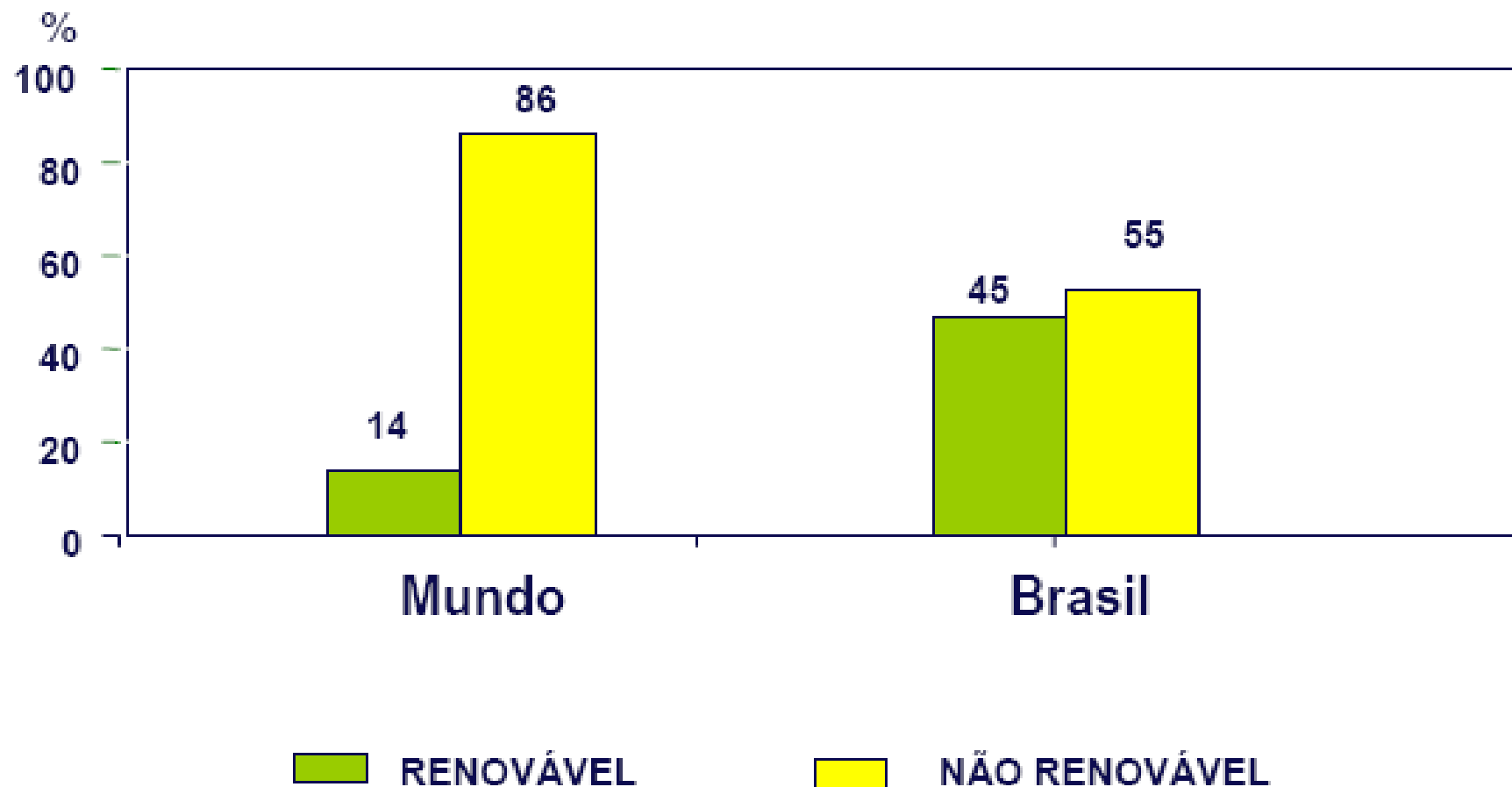


*Desafios para a energia eólica  
e outras fontes alternativas*

*Deputado Federal Paulo Teixeira*

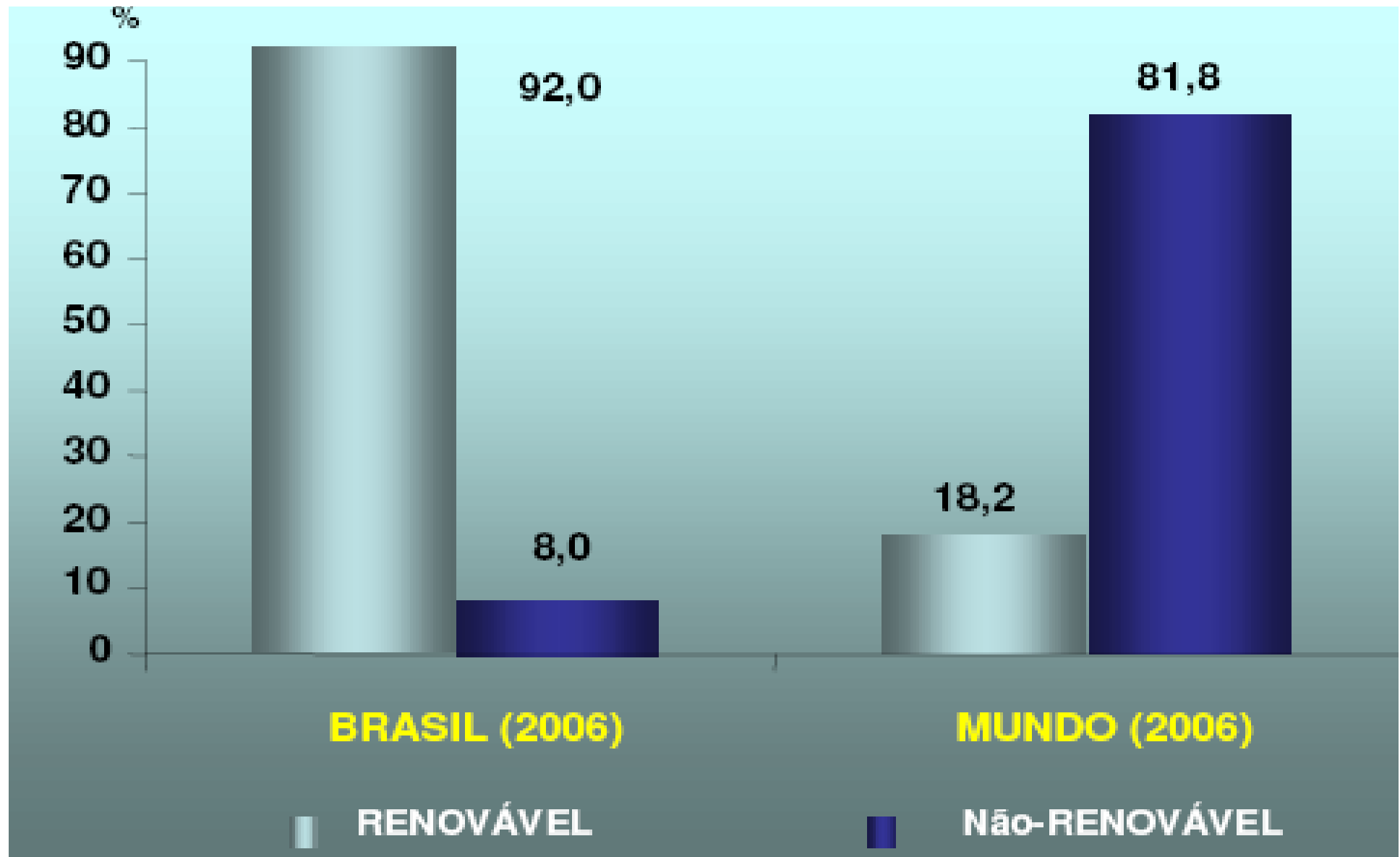
A photograph of a wind turbine against a sunset sky. The turbine is a three-bladed model, positioned in the lower right quadrant of the frame. The sky transitions from a pale yellow at the top to a deep orange and red near the horizon. The ground is dark and silhouetted against the bright sky.

# Energias renováveis no Brasil e no mundo



Fonte: Coordenação-Geral de Fontes Alternativas do Ministério de Minas e Energia. Brasília, 2008.

