

WORKSHOP

Integração de mercados de energia elétrica e formação de preços



PAINEL IV

Harmonização dos mercados

TEMA

Impacto da ampliação das fontes renováveis na integração dos mercados



Empresa de Pesquisa Energética

Amilcar Guerreiro

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais
Empresa de Pesquisa Energética - EPE

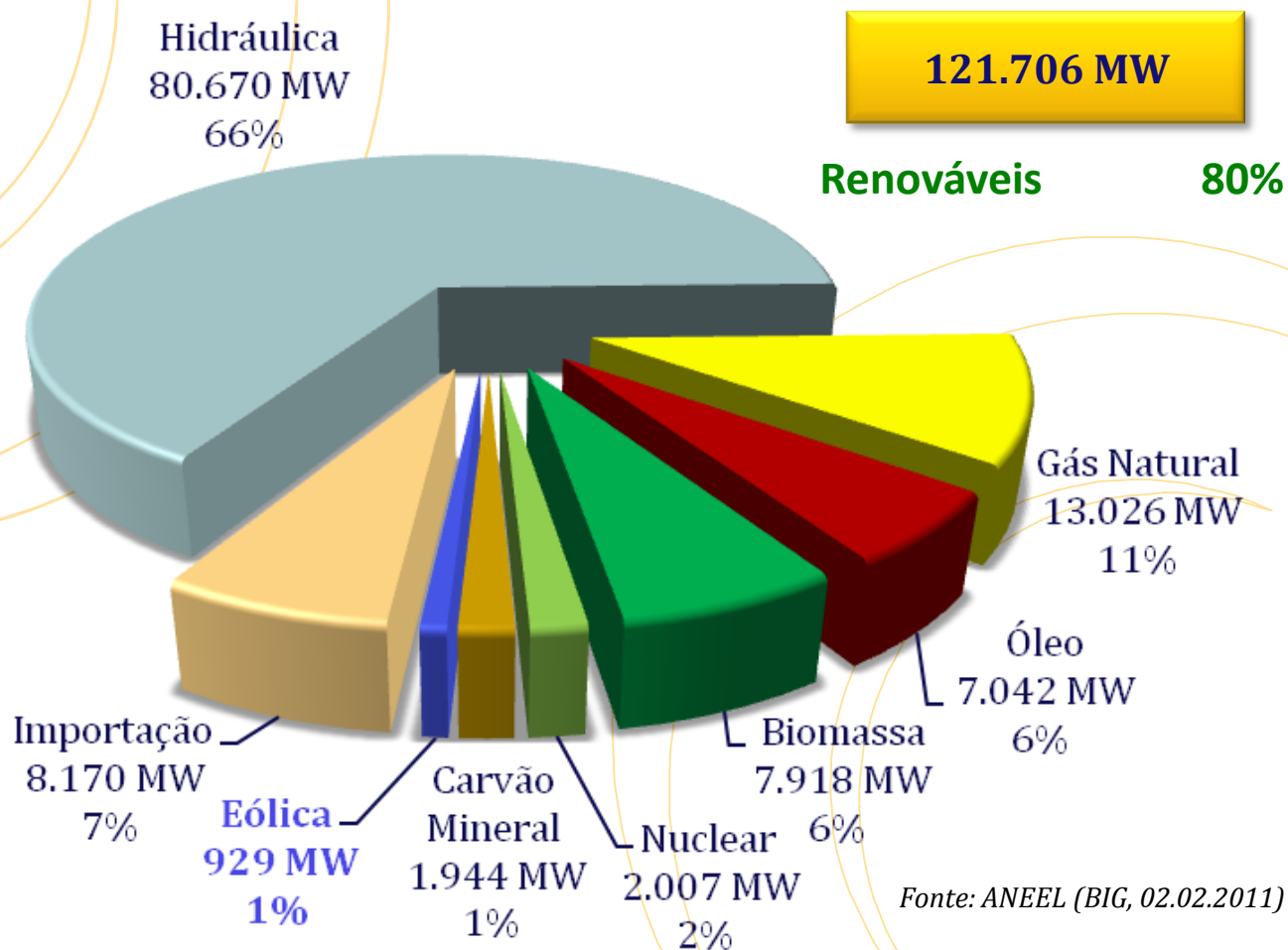
Impacto da ampliação das fontes renováveis na integração dos mercados



Agenda

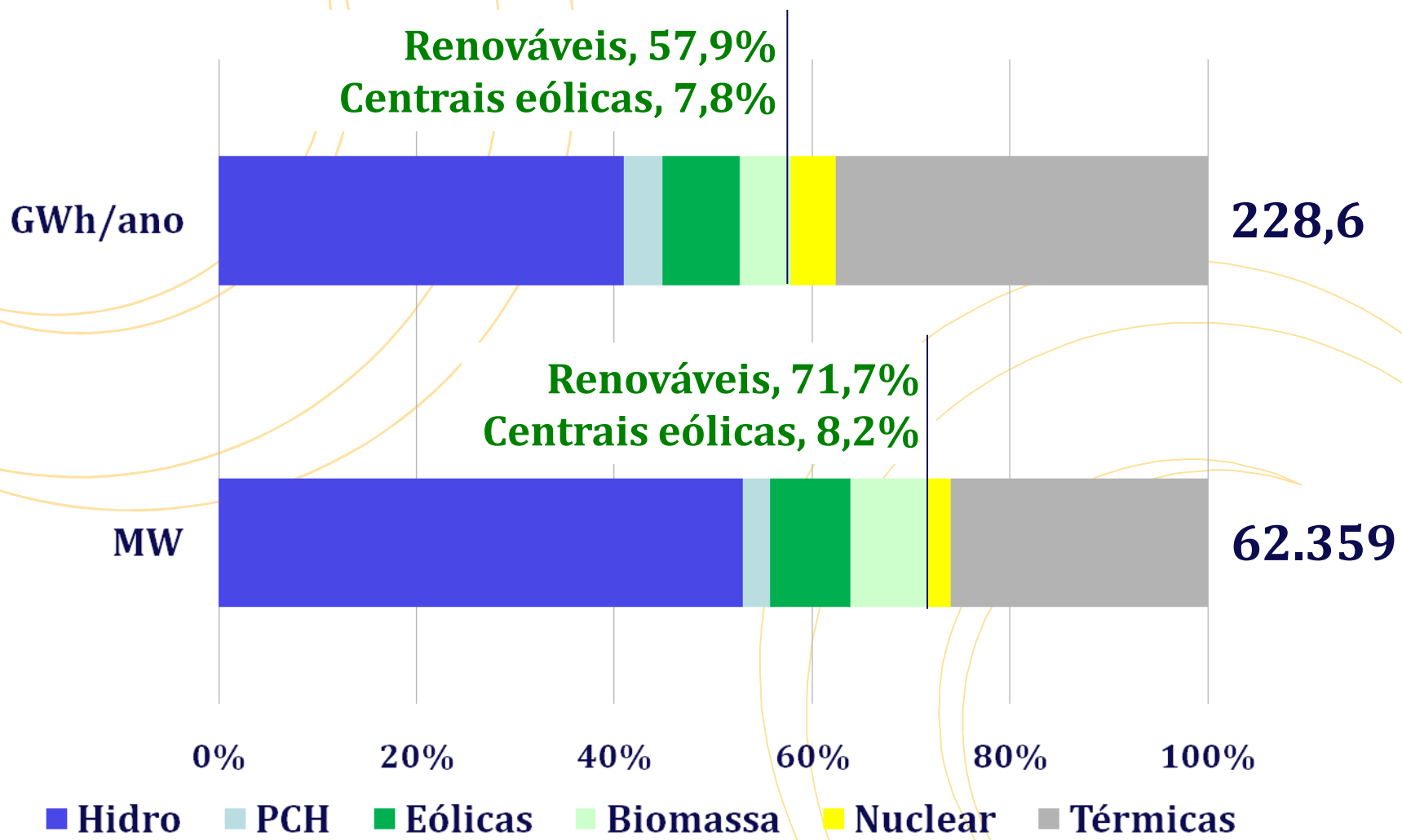
- | | |
|--|---|
| impacto energético | 1 |
| impacto regulatório e da escala do mercado | 2 |
| impacto na integração elétrica | 3 |
| impacto no sistema de informações técnicas | 4 |
| conclusão | 5 |

Brasil. Capacidade instalada para produção de energia elétrica (fev.2011)



