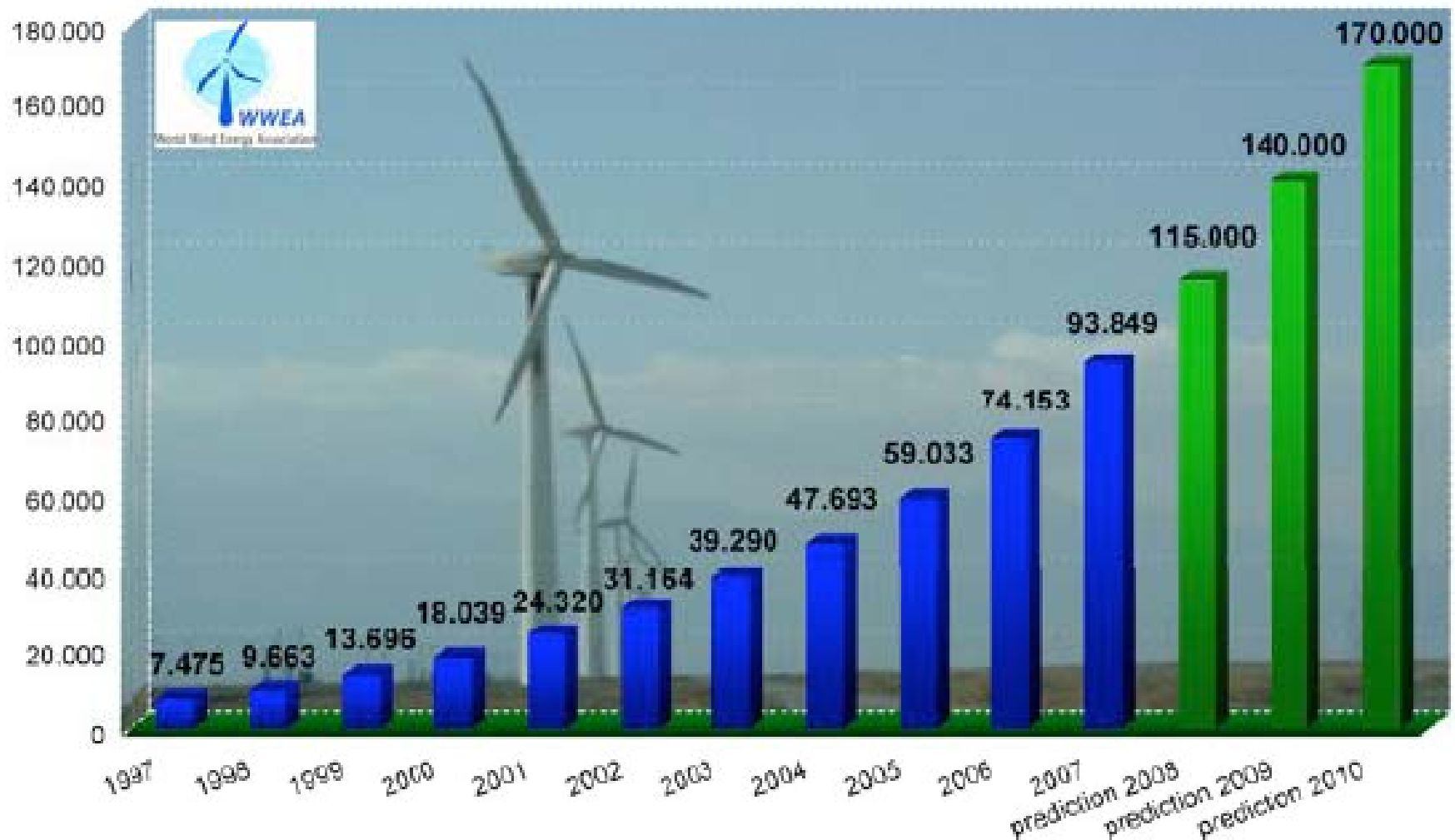
Fonte : WWEA

Annual Wind Power Generation (TWh) / Total electricity consumption(TWh)

Rank Nation	2005			2006			2007		
	Wind Power	%	Total Power	Wind Power	%	Total Power	Wind Power	%	Total Power
1 Germany	27.225	5.1	533.700	30.700	5.4	569.943	39.500	6.8	584.939
2 United States			4049.8	26.3	0.6	4.104.967			4.179.908
3 Spain	23.166	9.1	254.90	29.777	10.1	294.596			303.758
4 India			679.2			726.7	14.7	1.9	774.7
5 China			2474.7	2.70	0.1	2834.4			3255.9
6 Denmark (& Faeroe Isl	6.614	19.3	34.30	7.432	16.8	44.24			37.276
7 France			547.8	2.323	0.4	550.063			545.289
8 United Kingdom	0.973	0.2	407.365			383.898			379.756
9 Portugal			35.0	4.74	9.7	48.876			
World total (TWh)			15,746.54			16,79			

Expansão da Capacidade Instalada

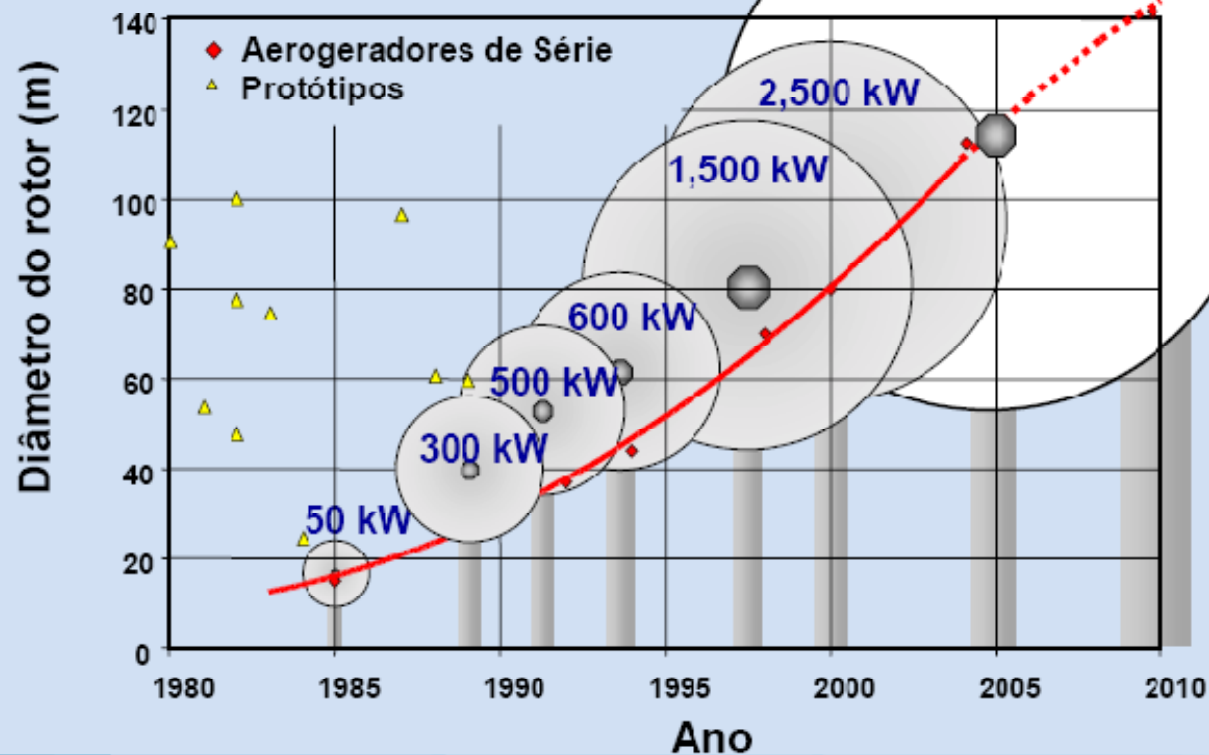
World Wind Energy - Total Installed Capacity and Prediction 1997-2010 [MW]