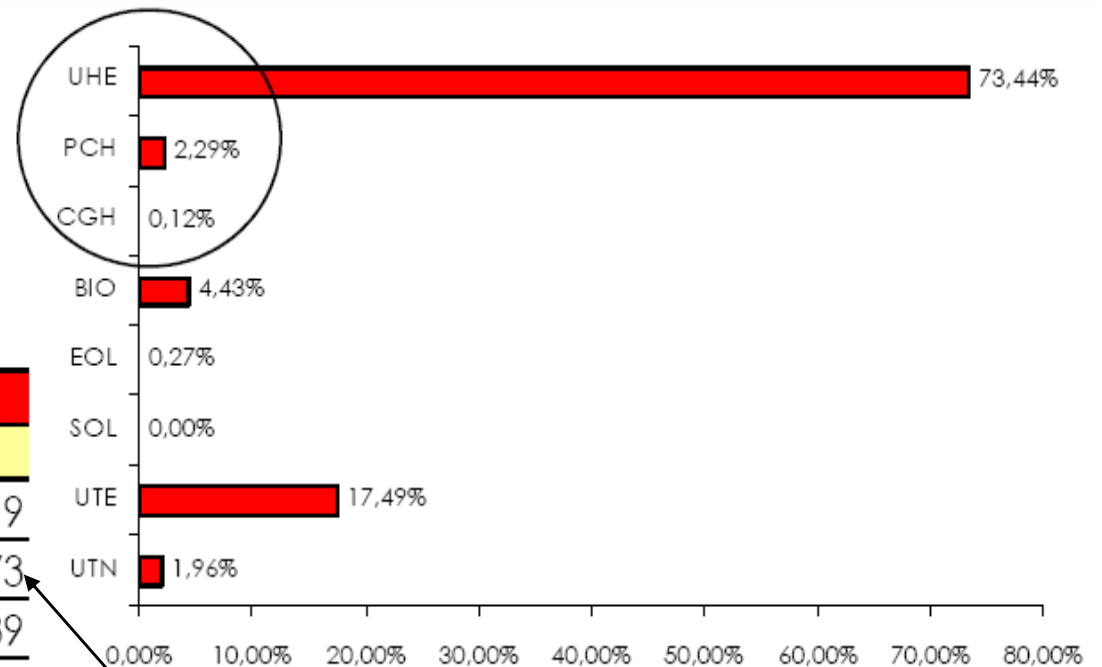
# Matriz elétrica



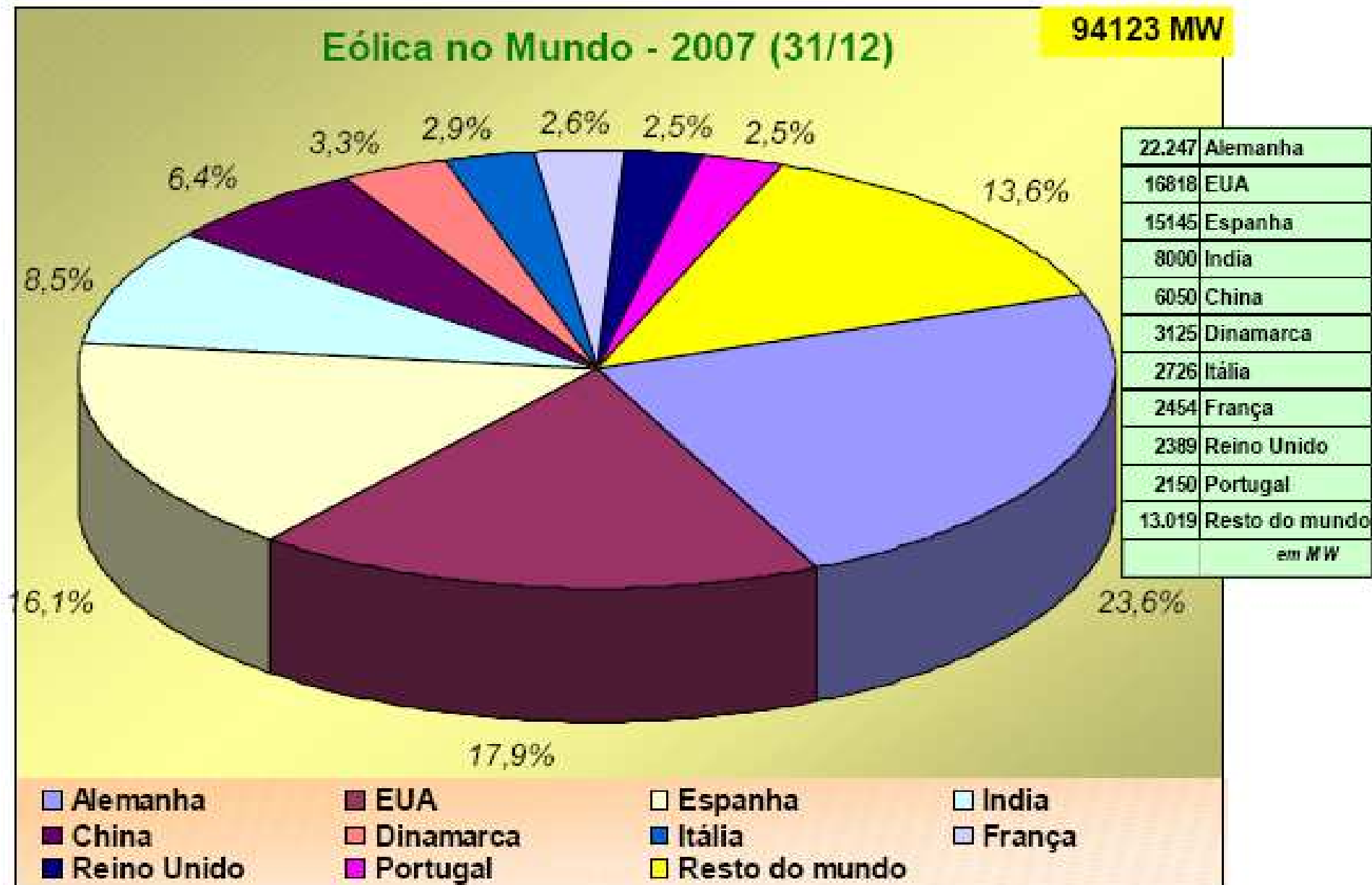
# Matriz elétrica brasileira

≈ 76% fonte hídrica

EMPREENDIMENTOS EM OPERAÇÃO		
Tipo	Nº Usinas	Potência (MW)
CGH	227	119
EOL	17	273
PCH	320	2.339
BIO	300	4.531
SOL	1	0
UHE	159	75.067
UTE	739	17.882
UTN	2	2.007
<b>Total</b>	<b>1.765</b>	<b>102.218</b>



**Eólica**



Fonte: LISBOA, Alexandre Heringer. Cemig Distribuição S.A. Belo Horizonte, 2008.