Expansão contratada

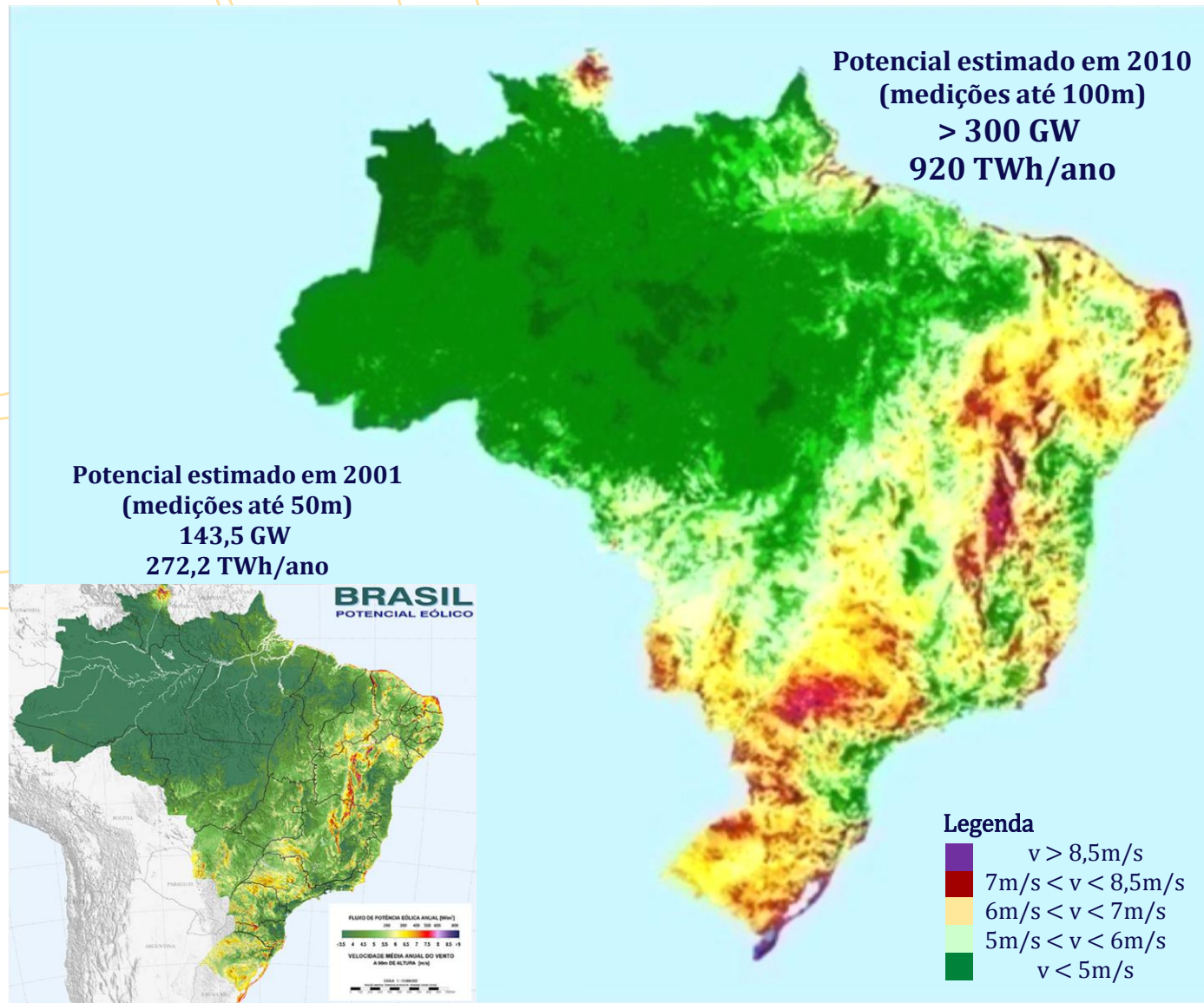
(leilões, desde 2005 e PROINFA)





1

Impacto energético



Fontes: Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (CEPEL, 2001)

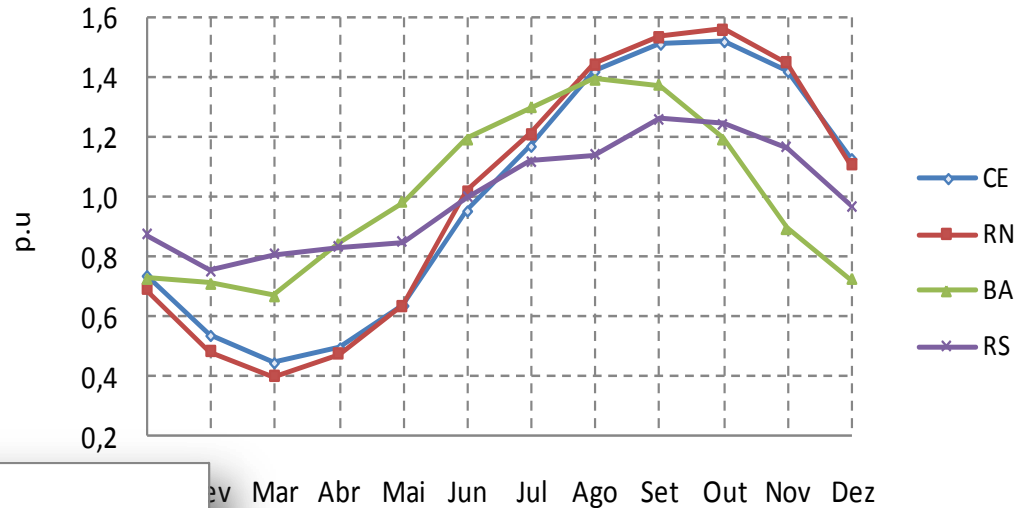
Atlas do Potencial Eólico Brasileiro – Preliminar (CEPEL, 2010)

Amílcar Guerreiro (EPE) – Workshop ERSE/GESEL – Lisboa 2011

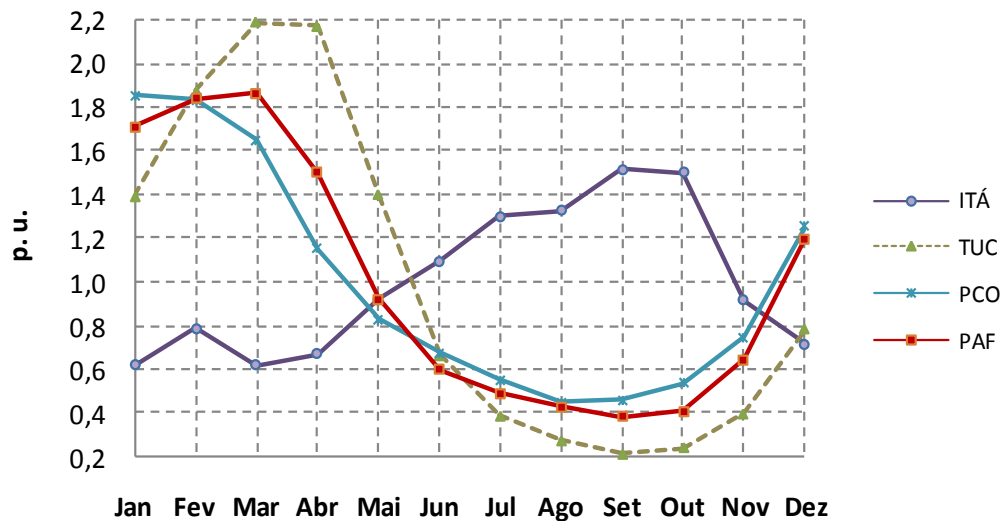
Sinergia hidroelétrica: complementaridade

Os ciclos da água e do vento são negativamente correlacionados no país: em geral, há mais vento no período seco e vice-versa.

Ciclo Anual Eólico



Vazões Naturais Afluentes



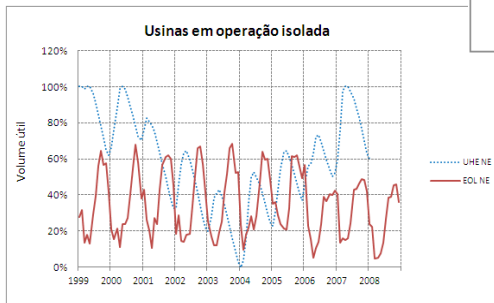
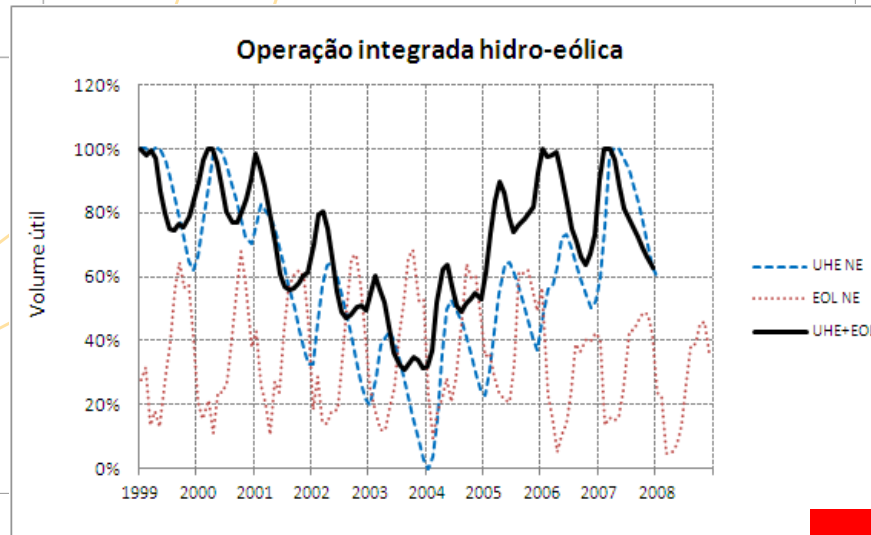
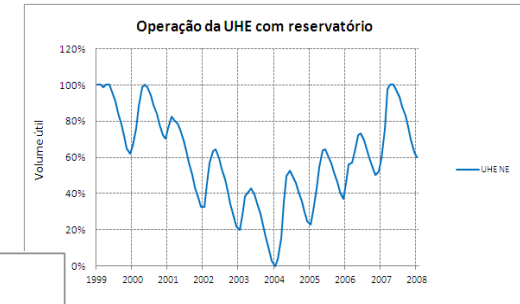
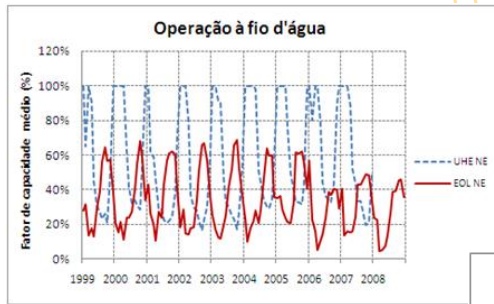
CE: Ceará
RN: Rio Grande do Norte
BA: Bahia
RS: Rio Grande do Sul