• Fonte : WWEA

Evolução do Tamanho dos Aerogeradores

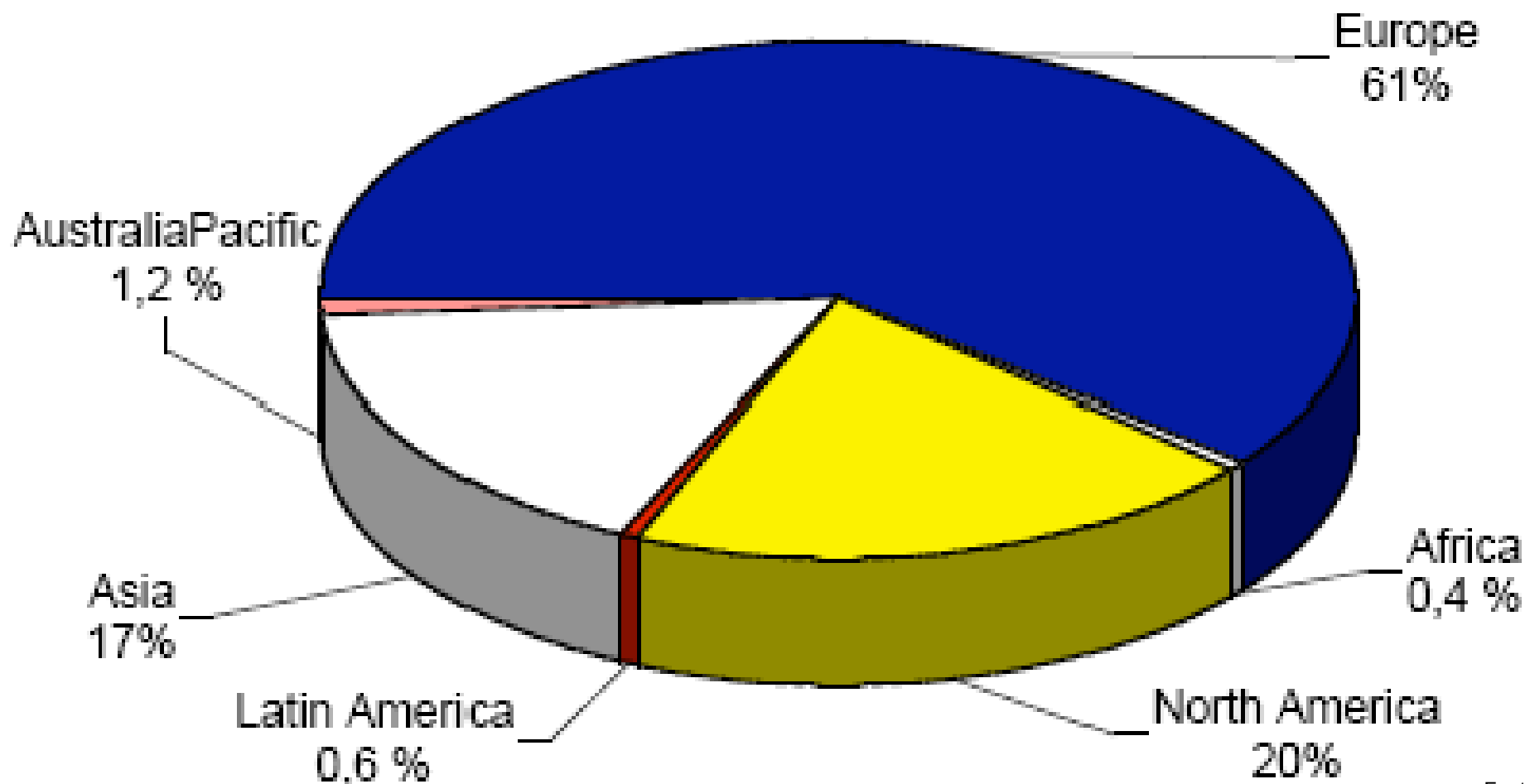
Desenvolvimento do Tamanho



Fonte : DEWI

Capacidade Eólica Instalada por continente

Worldwide Wind Energy by Continents
Total Installed Capacity 2007 (total: 93,9 GW)



• Fonte : WWEA

-
- ❑ **Situação e perspectivas da energia eólica no Brasil.**

Hidroelétrica

- ✓ Escassez de novos projetos
- ✓ Dificuldades para licenciamento ambiental
- ✓ Novas usinas a fio d'água ➡ redução da capacidade de regularização plurianual

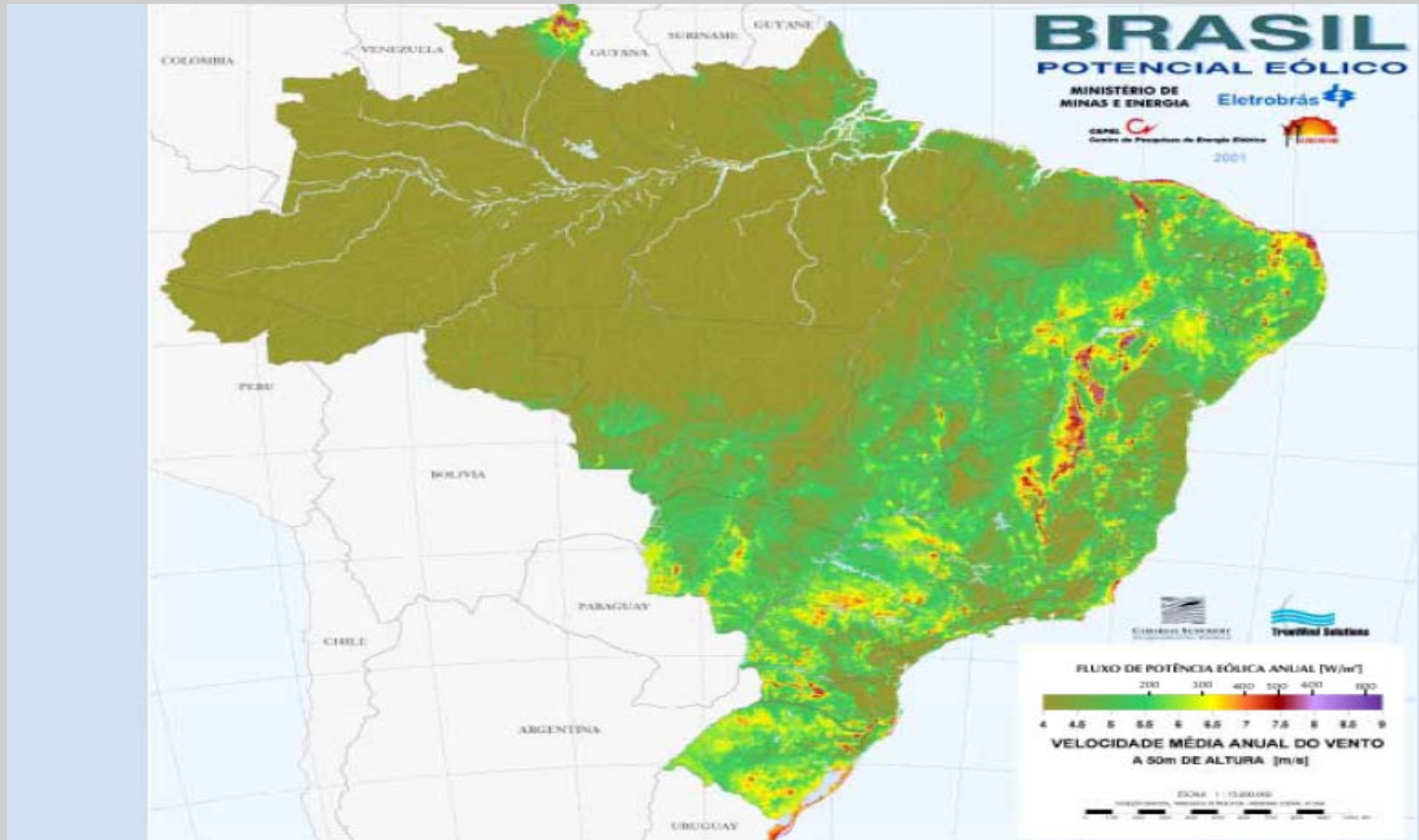
Termoelétrica

- ✓ Custo variável unitário elevado, com impacto na segurança do SIN. Seu despacho ocorre somente para hidrologias críticas, em montantes e antecedência que não são suficientes para recompor o deplecionamento dos reservatórios