# Potencial brasileiro de fontes alternativas

## SOLAR

Potencial de aplicação\* : 100 MWp

PRODEEM: 5.8 MWp

\* em projetos de pré-eletrificação

## EÓLICO

Potencial indicativo : 143.000 MW

Potencial real: 30.000 MW \*

Autorizado: 5.848 MW

## PCH

Inventariado : 9.794 MW

Estudo : 2.431 MW

Autorizado: 5.948 MW

## BIOMASSA

Potencial técnico sucro-alcooleiro : 8.000 MW

Arroz e papel celulose : 1300 MW

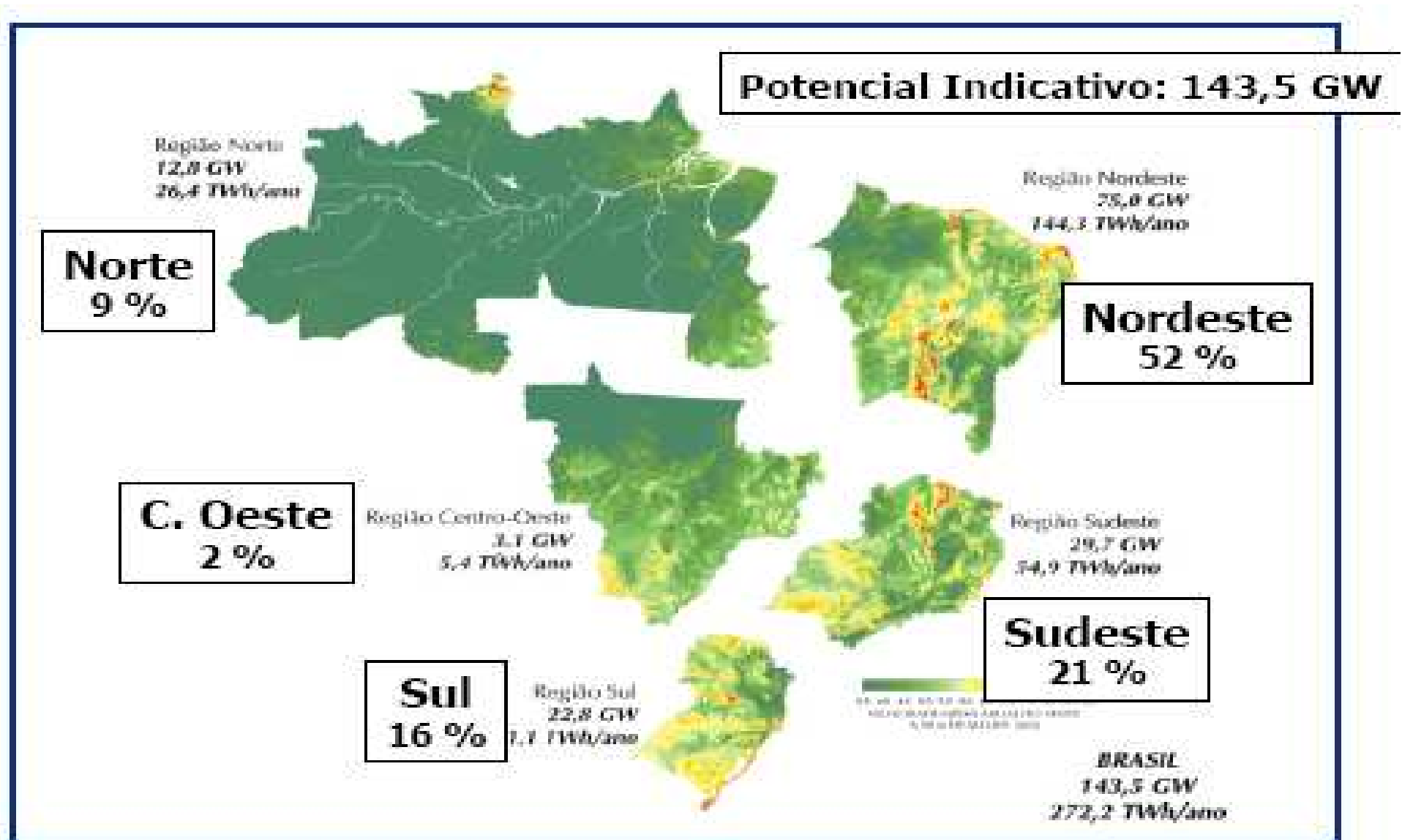
Autorizado: 1.710 MW

\* desconsideradas áreas urbanizadas e de proteção ambiental

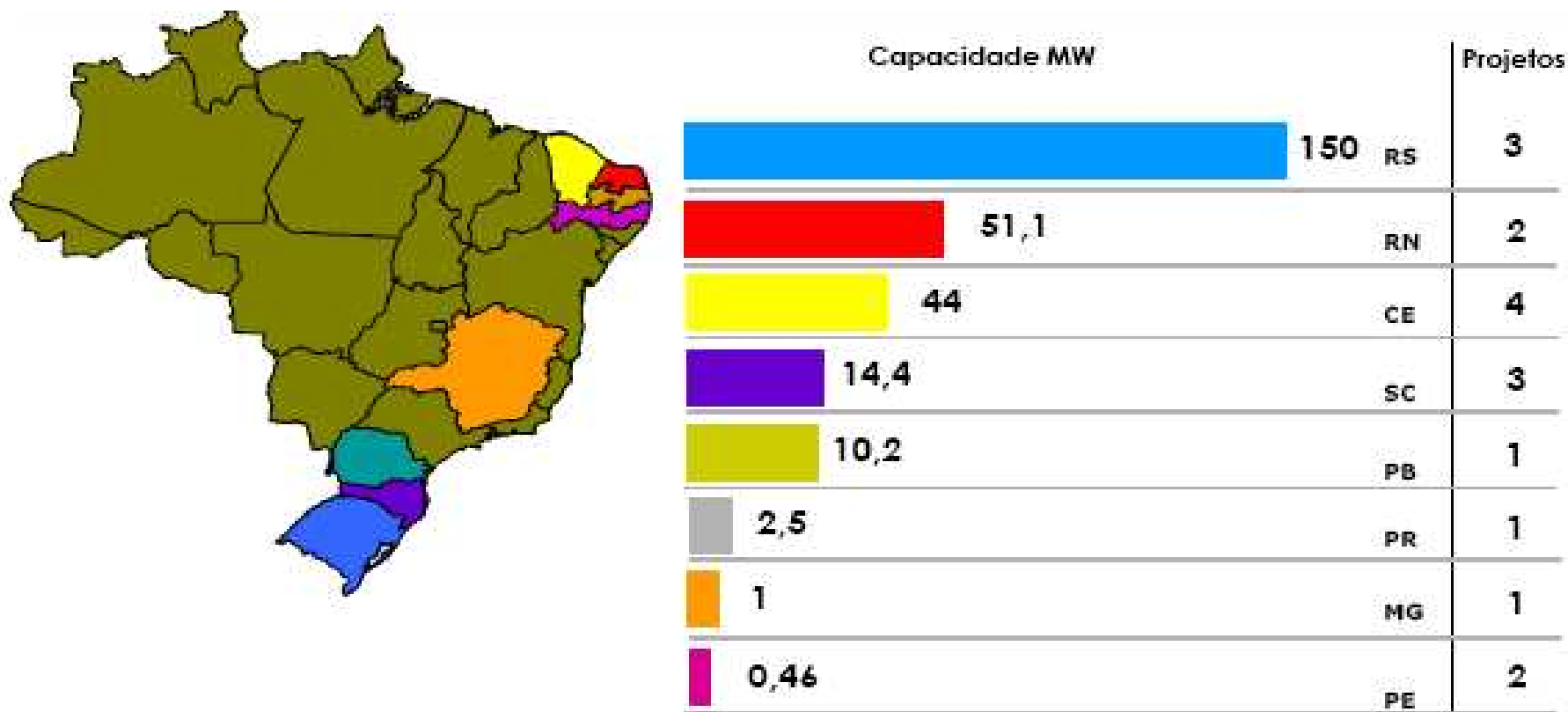
Dez/2005

Fonte: Coordenação-Geral de Fontes Alternativas do Ministério de Minas e Energia. Brasília, 2008.