ITÁ: UHE Itá
TUC: UHE Tucuruí
PCO: UHE Porto Colômbia
PAF: UHE Paulo Afonso

Fonte: EPE



Sinergia hidro-eólica: maiores ganhos energéticos e maior confiabilidade



(Carga crítica = 2X MWmed)

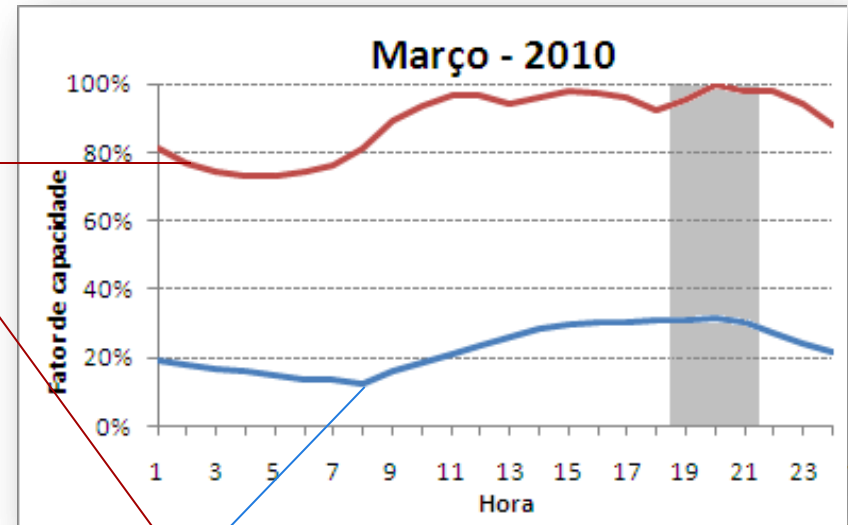
(Carga crítica = X MWmed)

(Fator de capacidade = 2X MWmed, 60)

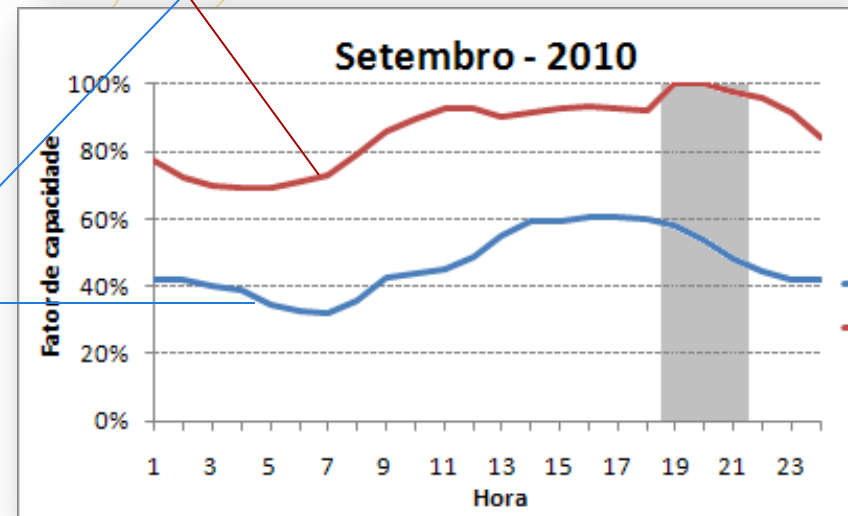
**Ganho de energia firme
~32%**

Benefício adicional: geração adequada ao perfil da carga

Curva de carga típica do sistema interligado nacional brasileiro



Curva típica da geração eólica (média CE, RN, BA, RS)