Situação da Energia Eólica no Brasil

- Brasil é um país com um potencial eólico indicativo : 143.000 MW (à 50 metros)
- 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

Situação da Energia Eólica no Brasil



(Fonte :Atlas Eólico Brasileiro)

Potencial eólico-elétrico estimado do Brasil (Fonte :Atlas Eólico Brasileiro)

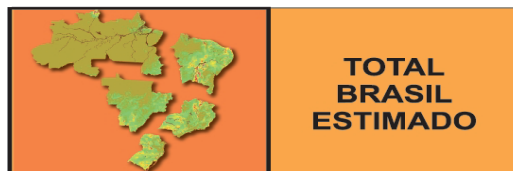
	INTEGRAÇÃO POR FAIXAS DE VELOCIDADES				
REGIÃO	VENTO [m/s]	ÁREA [km ²]	POTÊNCIA INSTALÁVEL [GW]	FATOR DE CAPACIDADE	ENERGIA ANUAL [TWh/ano]
NORTE 	6 - 6,5	11460	22,92	0,13	25,58
	6,5 - 7	6326	12,65	0,17	18,46
	7 - 7,5	3300	6,60	0,20	11,33
	7,5 - 8	1666	3,33	0,25	7,15
	8 - 8,5	903	1,81	0,30	4,65
	>8,5	551	1,10	0,35	3,31

NORDESTE 	6 - 6,5	146589	293,18	0,13	327,19
	6,5 - 7	60990	121,98	0,17	178,02
	7 - 7,5	24383	48,77	0,20	83,73
	7,5 - 8	9185	18,37	0,25	39,43
	8 - 8,5	3088	6,18	0,30	15,91
	>8,5	870	1,74	0,35	5,23

CENTRO-OESTE 	6 - 6,5	41110	82,22	0,13	91,76
	6,5 - 7	8101	16,20	0,17	23,65
	7 - 7,5	1395	2,79	0,20	4,79
	7,5 - 8	140	0,28	0,25	0,60
	8 - 8,5	6	0,01	0,30	0,03
	>8,5	0	0,00	0,35	0,00

SUDESTE 	6 - 6,5	114688	229,38	0,13	255,99
	6,5 - 7	46302	92,60	0,17	135,15
	7 - 7,5	11545	23,09	0,20	39,64
	7,5 - 8	2433	4,87	0,25	10,44
	8 - 8,5	594	1,19	0,30	3,06
	>8,5	297	0,59	0,35	1,78

SUL 	6 - 6,5	121798	243,60	0,13	271,86
	6,5 - 7	38292	76,58	0,17	111,77
	7 - 7,5	9436	18,87	0,20	32,40
	7,5 - 8	1573	3,15	0,25	6,75
	8 - 8,5	313	0,63	0,30	1,61
	>8,5	57	0,11	0,35	0,34



INTEGRAÇÃO CUMULATIVA			
VENTO [m/s]	ÁREA (CUMULATIVA) [km ²]	POTÊNCIA INSTALÁVEL [GW]	ENERGIA ANUAL [TWh/ano]
>6	24206	48,41	70,49
>6,5	12746	25,49	44,91
> 7 m/s	6420	12,84	26,45
>7,5	3120	6,24	15,11
>8	1454	2,91	7,96
>8,5	551	1,10	3,31

>6	245105	490,21	649,50
>6,5	98516	197,03	322,31
> 7 m/s	37526	75,05	144,29
>7,5	13143	26,29	60,56
>8	3958	7,92	21,13
>8,5	870	1,74	5,23

>6	50752	101,50	120,83
>6,5	9642	19,28	29,07
> 7 m/s	1541	3,08	5,42
>7,5	146	0,29	0,63
>8	6	0,01	0,03
>8,5	0	0,00	0,00

>6	175859	351,72	446,07
>6,5	61171	122,34	190,08
> 7 m/s	14869	29,74	54,93
>7,5	3324	6,65	15,29
>8	891	1,78	4,84
>8,5	297	0,59	1,78

>6	171469	342,94	424,74
>6,5	49671	99,34	152,88
> 7 m/s	11379	22,76	41,11
>7,5	1943	3,89	8,71
>8	370	0,74	1,95
>8,5	57	0,11	0,34

>6	667391	1334,78	1711,62
>6,5	231746	463,49	739,24
> 7 m/s	71735	143,47	272,20
>7,5	21676	43,35	100,30
>8	6679	13,36	35,93
>8,5	1775	3,55	10,67

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.
- O PROINFA assegura a compra da energia a ser produzida no prazo de 20 (vinte) anos, a partir da data de entrada em operação definida no contrato, observado o valor e piso de noventa por cento da tarifa média nacional de fornecimento ao consumidor final dos últimos doze meses, para a produção concebida a partir de energia eólica.
- Na fase 1 do PROINFA foram escolhidos projetos com uma instalação total de 1.423 MW.
- A Lei 10438 estabeleceu que 10% do consumo elétrico tem que ser fornecido por energias alternativas dentro de um prazo de 20 anos.

Arcabouço regulatório do PROINFA

O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) foi criado em 26 de abril de 2002, pela Lei nº 10.438, e complementado pelas Leis nº 10.762, de 11 de novembro de 2003 e nº 11.075, de 30 de dezembro de 2004 e regulamentado em 2004 pelo Governo Federal, através do Decreto 5.025/04, sendo coordenado pelo Ministério de Minas e Energia e executado pela ELETROBRÁS.

Em 28 de setembro de 2005 o MME emitiu a Portaria nº 452 que em seu Art. 1º autoriza a ELETROBRÁS: “...promover a prorrogação do prazo de início de funcionamento das instalações de produção de energia elétrica com base em fontes eólica, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa, originadas do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA, para até 30 de dezembro de 2008, mediante a celebração dos aditivos contratuais...”.