# Potencial brasileiro de energia eólica

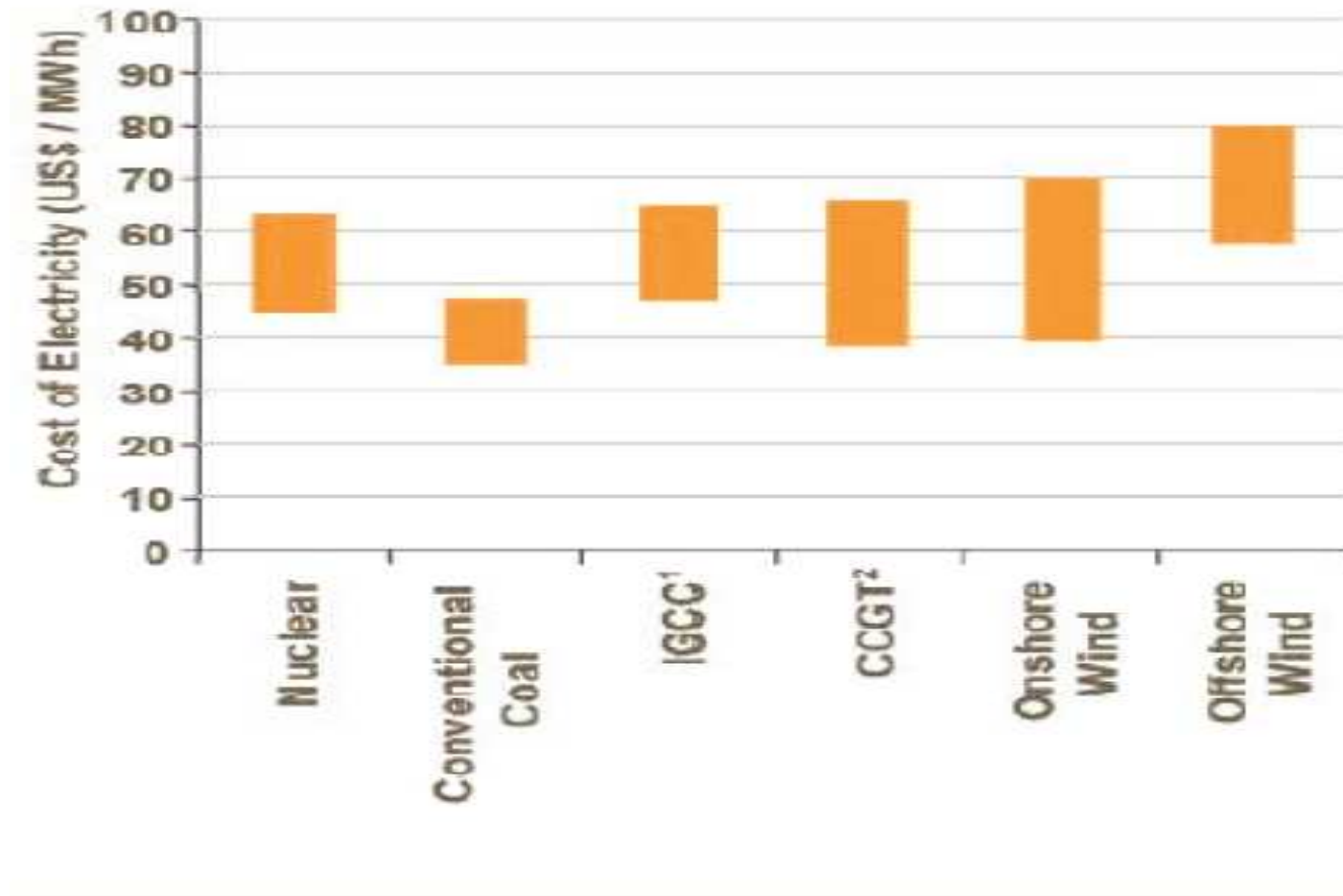


# 273 MW é a atual capacidade instalada de energia eólica



Fonte: SOUZA, Hugo. **Perspectivas, implantação, investimentos e desafios para geração de energia limpa no Brasil** Experiências da Petrobras no caminho do pré-sal. Energias do Brasil, novembro/2008.

# Custos de geração de energia elétrica



(1) Integrated Gasification Combined Cycle

(2) Combined Cycle Gas Turbine

Fonte: LISBOA, Alexandre Heringer. Cemig Distribuição S.A. Belo Horizonte, 2008.

# Mecanismos de incentivos para fontes alternativas de energia

Os principais instrumentos de políticas públicas são:

- *tender system* (sistema de leilões);
- *feed-in tariffs* (sistema de aquisição compulsória);
- *quota system* (sistema de quotas), que normalmente opera junto com os certificados verdes.

# *Feed-in Tariffs*

- O mecanismo *feed-in tariffs* obriga, por lei, todas as concessionárias a comprar, de um produtor independente de energia renovável, a energia produzida. Essa compra é garantida por contrato de longo prazo, a fim de dar segurança ao investidor, sendo os custos repassados a todos os consumidores.
- Devem ser fixados os limites de preço e quantidade de energia alternativa a ser adquirida, de acordo com o número de empregos a serem criados, as metas de redução de emissão de gases de efeito estufa, a disposição da sociedade em arcar com o ônus, entre outros.
- Cerca de 40 países utilizam esse mecanismo. Entre esses países, destacam-se Alemanha, Estados Unidos, Itália, Espanha, **Brasil (Proinfa)**, Dinamarca, Índia e Portugal.

# Incentivos à energia eólica no mundo

- Os países que hoje lideram o desenvolvimento e o uso da energia eólica no mundo implementaram programas de incentivos.
- Na Alemanha a Lei de Incentivos à Alternativas permite um subsídio de até R\$0,23/kWh.
- Nos EUA, os dois principais programas federais são o *Production Tax Credit*, que oferece um crédito de US\$0,21/kWh gerado por energia eólica, e o *Renewables Portfolio Standards* que determina que as concessionárias comprem uma certa quantidade de energia de fonte alternativa (*feed-in*).
- A Inglaterra e País de Gales utilizam um mecanismo de cotas (*feed-in*) chamado *Renewables Obligation* (até 2015, 15,4% da eletricidade será gerada a partir de fontes renováveis).