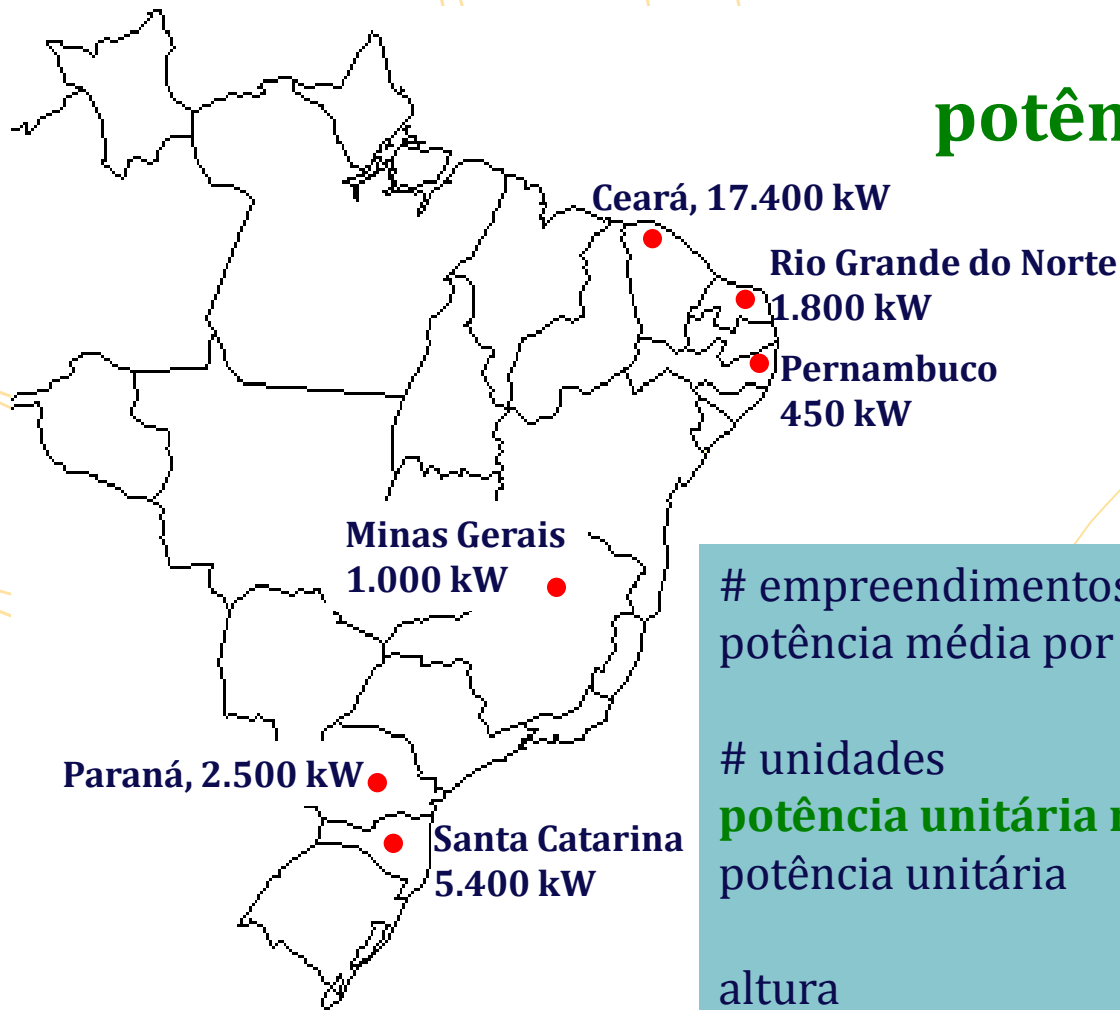


2

Impacto regulatório e da escala do mercado

Expansão da geração eólica situação anterior a 2004

potência total instalada 28,6 MW

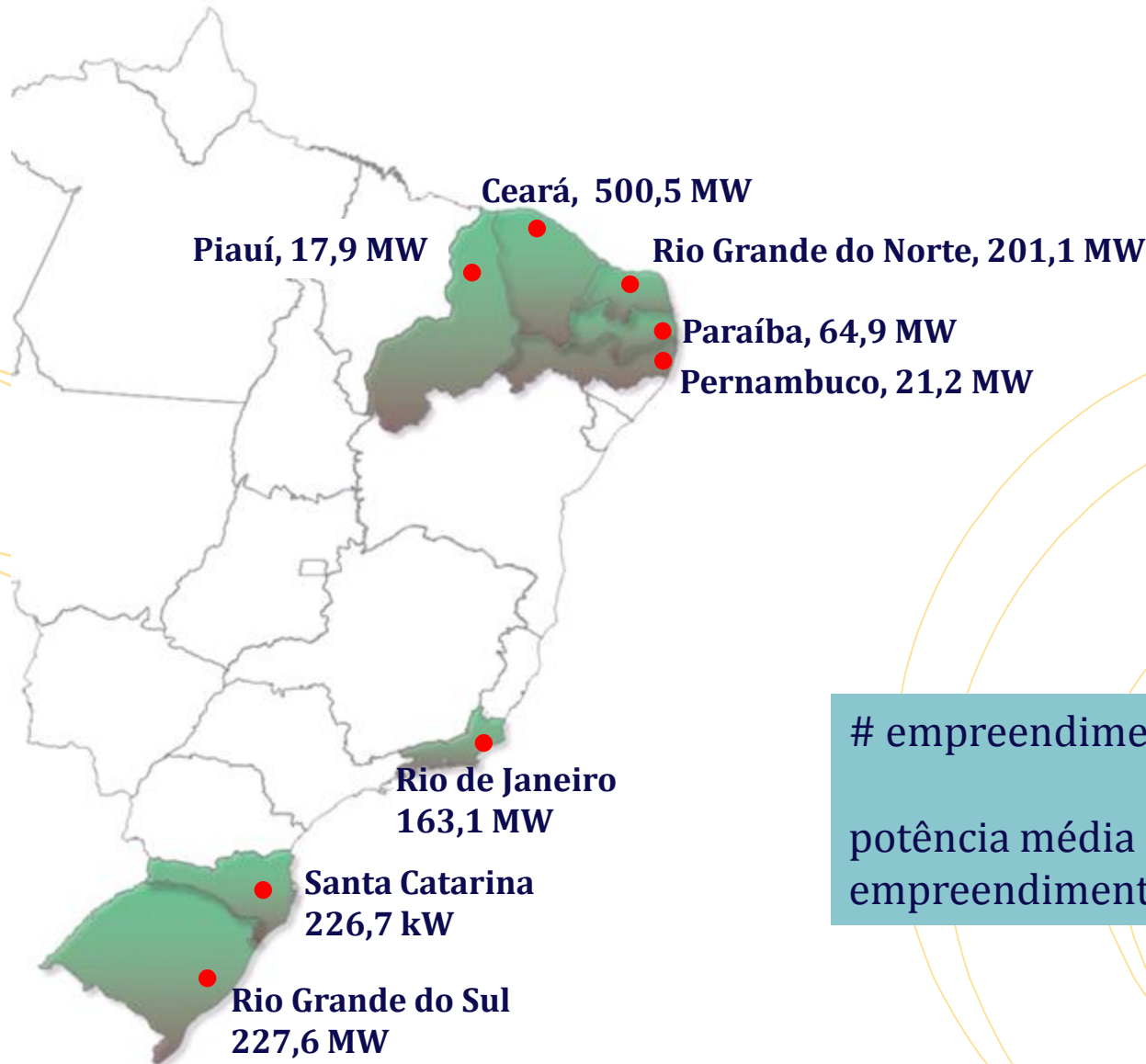


# empreendimentos	10
potência média por empreendimento	2.855 kW
# unidades	57
potência unitária média	500 kW
potência unitária	225-600 kW
altura	30-78m
altura média	32m

Fontes: ANEEL (Banco de Informações de Geração – BIG) - agosto de 2010;
Wobben Windpower; ENERCON.

empreendimentos contratados em 2004 (PROINFA)

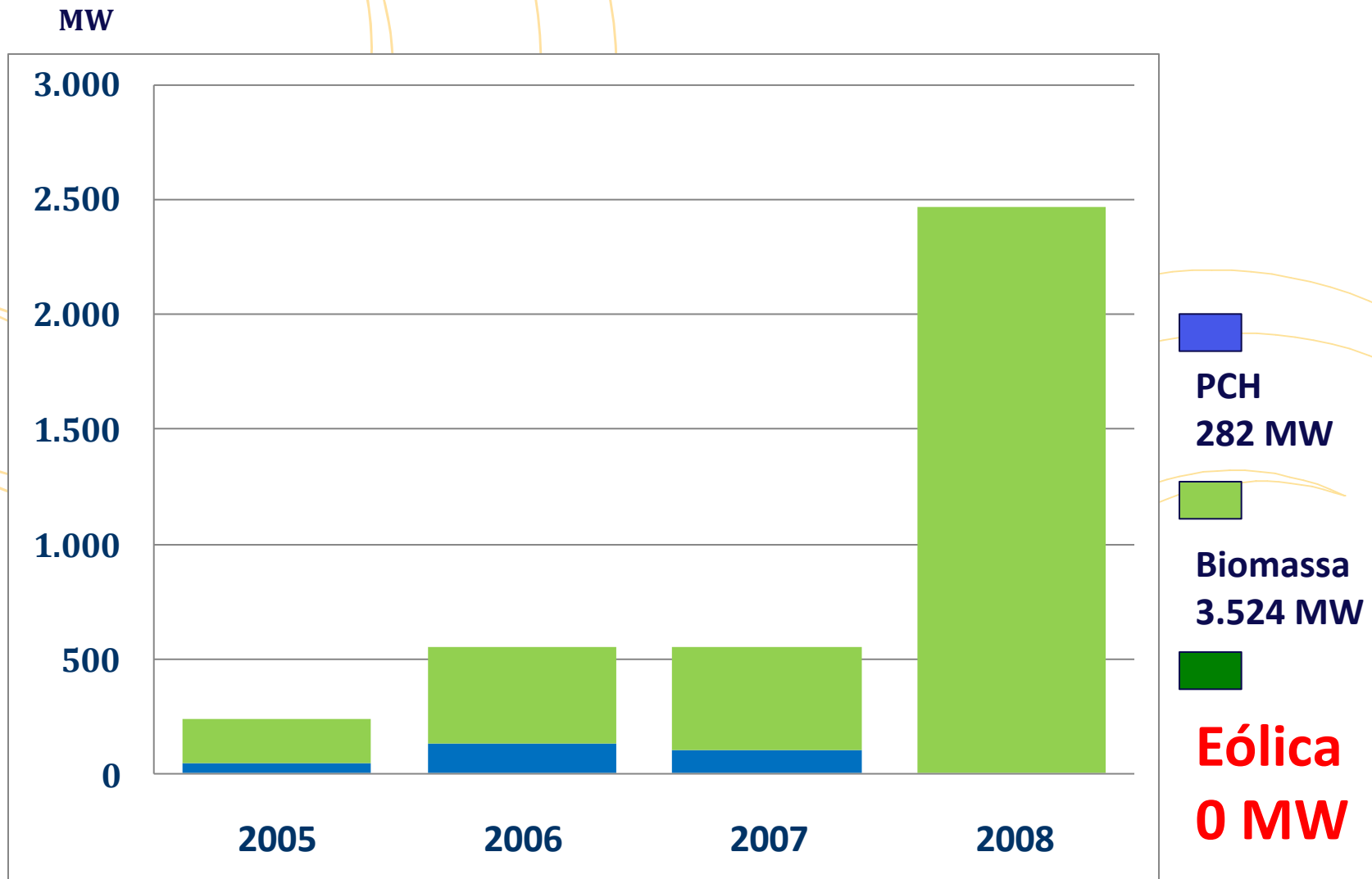
potência total
instalada
1.423 MW



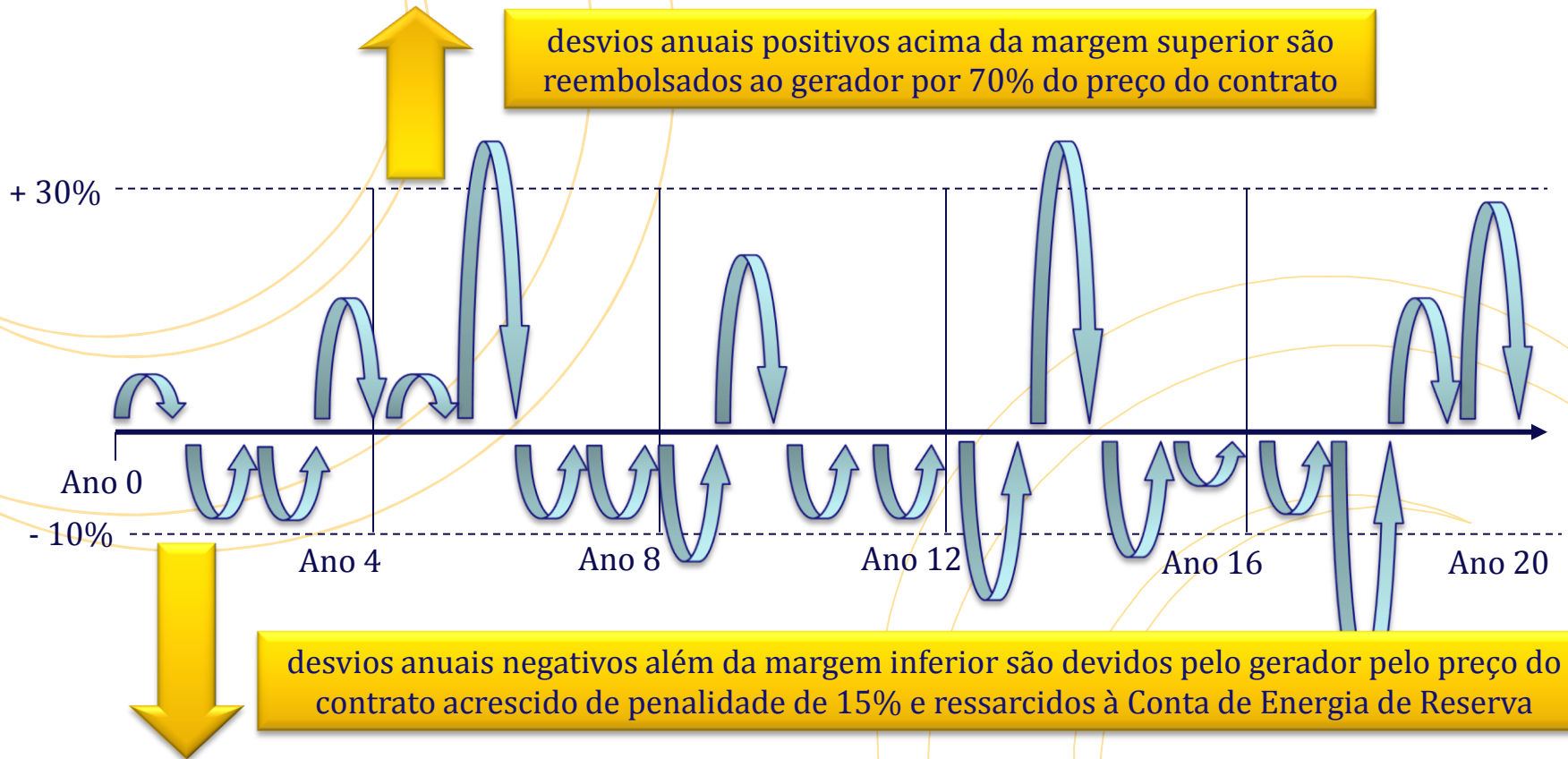
# empreendimentos	60
potência média por empreendimento	23.715 kW