Evolução do PROINFA

Situação em 30 de junho de 2008

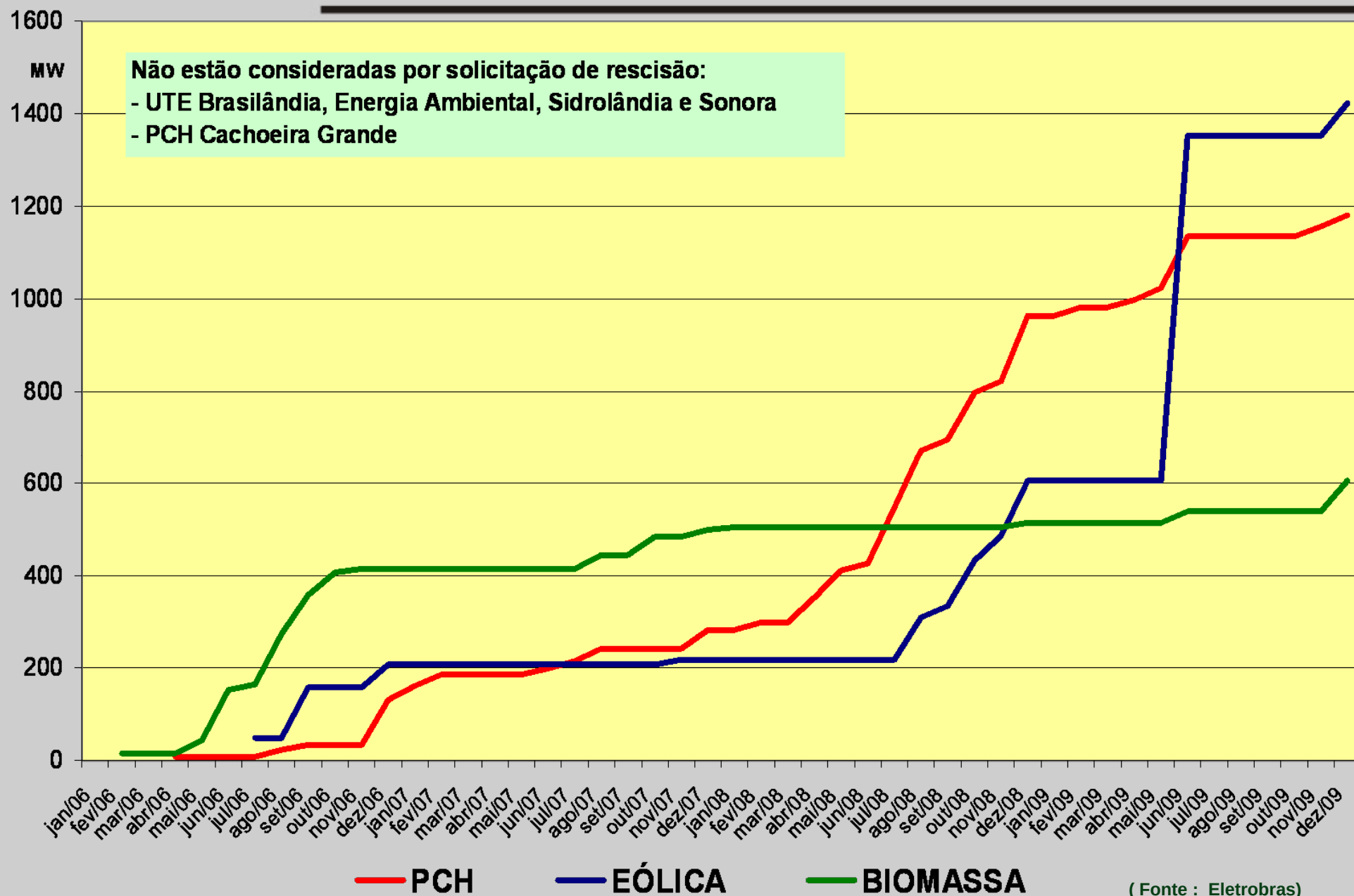
(Fonte : Eletrobras)

Evolução do PROINFA

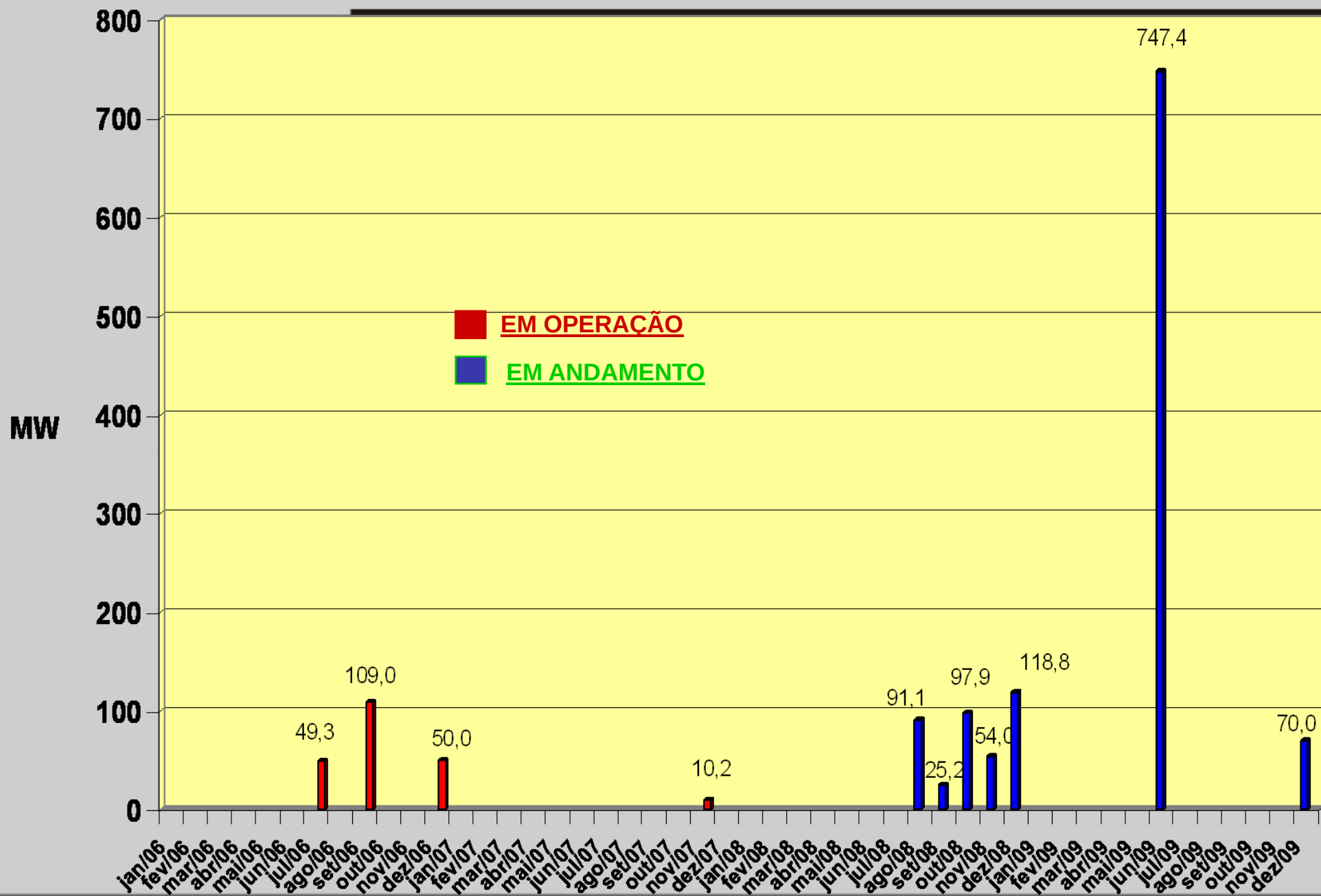
- 1. Parecer jurídico da ELETROBRÁS, emitido em maio de 2008, concluiu que empreendimentos com atrasos causados por casos fortuitos ou de força maior, se sobrepõem à Lei nº 10.438/2002, podendo ser feitos aditamentos contratuais de prazo para após dezembro de 2008.**
- 2. Das vinte e seis Usinas de Geração Eólica com obras não iniciadas, vinte e uma, que totalizam 536,84 MW, já contrataram os equipamentos. Cinco empreendimentos que totalizam 242,70 MW continuam com esta pendência.**

(Fonte : Eletrobras)