# Proinfa

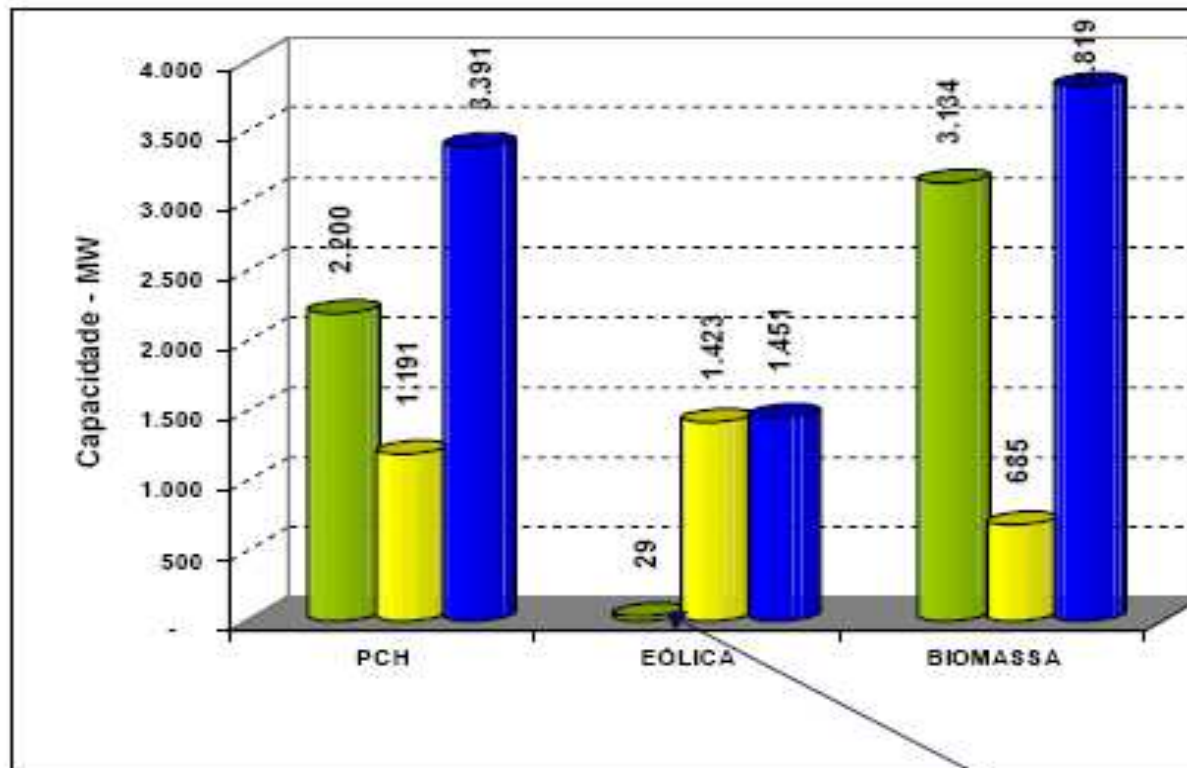
O grande marco legal para as fontes alternativas e renováveis no Brasil foi a aprovação, em 2002, da Lei nº 10.438, que criou o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - Proinfa.

O Proinfa prevê duas fases distintas:

I - contratação de 3.300 MW divididos entre energia eólica, PCH e biomassa;

II - 15% de fontes alternativas no crescimento anual do consumo de eletricidade, de forma que, em 20 anos, essas fontes representem 10% no consumo total.

# Fontes contempladas pelo Proinfa I



- Potência Instalada até Março/2005
- Potência acrescentada pelo PROINFA
- Capacidade Estimada para 2009

29 MW  
EXISTENTES

Fonte: Coordenação-Geral de Fontes Alternativas do Ministério de Minas e Energia. Brasília, 2008.

# Centrais Geradoras Eólicas - Contratadas pelo Proinfa



Fonte: Coordenação-Geral de Fontes Alternativas do Ministério de Minas e Energia. Brasília, 2008.

# Situação em junho de 2008

## Empreendimentos selecionados

<i>Fonte</i>	<i>nº de emp.</i>	<i>Pot. Total</i>
Biomassa	27	700,90 MW
Eólica	54	1.422,96 MW
PCH	63	1.191,40 MW
<b>Total</b>	<b>144</b>	<b>3.315,26 MW</b>

## Empreendimentos com obras em andamento

<i>Fonte</i>	<i>nº de emp.</i>	<i>Pot. Total</i>
Biomassa	1	10,00 MW
Eólica	16	149,03 MW
PCH	37	693,60 MW
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>852,63 MW</b>

## Empreendimentos que entraram em operação

<i>Fonte</i>	<i>nº de emp.</i>	<i>Pot. Total</i>
Biomassa	19	550,90 MW
Eólica	6	218,50 MW
PCH	22	445,80 MW
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>1.215,20 MW</b>

## Proinfa I: valor de venda para a Eletrobrás

	EÓLICA		PCH	BIOMASSA	
				Bagaço	madeira
Fator de disponibilidade média anual (%)	97		95	97	85
Fator de capacidade bruto (%)	34	44	64	52,1	100
Período de análise de fluxo de caixa operacional (anos)	20		20	20	20
Período de construção (meses)	10		24	18	12
Diferimento de despesas pré-operacionais (anos)	5		5	5	5
Impostos: Hipótese tributária (lucro real - LR / lucro presumido - LP)	LP		LP	LP	LP
VETEF ref.: mar/04 (R\$/MWh) - Portaria nº 45-30/03/04	204,35	180,18	117,02	93,77	101,35
VETEF ref.: dez/05 (R\$/MWh)	228,9	201,83	131,08	105,04	113,53
VETEF ref.: dez/06 (R\$/MWh)	236,9	208,88	135,66	108,71	117,496
VETEF ref.: dez/07 (R\$/MWh)	249,92	220,36	143,11	114,68	123,95

Fonte: Coordenação-Geral de Fontes Alternativas do Ministério de Minas e Energia. Brasília, 2008.