Fonte: Eletrobras

Expansão da geração eólica - Leilões potência contratada 2005-2008

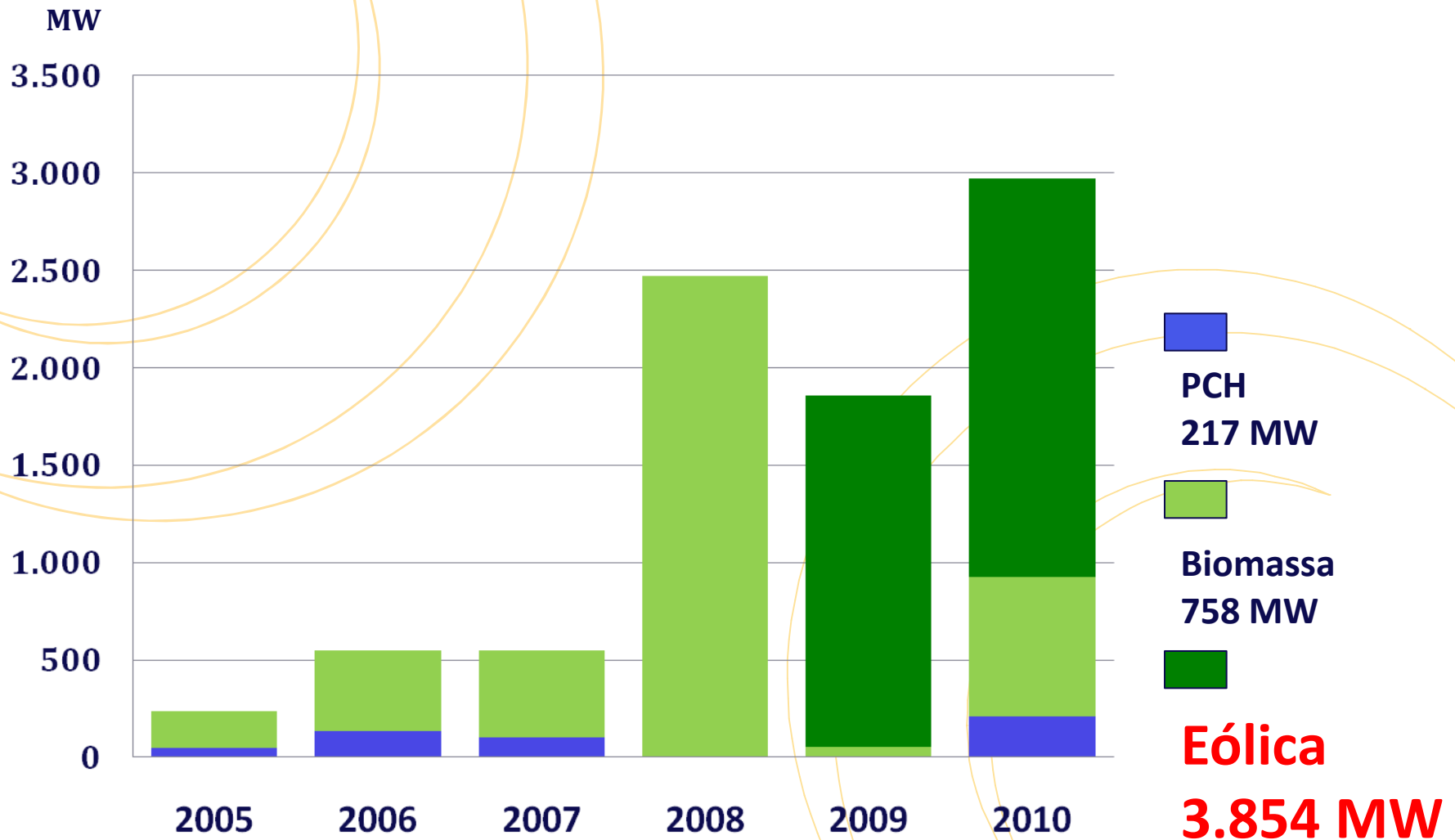


Expansão da geração eólica - Leilões sistemática de contabilização dos contratos

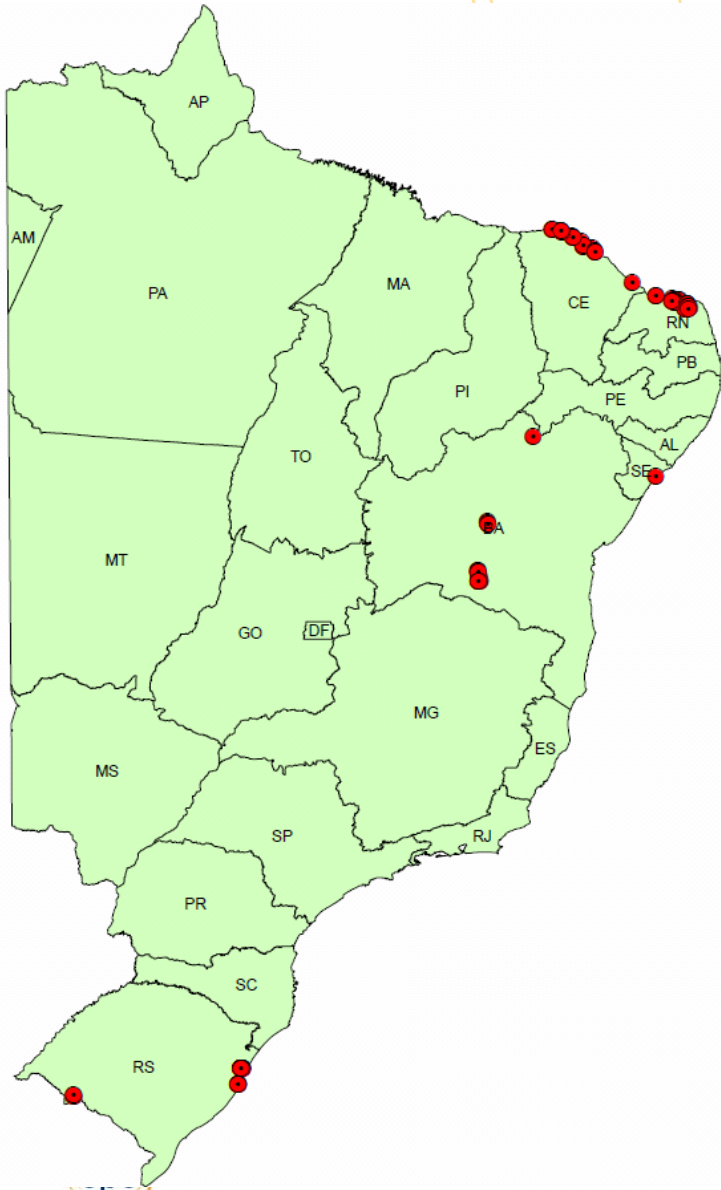


- Desvios são liquidados no ano seguinte em 12 parcelas mensais
- Contratação exclusiva de cada empreendimento (não é possível contratar sobras)
- A cada quatro anos pode ser recalculado o valor contratado

Expansão da geração eólica - Leilões potência contratada 2009-2010



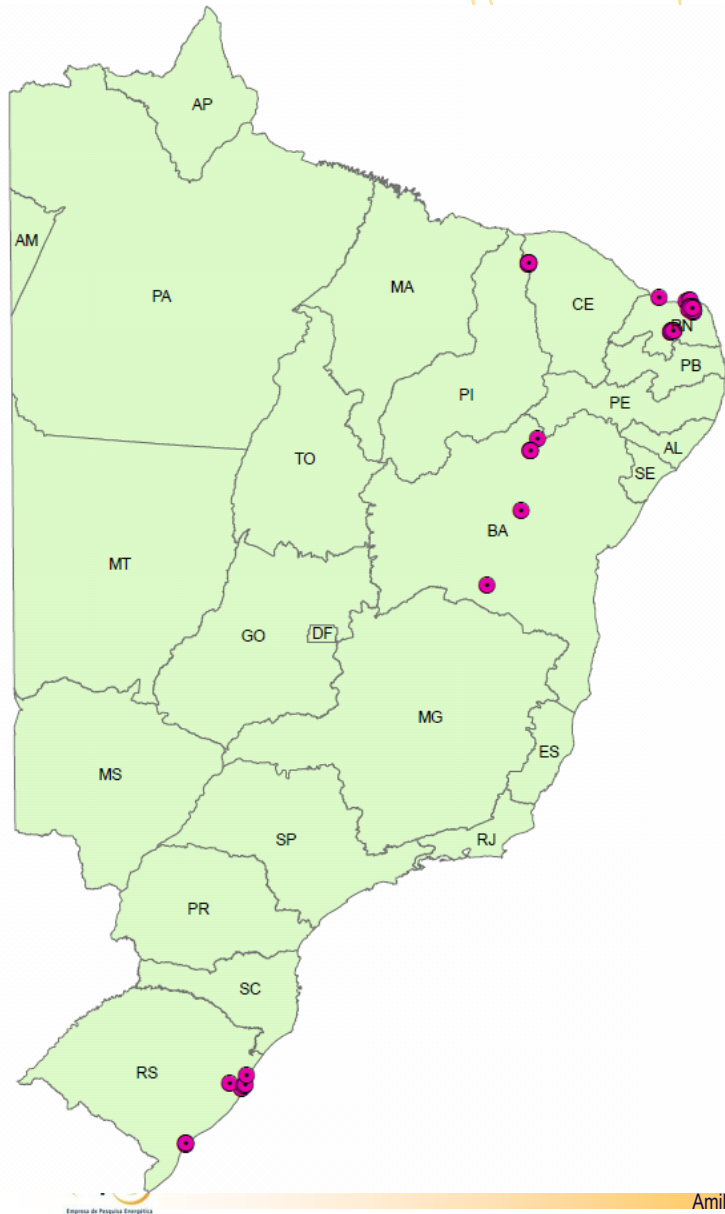
Expansão da geração eólica - Leilões potência contratada em 2009