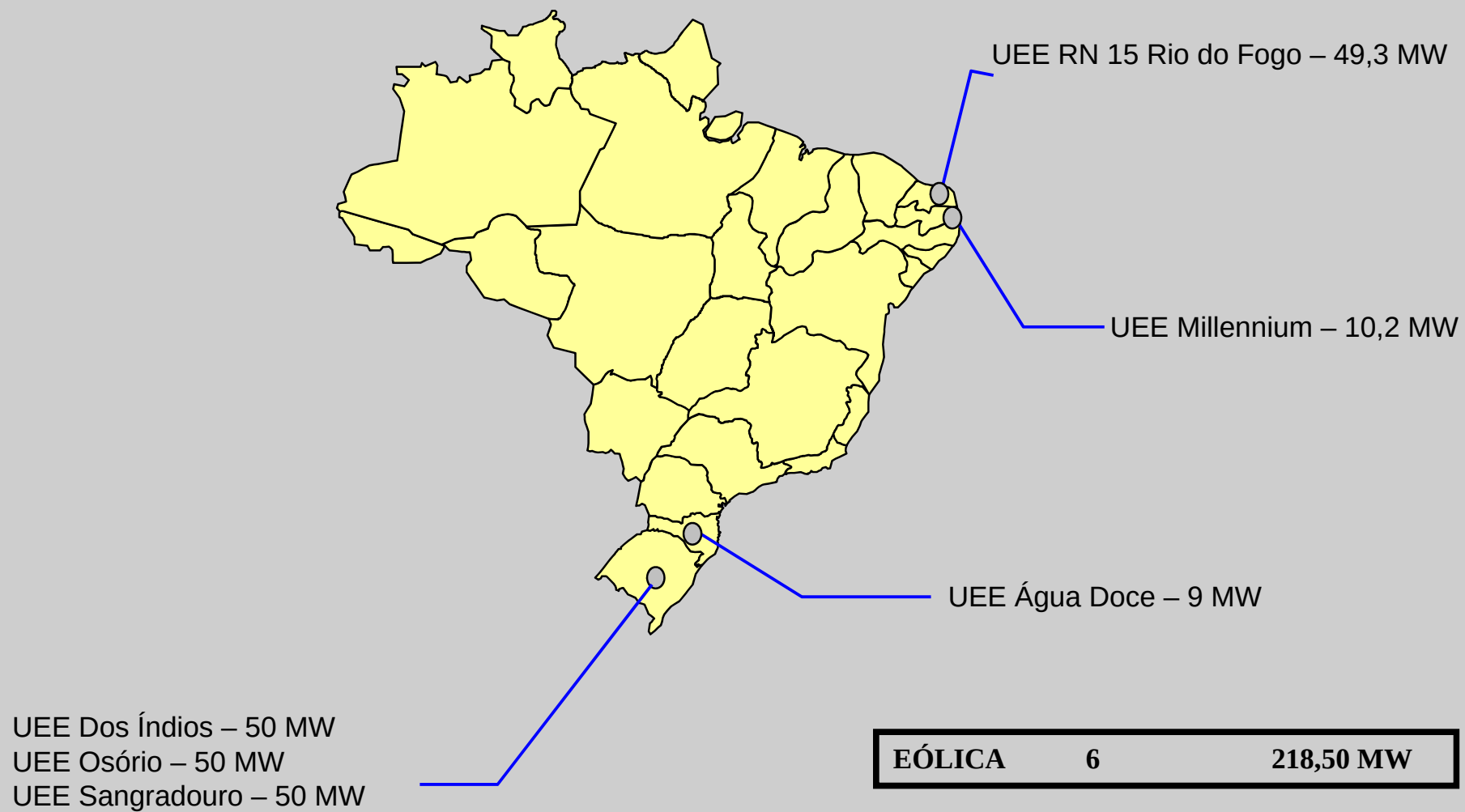
Tendência de implantação do Programa – Expansão (MW)



Histograma da Entrada em Operação (MW) - EÓLICA

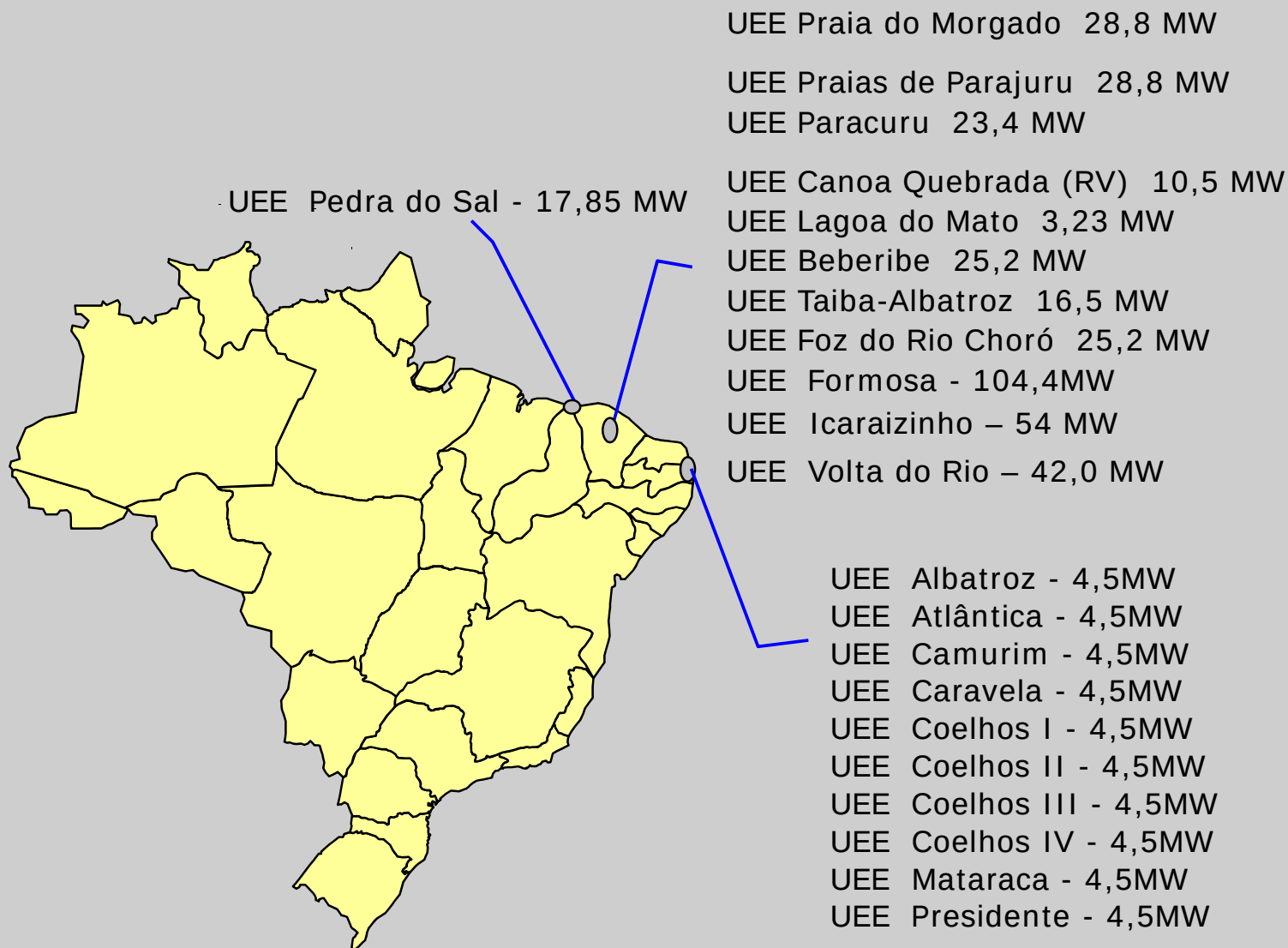


Eólicas em Operação



(Fonte : Eletrobrás)