# Leilões

Evento	Fonte	Preço teto (R\$/MWh)	Preço médio de venda (R\$/MWh)	Energia negociada (MW médios)
1º Leilão de energia nova	Hidro	116	106,95 a 114,83	1.008
	Termo	ICB*	132,26 a 121,81	2.276
2º Leilão de energia nova	Hidro	125	126,8	1.028
	Termo	140	132,4	654
3º Leilão de energia nova	Hidro	125	120,86	569
	Termo	140	137,44	535
1º Leilão de fontes alternativas	PCHs	135	134,99	46
	Biomassa	140	138,85	140
4º Leilão de energia nova	Hidro	124	-	-
	Termo (óleo combustível)	140	134,67	1.304

# 1º Leilão de fontes alternativas

## 18/06/2007

Fonte	Potência	Energia	Preço
Biomassa (bagaço de cana-de-açúcar)	511,9 MW	115 MW médios	R\$ 138,85 /MWh
Biomassa (criadouros avícolas)	30 MW	25 MW médios	
PCH	96,74 MW	46 MW médios	R\$ 134,99 /MWh
<b>Total Geral</b>	<b>638,64 MW</b>	<b>186 MW médios</b>	<b>R\$ 137,32 /MWh</b>

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro, 2007.

## Leilão A-3 de 2008 - Resultados

Realizado em 17/09/2008

Termelétrica	Combustível	UF	Tensão (kV)	Pot. (MW)	GARANTIA FÍSICA (MWmed)	ICB (R\$/MWh)
Jose de Alencar	GNL	CE	230	300	173,3	131,44
Linhares	GNL	ES	138	204	98,7	130,00
MC2 Camacari 1	Oleo Combustivel Bi	BA	230	176	105,7	125,85
MC2 Catu	Oleo Combustivel Bi	BA	230	176	105,7	126,85
MC2 Dias Davila 1	Oleo Combustivel Bi	BA	230	176	105,7	126,35
MC2 Dias Davila 2	Oleo Combustivel Bi	BA	230	176	105,7	125,35
MC2 Senhor do Bonf	Oleo Combustivel Bi	BA	230	176	105,7	127,84
MC2 Feira de Santar	Oleo Combustivel Bi	BA	230	176	105,2	127,85
Pernambuco IV	Oleo Combustivel Bi	PE	230	201	105,7	130,97
Santa Rita de Cassia	Oleo Combustivel Bi	PB	230	175	97,8	129,79
				Total	1935	1109

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro, 2008.

# Índice Custo/Benefício (ICB)

---

$$\text{ICB (R\$/MWh)} = (\text{RF} + \text{COP} + \text{CEC}) \text{ (R\$/ano)} / \text{EF (MWh/ano)}$$

Oferta do  
investidor  
no leilão

Custo de operação (COP)

Compra e venda no CCEE (CEC) e lastro

Calculados pelo MME/EPE antes do leilão,  
a partir de informações do investidor

*O ICB real das térmicas em 2008 foi em média R\$215/MWh e não os R\$138,59/MWh anunciados. Isso foi devido ao maior despacho das mesmas (COP).*

Fonte: LISBOA, Alexandre Heringer. Cemig Distribuição S.A. Belo Horizonte, 2008.

## Exemplos de empreendimentos vencedores nos leilões de energia nova

Óleo Combustível	Estimativa utilizando o Plano Decenal: Leilões (R\$/MWh)			Momento Atual (R\$/MWh)		Aumento (F) = (D) / (A)
Empreendimento	COP + CEC (A)	RF (B)	ICB (C) = (A)+(B)	COP + CEC (D)	ICB (E) = (B) + (D)	
Petrolina	72	62	134	123	185	70%
Camaçari Muricy I	73	62	134	121	182	66%
Camaçari Polo de Apoio I	73	61	134	121	182	66%
Itapebi	71	63	134	108	171	53%
Maracanaú I	70	63	133	107	170	52%
Monte Pascoal	71	62	133	108	170	52%
Nova Olinda	71	65	136	104	169	46%

Óleo Diesel	Estimativa utilizando o Plano Decenal: Leilões (R\$/MWh)			Momento Atual (R\$/MWh)		Aumento (F) = (E) / (C)
Empreendimento	COP + CEC (A)	RF (B)	ICB (C) = (A)+(B)	COP + CEC (D)	ICB (E) = (B) + (D)	
Daia	97	41	138	131	172	36%
Pecem	99	39	139	125	164	25%
Goiânia II	94	45	139	134	179	42%
Potiguar	73	62	134	128	190	77%
Potiguar III	72	62	134	128	190	78%
Pau Ferro I	72	62	134	128	191	78%
Termomanaus	72	62	134	128	191	78%

Fonte: SOUZA, Hugo. **Perspectivas, implantação, investimentos e desafios para geração de energia limpa no Brasil** Experiências da Petrobras no caminho do pré-sal. Energias do Brasil, novembro/2008.

# Análise dos leilões

- ⇒ Nos leilões de energia nova negociou-se grande quantidade de termelétrica a combustível fóssil.
- ⇒ Não se deve começar uma escalada pela termelétrica "suja", antes de se considerar todo o potencial brasileiro de fontes alternativas.
- ⇒ A biomassa da cana e a energia eólica são fontes sazonais, mas que atuam em complementariedade com o parque hidrelétrico gerador, estando aí seu grande diferencial.
- ⇒ Apesar das dificuldades do Proinfa I, nunca se contratou tantas fontes alternativas em um prazo tão curto.

# Análise dos leilões

- ⇒ O atual Proinfa II não deve ser exitoso por não existir garantia de compra e por basear-se em mecanismos de leilão.
- ⇒ Em junho de 2007, foi realizado o 1º Leilão de Fontes Alternativas de Energia. A capacidade de 638 MW negociada nesse Leilão pode ser considerada muito pequena.
- ⇒ A biomassa foi responsável por 542 MW. Esse valor foi muito abaixo do esperado.
- ⇒ A fonte eólica não contou com nenhum projeto.