EMPREENDIMENTOS	71
CAPACIDADE	1.086 MW
ENERGIA CONTRATADA	132.016 GWh/ano
PREÇO-TETO	R\$ 200,2/MWh
PREÇO MÉDIO	R\$ 157,2/MWh € 66,6 / MWh
DESÁGIO	21,5%
GIRO FINANCEIRO	R\$ 20.748 milhões € 8.790 milhões
ECONOMIA	R\$ 5.678 milhões € 2.405 milhões

Obs: Valores referentes à janeiro de 2011

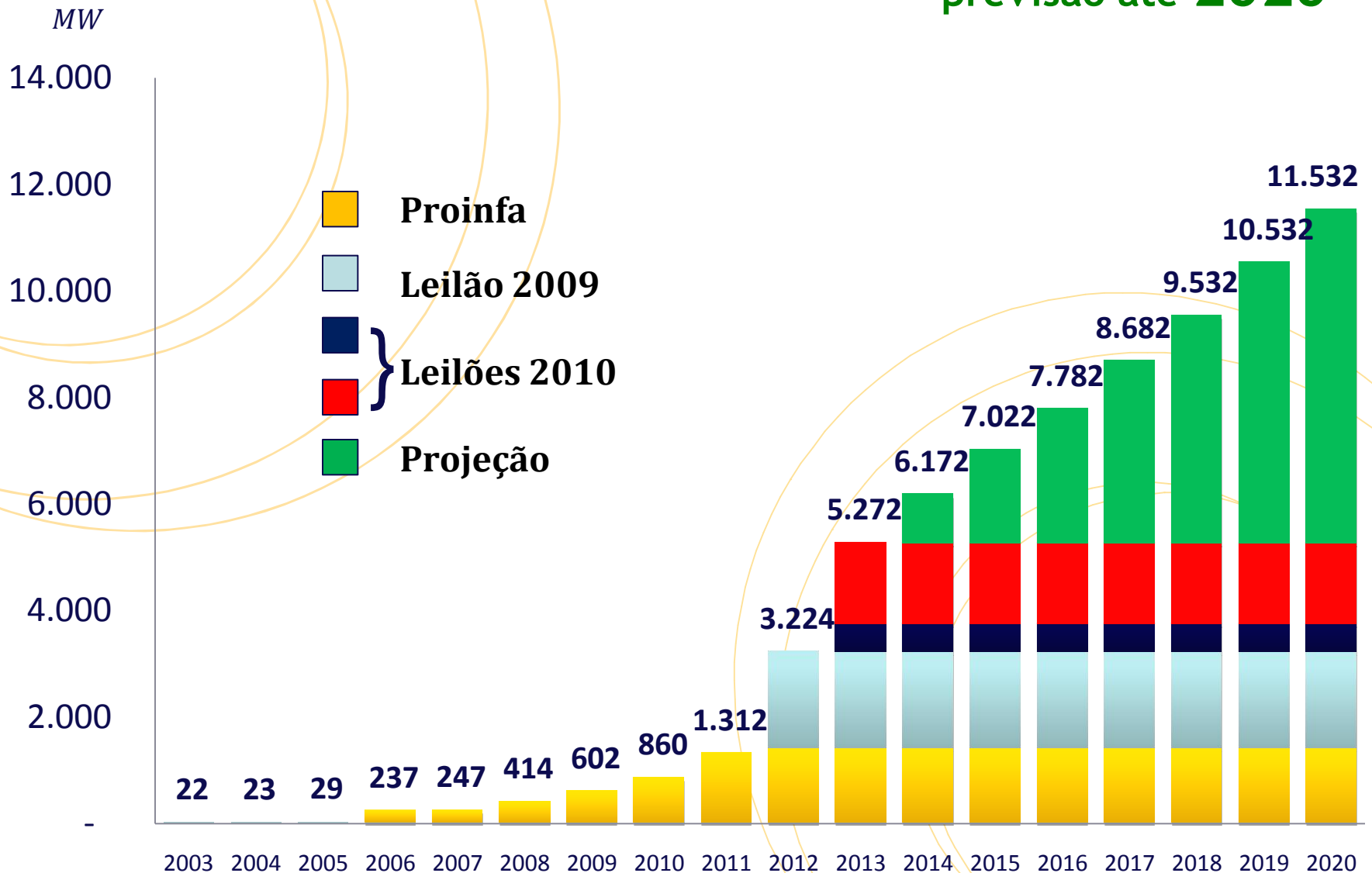
Expansão da geração eólica - Leilões potência contratada em 2010



EMPREENHIMENTOS	70
CAPACIDADE	2.048 MW
ENERGIA CONTRATADA	157.613 GWh/ano
PREÇO-TETO	171,5 R\$/MWh
PREÇO MÉDIO	R\$ 134,4 / MWh € 56,9 / MWh
DESÁGIO	21,6%
GIRO FINANCEIRO	R\$ 21.180 milhões € 8.975 milhões
ECONOMIA	R\$ 5.848 milhões € 2.475 milhões