Eólicas com Obras em Andamento



UEE

22

424,88 MW

Síntese da Situação Atual

SITUAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DO PROINFA	Nº	POTÊNCIA (MW)
TOTAL EM CONSTRUÇÃO: 57 EM ANDAMENTO E 2 PARALISADAS (<u>36 PCH</u> , <u>1 UTE</u> , <u>22 UEE</u>)	59	1.104,78
TOTAL EMPREENDIMENTOS EM OPERAÇÃO E CONCLUÍDOS (<u>24 PCH</u> , <u>19 UTE</u> , <u>6 UEE</u>)	49	1.209,48
SUBTOTAL	108	2.314,26
OBRAS NÃO INICIADAS (<u>2 PCH</u> , <u>26 UEE</u> , <u>2UTE</u>)	30	870,74
TOTAL	138	3.185,00
**SOLICITAÇÃO DE RESCISÃO CONTRATUAL E CONTRATO ANULADO (<u>5 UTE</u> , <u>1 PCH</u>)	6	114,40
TOTAL GERAL	144	3.299,40

* 21UEE's não iniciadas, totalizando 536,84 MW, já contrataram equipamentos.

** UTEs Sidrolândia, Brasilândia, Energia Ambiental, Nova Geração, Sonora e a PCH Cachoeira Grande (rescisão contratual).

(Fonte : Eletrobras)

Características da Oferta da Energia Eólica

Dadas as características da Eólica no que se refere à:

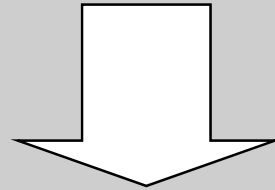
- ✓ geração inflexível;
- ✓ imprevisibilidade da sua disponibilidade;
- ✓ projetos de porte variável – construção em menor prazo;
- ✓ distante dos centros de carga;
- ✓ complementaridade em relação ao regime hidrológico principalmente na região NE;
- ✓ menores dificuldades para licenciamento ambiental;



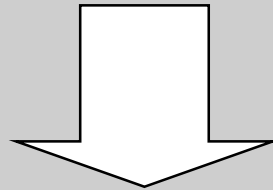
Cria-se **Janela de Oportunidade** para aproveitamento do potencial de Eólico já a partir de 2009, em especial até a entrada dos aproveitamentos do rio Madeira.

Futuro após a primeira fase do Proinfa

Introduzir condições, que permitam concorrência : Leilão Específico , com concorrência entre os projetos.

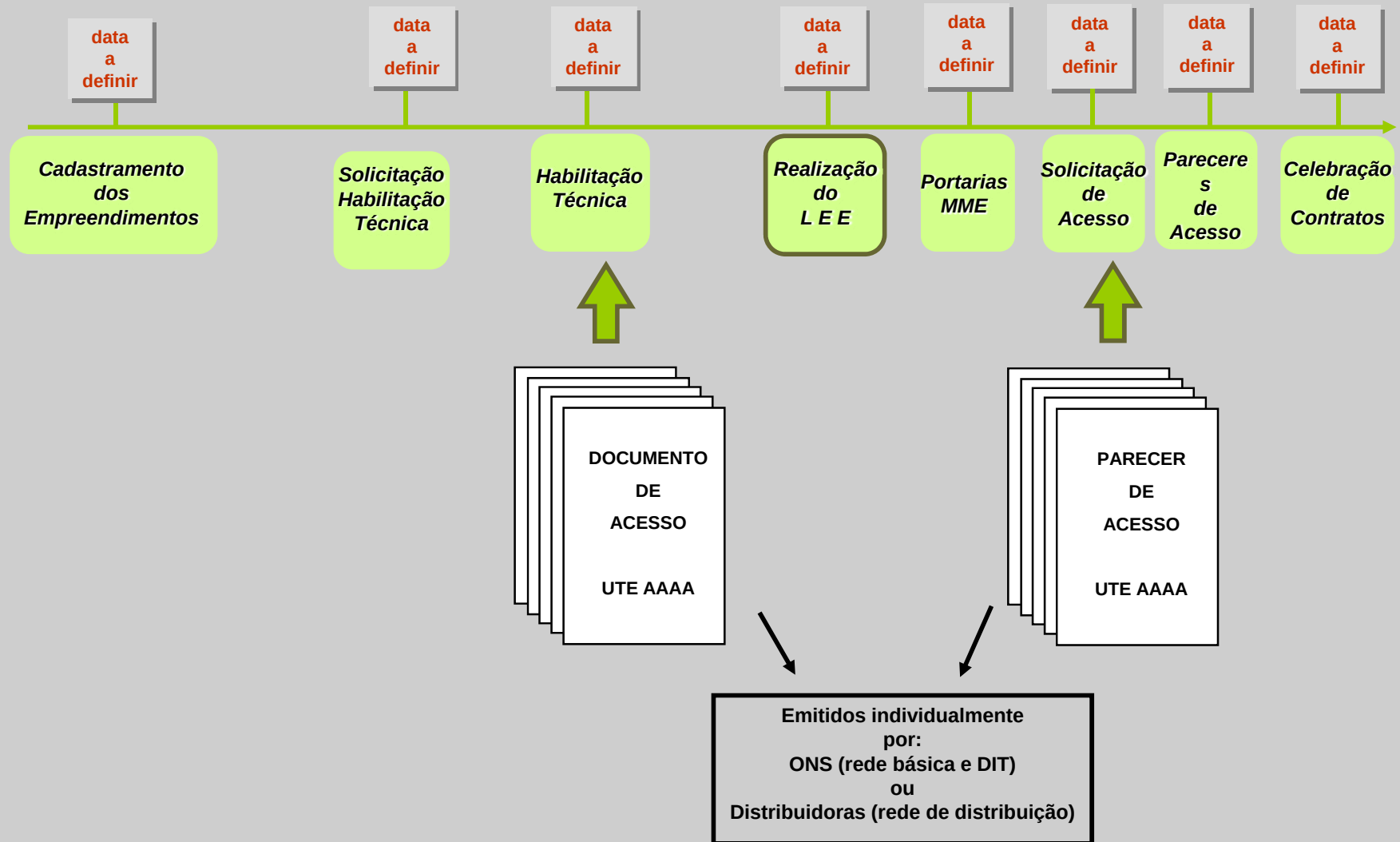


(Abertura de um mercado grande + projetistas e operadores capazes + concorrência + novos fabricantes)