# Projetos de Lei

⇒ Projeto de Lei nº 1.421, de 2007, que elimina, por dez anos, a necessidade da nacionalização dos equipamentos e serviços referentes à produção de energia eólica.

⇒ Autor: Dep. Rogério Lisboa - DEM (RJ)

⇒ Segundo o autor da proposta, é mais importante e urgente incentivar o crescimento da geração eólica do que proteger um mercado que é ainda incipiente para a indústria nacional. Especialistas indicam que uma janela de 10 anos de abertura de mercado seria suficiente para impulsionar os principais projetos de geração de energia eólica no país.

⇒ Situação: aprovado pela Comissão de Desenvolvimento Econômico, Indústria e Comércio e rejeitado pela Comissão de Minas e Energia, aguarda votação em plenário.

# LEI GERAL DE FONTES ALTERNATIVAS

⇒ Projeto de Lei (PL) nº 1.563, de 2007, que dispõe sobre fontes renováveis de energia.

⇒ Autor: Dep. Paulo Teixeira - PT (SP)

⇒ Objetivo: promover a universalização, a geração distribuída e a racionalização energética.

⇒ Situação: apensado ao PL 7.692, de 2006, de autoria do Deputado Mauro Passos.

⇒ Foi criada Comissão Especial.

## **PL nº 1.563**

⇒ alterar a Lei nº 10.438 para modificar o Proinfa.

⇒ incentivar não apenas as fontes alternativas previstas pelo Proinfa (pequenas centrais hidrelétricas, biomassa e eólica).

⇒ incentivar todas as outras fontes alternativas e renováveis de energia, tais como micropotenciais hidráulicos, ondas, marés, solar e geotérmica.

⇒ aumentar a participação de fontes alternativas na matriz energética nacional.

# Alterações propostas no Proinfa pelo PL nº 1.563

**II - na segunda etapa do programa:**

**• *passa de 10% para 15% o percentual do consumo de energia gerada por fontes alternativas até o ano de 2020.***

**III - na terceira etapa do programa:**

**• *os contratos serão celebrados pela Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRÁS até 30 de dezembro de 2009, para a implantação de 6.600 (seis mil e seiscentos) MW de capacidade.***

**• *início de funcionamento previsto para até 30 de dezembro de 2013, assegurando a compra da energia a ser produzida no prazo de 20 anos.***

**• *a contratação não necessitará ser distribuída igualmente.***

# **Alterações propostas no Proinfa pelo PL nº 1.563**

**⇒ piso de 80% da tarifa média nacional de fornecimento ao consumidor final.**

**•o valor pago pela energia elétrica adquirida na forma deste inciso III, os custos administrativos, financeiros e encargos tributários incorridos pela ELETROBRÁS na contratação, serão rateados, após prévia exclusão da Subclasse Residencial Baixa Renda cujo consumo seja igual ou inferior a 80kWh/mês, entre todas as classes de consumidores finais.**

**•a contratação será por Chamada Pública**

**⇒ um grau de nacionalização dos equipamentos e serviços de, no mínimo, 60%, na primeira etapa, 90% na segunda etapa e na terceira etapa.**

## PL nº 4.550

⇒ Projeto de Lei nº 4.550, de 2008, que garante a compra da totalidade de energia elétrica produzida por agentes geradores a partir de fontes incentivadas, que representarem excedentes sobre suas necessidades de consumo próprio.

⇒ Autor: Dep. Edson Duarte - PV (BA)

⇒ Objetivo: promover o uso de energia de tecnologia limpa e garantir sua inserção no mercado regulado pelo mecanismo de *feed-in tariffs*.

⇒ Situação: aguardando despacho da Mesa da Câmara dos Deputados.

# Conclusões

⇒ Os leilões de energia nova apresentam uma tendência de aumento do uso de combustíveis fósseis para garantir o fornecimento de energia a curto prazo.

⇒ Segundo o Ex-Diretor-Geral da Aneel, o acionamento das térmicas a óleo custou R\$1,7 bilhão ao consumidor brasileiro de energia elétrica em 2008.

⇒ A matriz elétrica brasileira continua muito dependente de um hidrologia favorável.

⇒ O grande potencial da energia eólica e da biomassa não está sendo devidamente aproveitado.

⇒ O grande marco legal das fontes alternativas ocorreu com a aprovação Lei nº 10.438, de 2002, que criou o Proinfa.

⇒ O Brasil ainda carece de um novo marco legal que garanta a continuidade da expansão das fontes alternativas. Essa carência traz grande insegurança aos agentes do setor.

⇒ O PL 1.563 é uma importante proposta para esse novo marco legal.

⇒ O objetivo do Proinfa de atrair novas fábricas de equipamentos para geração eólica não se concretizou, devido aos critérios pouco objetivos do Proinfa II.

⇒ O Brasil conta com apenas um fabricante de turbina eólica.

⇒ O atraso ocorrido no âmbito do Proinfa I foi mais relacionado à necessidade de muitos equipamentos em um curto espaço de tempo e a dificuldade de obtenção de financiamento por causa das garantias exigidas pelo BNDES.

⇒ O Proinfa I assemelha-se ao *feed-in tariffs*. No entanto, para o Proinfa II, utiliza-se o sistema de leilão.

⇒ Um dos principais fatores de insegurança nesse sistema é a incerteza na regularidade dos leilões, o que dificulta a criação de uma indústria de componentes e equipamentos.

⇒ O sistema tem apresentado problemas e não tem se mostrado um instrumento eficaz para fontes alternativas.

⇒ O *feed-in* mostrou ser o instrumento mais eficaz. Ele garante a expansão das fontes alternativas a custos razoáveis para o consumidor, garante o desenvolvimento de diferentes tecnologias e a segurança do investimento a médio e longo prazos.

⇒ O valor a ser estabelecido como *premium price* é crucial e deve ser bem ajustado para garantir o desenvolvimento das fontes alternativas sem causar distorções.

⇒ O *quota system* com certificados verdes ainda é um instrumento relativamente novo. Atualmente, os custos administrativos e operacionais são altos.