Obs: Valores referentes à janeiro de 2011

Expansão da geração eólica previsão até 2020

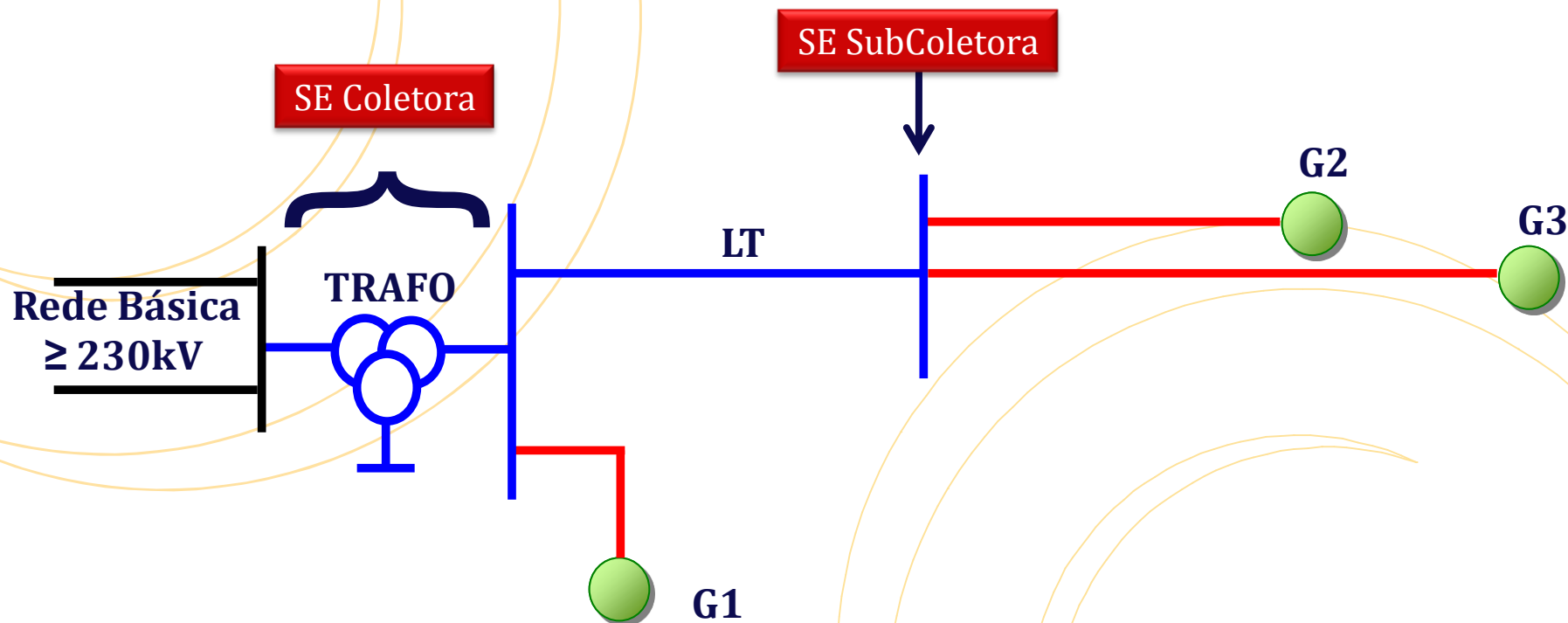




3

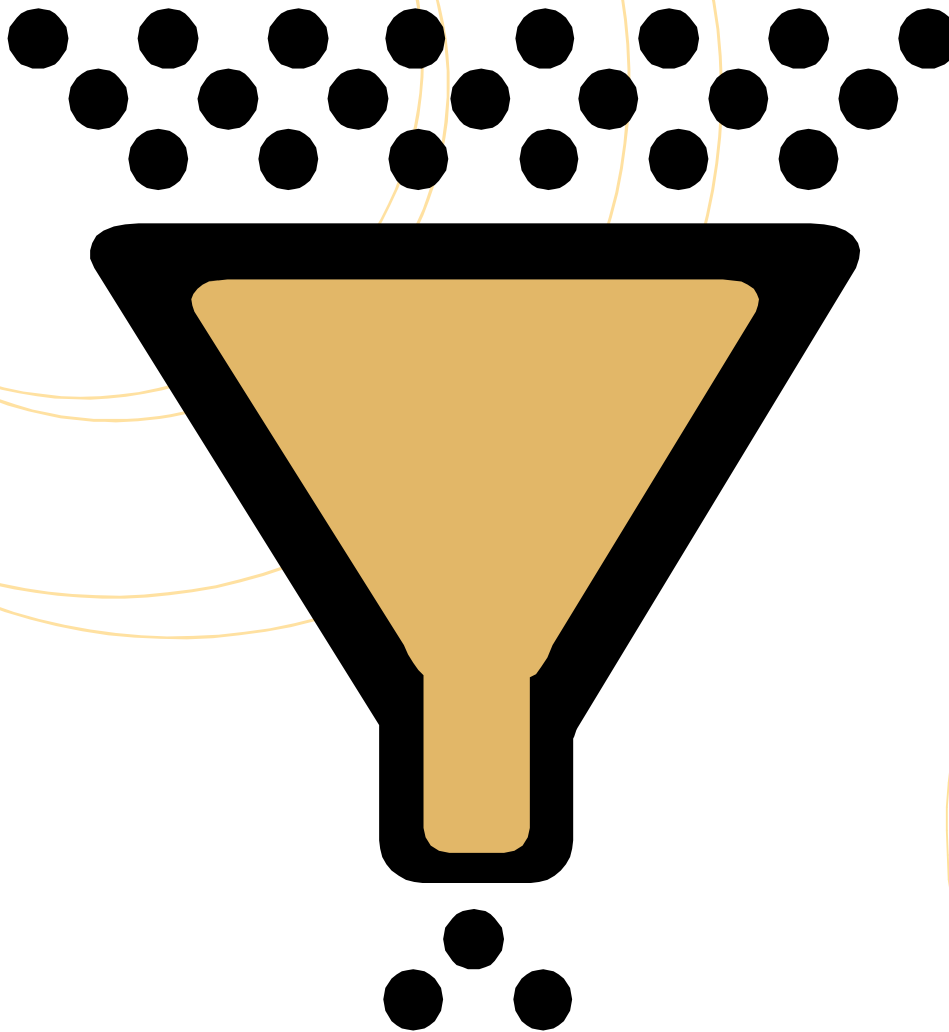
Impacto na integração elétrica

Expansão do sistema de transmissão conceito das instalações compartilhadas de geração (ICG)



- ICG instalação compartilhada pelos geradores (não integra a rede básica)
- IEG instalação de uso exclusivo do gerador

Expansão do sistema de transmissão exemplo do processo de decisão (ICG)



Cadastramento

JUN 2010

517 empreendimentos

Manifestação de interesse ICG

JUL 2010

380 empreendimentos

21 ICG

Leilão expansão da geração

AGO 2010

89 empreendimentos

Editais chamadas públicas ICG

NOV 2010

54 empreendimentos

6 ICG

Chamada pública ICG

DEZ 2010

44 empreendimentos

4 ICG

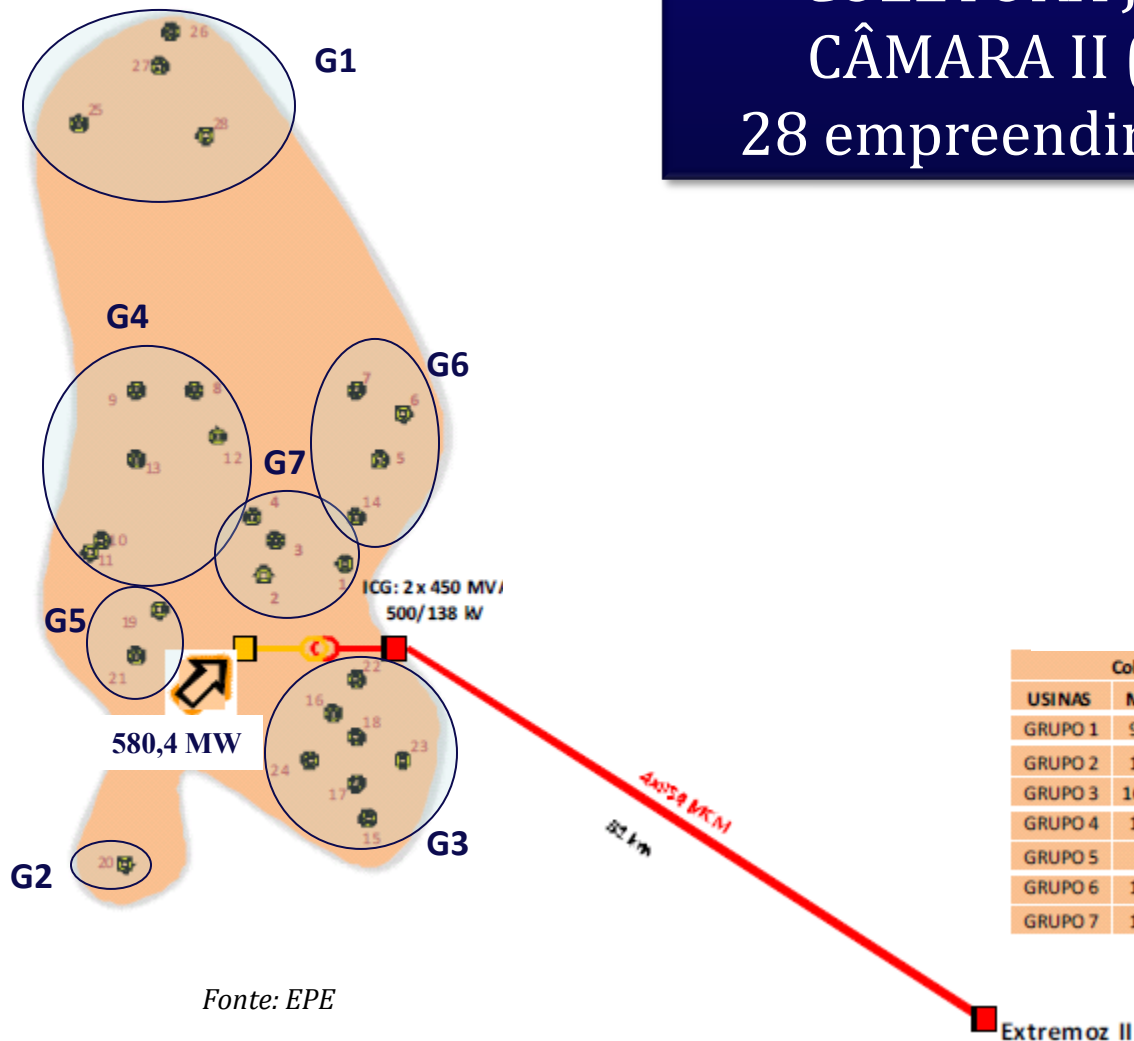
Leilão expansão transmissão

MAI 2011

Expansão do sistema de transmissão ICG associadas ao leilão de 2010

	Ibiapina	João Câmara II	Lagoa Nova	Morro do Chapéu
Potência injetada, MW	150	580,4	227,4	90
LT, km	9	81	62	67
Trafo 230/69 kV, MVA	2x100		2x150	1x150
Trafo 500/138 kV, MVA		2x450		

COLETORA JOÃO CÂMARA II (RN) 28 empreendimentos



Coletora João Câmara II			
USINAS	MW	Km	LT
GRUPO 1	92,4	25	2X336 MCM - CS
GRUPO 2	19,8	13	1X266 MCM - CS
GRUPO 3	168,2	8	2X477 MCM - CS
GRUPO 4	180	11	2X477 MCM - CS
GRUPO 5	60	-	-
GRUPO 6	120	10	2X336 MCM - CS
GRUPO 7	120	-	-

Fonte: EPE



4

Impacto no sistema de informações

Objetivo

Desenvolver **modelagem estocástica** do comportamento temporal dos ventos e estudos de correlação com o comportamento temporal das afluências naturais (hídricas) de modo a permitir a **valoração energética da geração eólica** integrada ao parque gerador hidrotérmico.