Projetos mais eficientes, com preços mais baixos, com mais chance de realização

Principais Marcos Associados a um Leilão de Energia Eólica



Principais Eventos relativos ao Processo de Acesso `a Rede

1. O acesso de geradores às Demais Instalações de Transmissão - DIT:

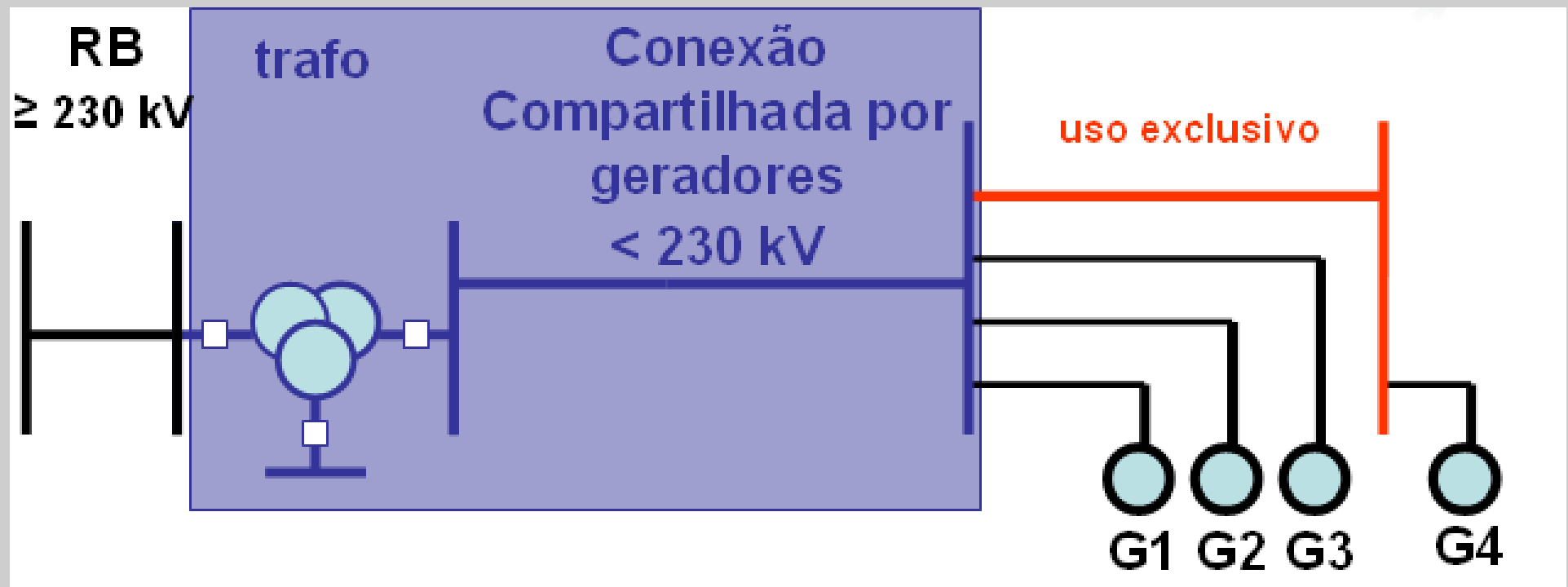
- ✓ **Emissão de Parecer de Acesso pelo ONS;**
- ✓ **Assinatura de CCT com Transmissora;**
- ✓ **Assinatura de CUSD com a Distribuidora;**
- ✓ **Responsabilidade pela implantação das obras em caso de acesso através de seccionamento de DIT ou conexão em subestação existente;**
- ✓ **A implementação das obras de acesso deve ser precedida da celebração dos contratos de conexão e uso.**

2. A acesso de geradores aos sistemas de distribuição, contemplando:

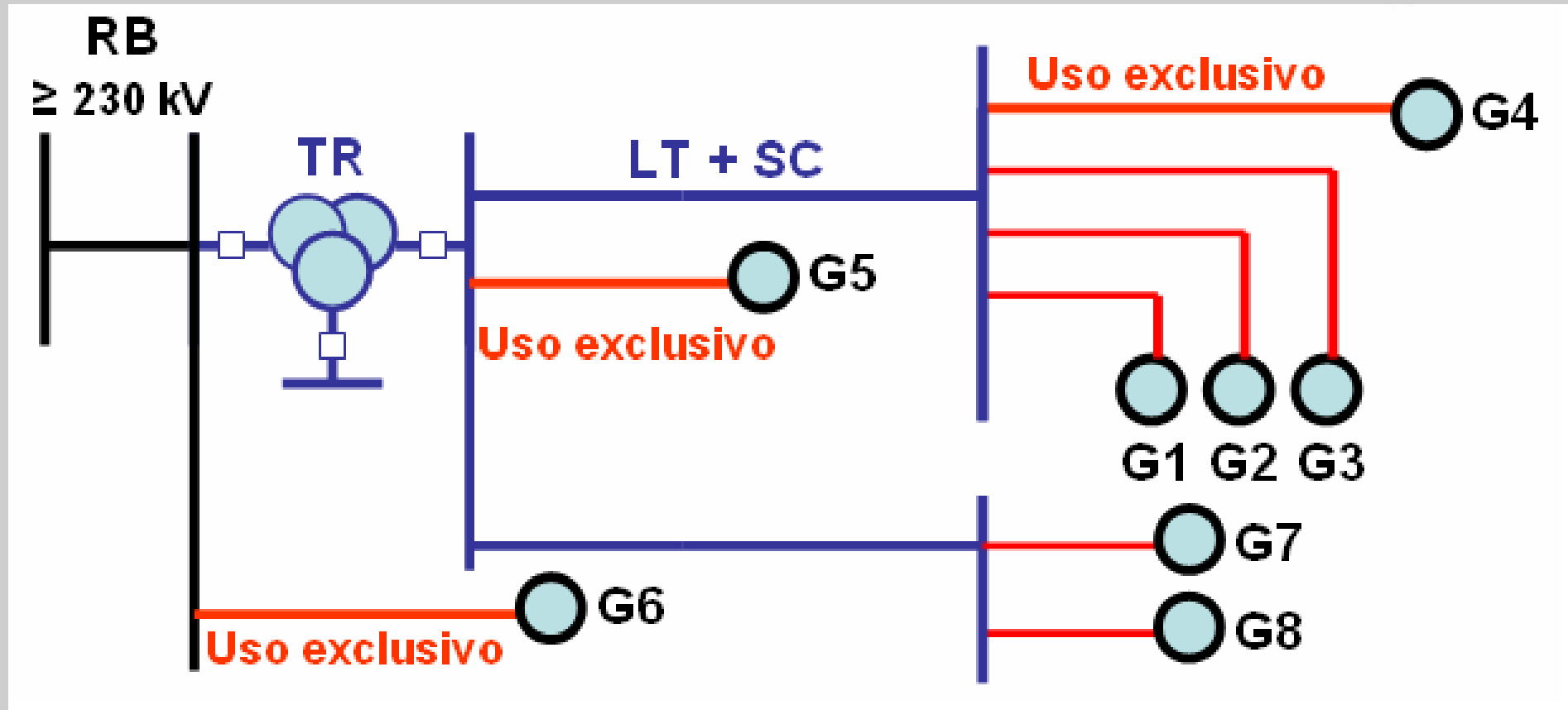
- ✓ Responsabilidade pela implantação das obras em caso de acesso através de seccionamento ou conexão em subestação existente;
- ✓ Deve haver assinatura de CUSD e CCD;
- ✓ Observância ao **Módulo 26 dos Procedimentos de Rede do ONS**, que trata das Modalidades de Operação.

- 3. Possibilidade de utilizar as Instalações de Conexão de Geração – ICG para acesso à Rede Básica (RES ANEEL 320, 10.06.2008):**
- ✓ **Art. 2º São classificadas como ICGs as instalações de transmissão, não integrantes da Rede Básica, destinadas ao acesso de centrais de geração em caráter compartilhado à Rede Básica, definidas por chamada pública a ser realizada pela ANEEL e licitadas em conjunto com as instalações de Rede Básica para duas ou mais centrais de geração.**
 - ✓ **§1º São consideradas ICGs os barramentos, linhas de transmissão, transformadores de potência, inclusive aqueles com lado de alta tensão em nível de Rede Básica e lado de baixa tensão com nível inferior a 230 kV e suas conexões, bem como equipamentos de subestação não classificados como instalações de Rede Básica...;**

Instalações de Conexão de Geração



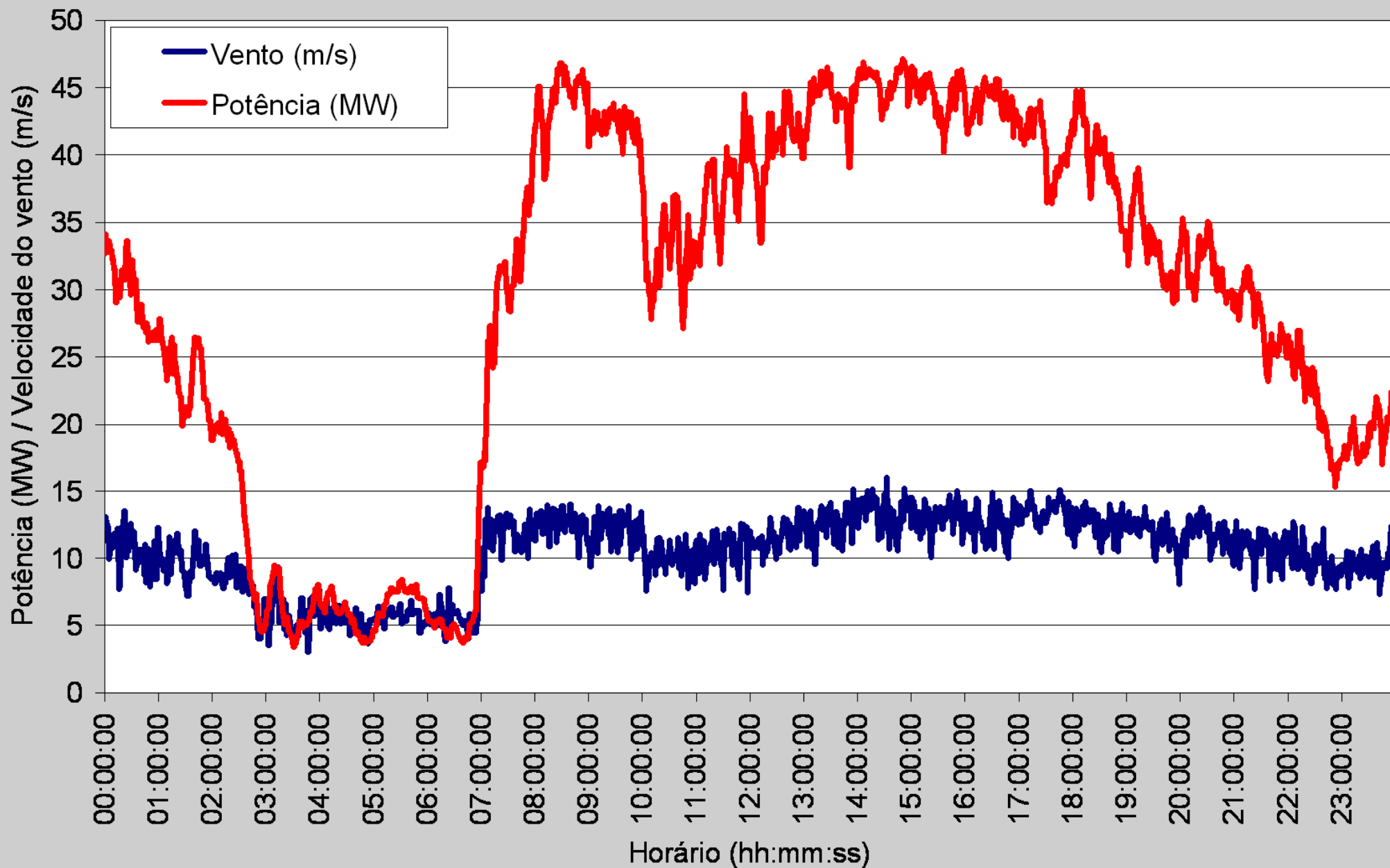
Instalações de Conexão de Geração



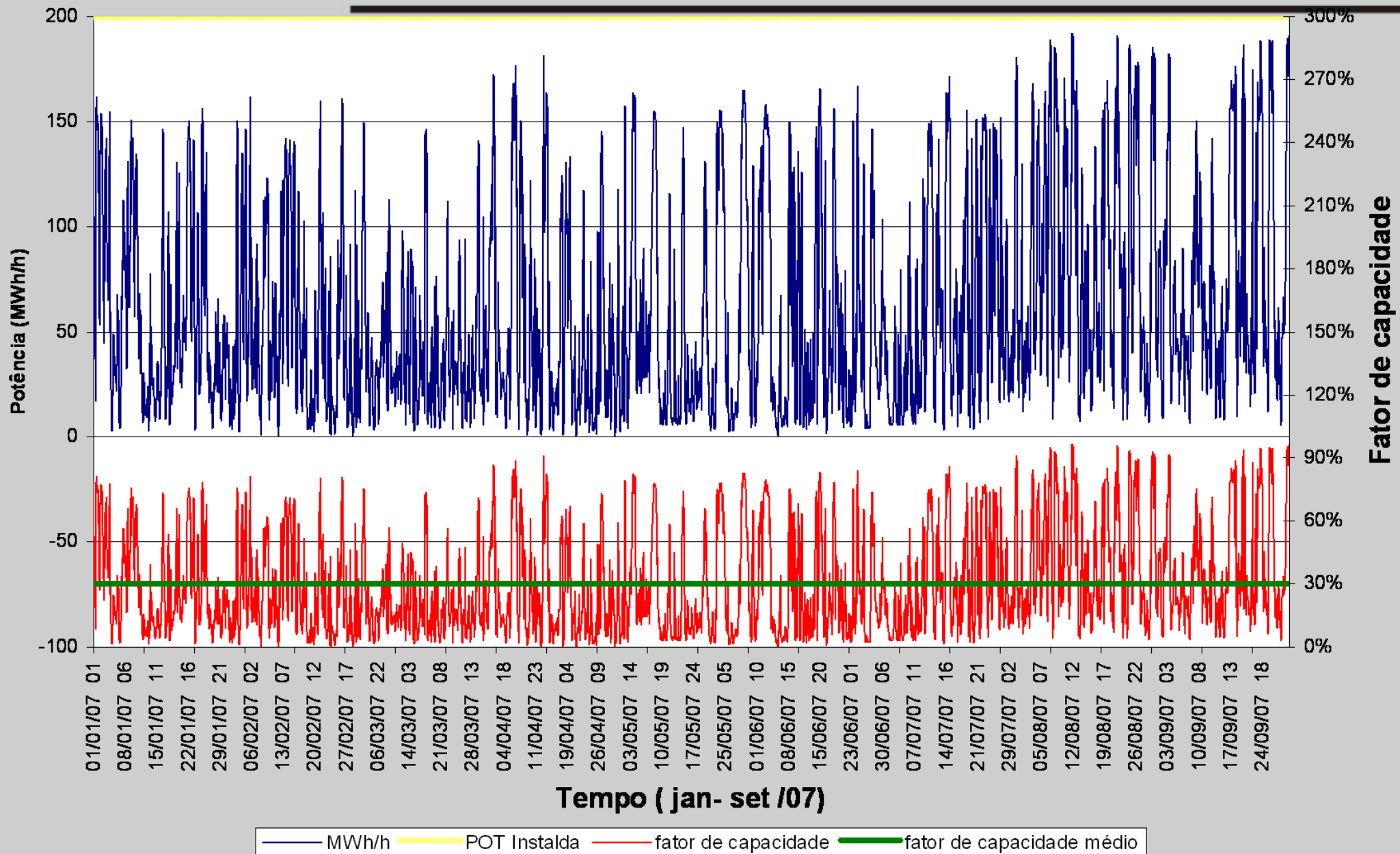
Primeiros Resultados das Centrais ligadas à Rede Básica

- ❑ **Produção das Centrais Eólicas Rio do Fogo e Centrais Eólicas Osório –primeiros resultados**

Produção de um dia outubro de 2007



Produção da CE Rio do Fogo e Complexo de Osório



Obrigado pela atenção.

fmedeiros@ons.org.br

Para mais informações sobre o ONS,

Acesse nosso *website*

www.ons.org.br