Ações

- **Identificação de séries climatológicas históricas de interesse dos estudos energéticos** (medições da Marinha, da Aeronáutica e do Instituto Nacional de Meteorologia, com registros superiores a 50 anos)
- **Validação das séries históricas identificadas**

Objetivo

Base de dados sobre vento e geração a partir da expansão do parque eólico

Identificar **padrões de comportamento** temporal da **geração eólica** nas diferentes regiões do país

Ações

- **Sistema de Acompanhamento de Medições Anemométricas (AMA)**
- **Preparação de “Wind indexes” regionais**



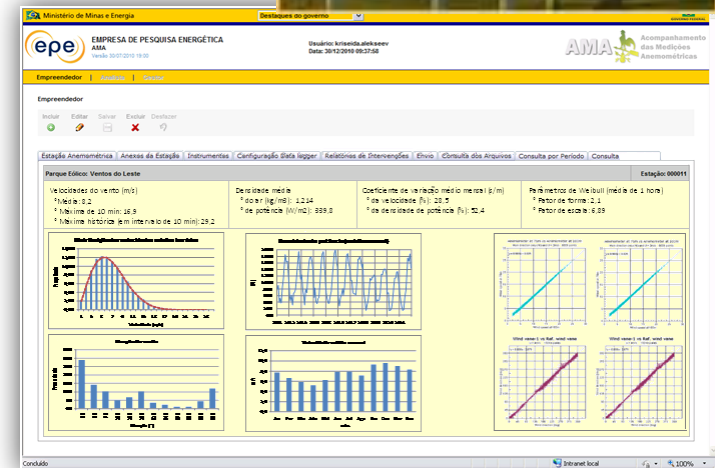
- Aplicativo computacional, desenvolvido pela EPE para registro das medições anemométricas e climatológicas a serem informadas pelos parques eólicos, com padrões de qualidade e rastreabilidade preconizados pelas Normas Técnicas internacionais
- Utiliza plataforma de software Microsoft®, permitindo acesso por meio de qualquer computador conectado à Internet e que disponha de navegador compatível com o Internet Explorer
- As medições constituirão base de dados permanente e referencial para estudos sobre energia eólica aplicáveis ao planejamento da expansão e da operação

Informações públicas:

- Velocidade do vento (m/s)
- Densidade média do Ar (kg/m^3)
- de Potência (W/m^2)
- Coeficiente de variação médio mensal (σ/μ) da velocidade (%)
- da densidade de potência (%)
- Parâmetros de Weibull (média 1h)
- fator de forma
- fator de escala (m/s)
- Distribuição das velocidades médias horárias e da direção dos ventos
- Velocidade horária mensal
- Coeficiente de correlação de velocidades médias entre parques

Apenas para os proprietários dos parques:

- Dispersão anemômetro x anemômetro
- Wind Vane superior x Wind Vane inferior

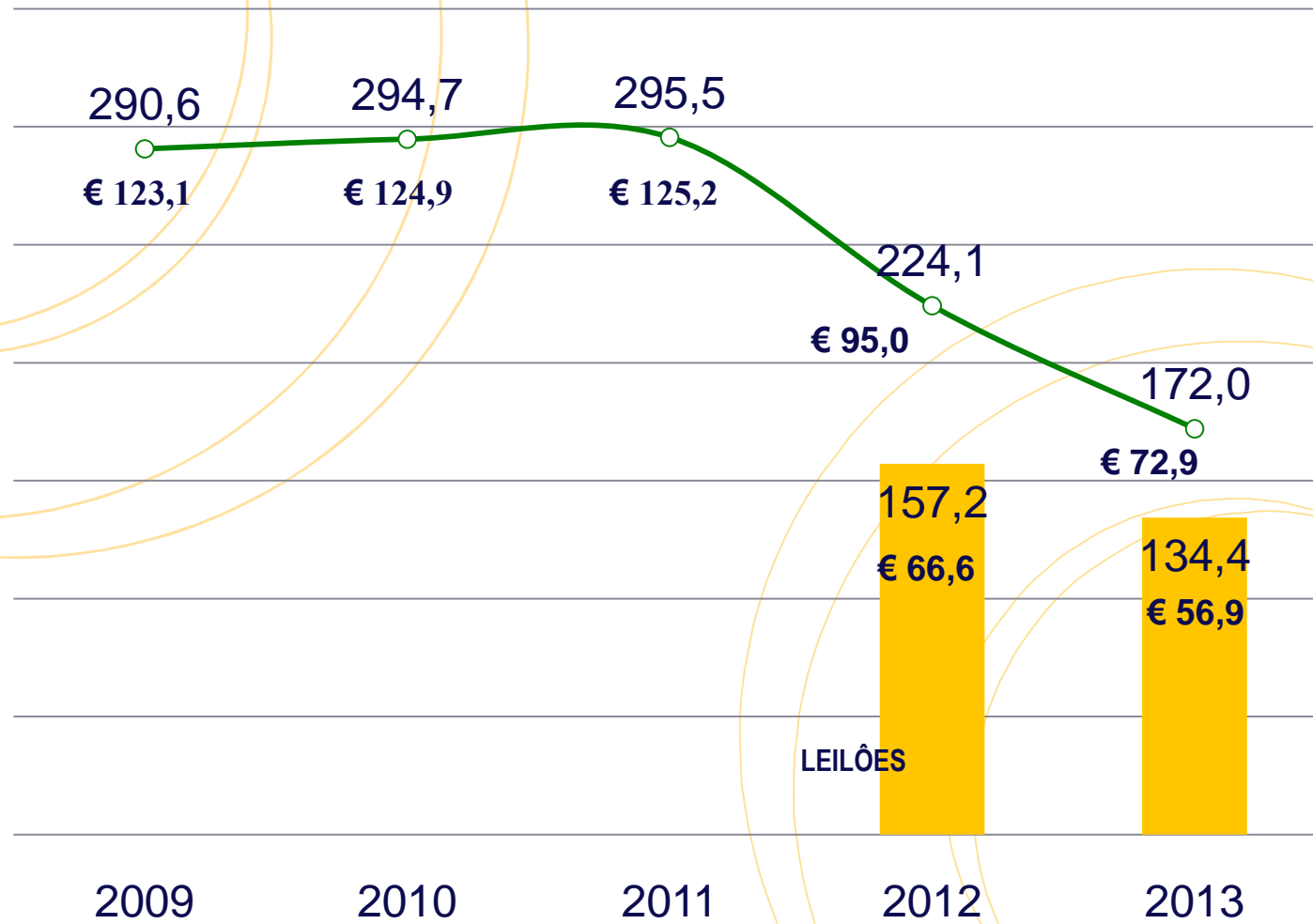




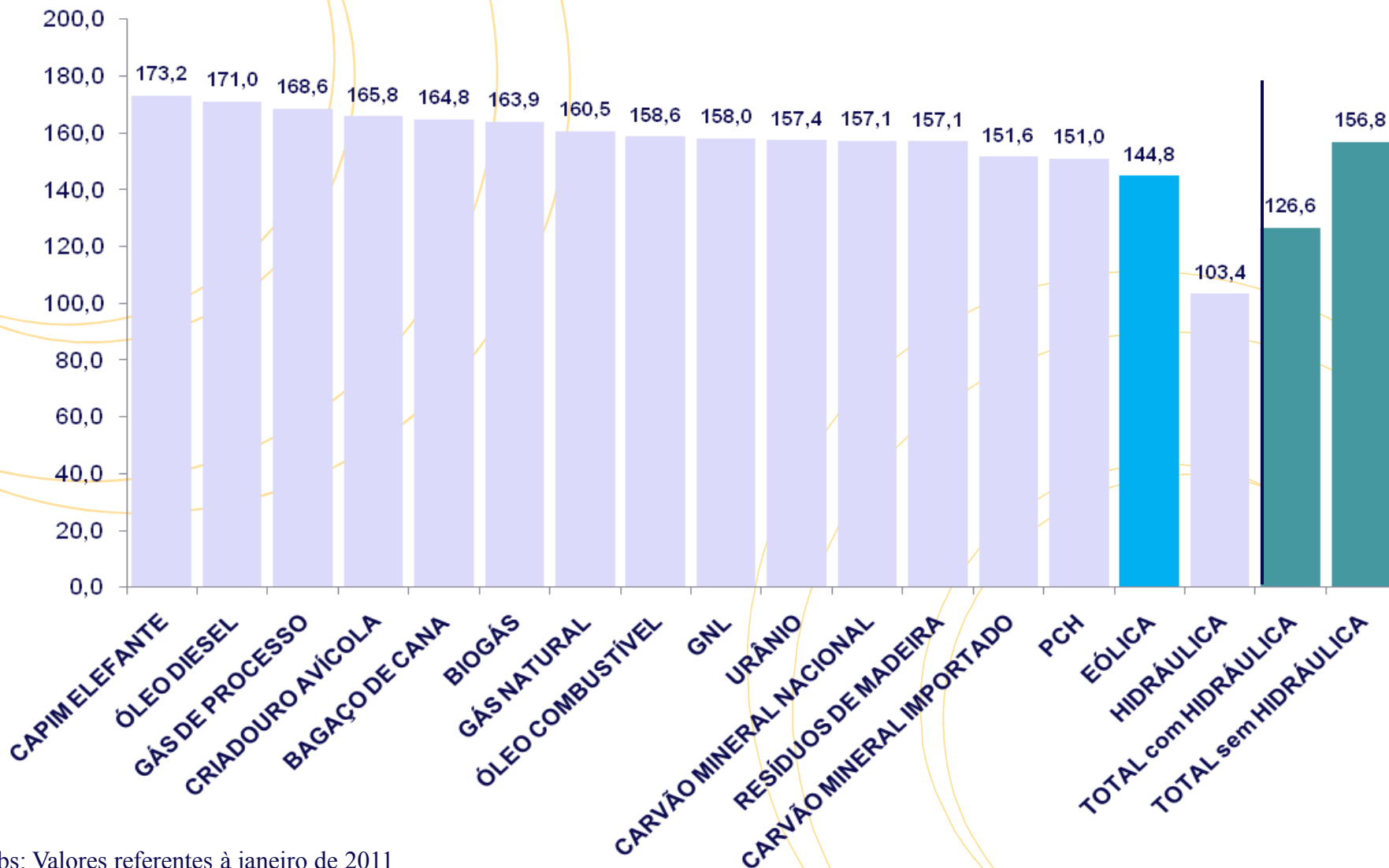
5

Conclusão

Preço médio da energia eólica (R\$/MWh)



Preço da energia nos leilões de expansão da oferta



Obs: Valores referentes à janeiro de 2011

Muito obrigado!



EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE

<http://www.epe.gov.br>

Av. Rio Branco, 1 – 11º andar
20090-003 Rio de Janeiro RJ
Tel.: + 55 (21) 3512 - 3100
Fax: + 55 (21) 3512 - 3199

