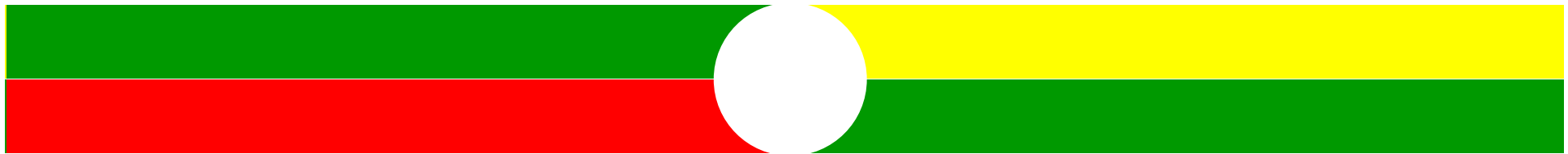


SEMINÁRIO

PORTUGAL – BRASIL

BRASIL – PORTUGAL



BRASIL – PORTUGAL

PORTUGAL – BRASIL

SEMINÁRIO

TEMA

**PLANEJAMENTO**

Guimarães, Portugal  
Fevereiro de 2012

PORTUGAL – BRASIL SEMINÁRIO BRASIL - PORTUGAL

# PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

*Foco na “renovabilidade” da matriz*



**Amilcar Guerreiro**

*Diretor de Estudos de Economia da Energia e do Meio Ambiente*



Guimarães, Portugal  
Fevereiro de 2012



## Expansão do Setor Elétrico Brasileiro

*Foco na “renovabilidade” da matriz*

### AGENDA

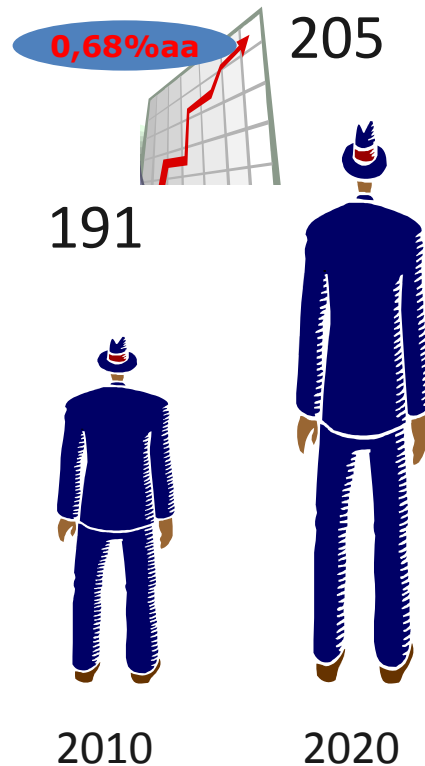
- 1 Contexto socioeconômico e projeção da demanda de energia
- 2 Estratégia para expansão da oferta
- 3 Expansão da oferta em andamento:  
*Os leilões da expansão da geração*
- 4 Expansão planejada da oferta
- 5 Resumo e conclusões



# 1

## Contexto socioeconômico e projeção da demanda de energia

# Crescimento demográfico

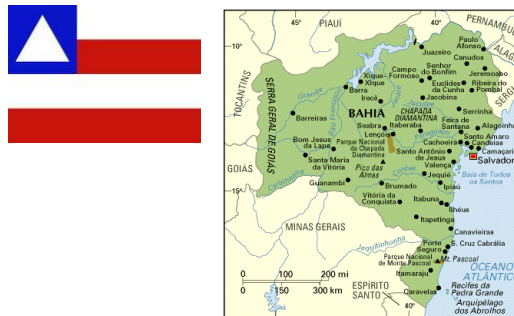


$\Delta = 14$  milhões de pessoas

- *equivalente a 1,4 vezes a população atual da Bélgica*



- *equivalente à população atual da Bahia*

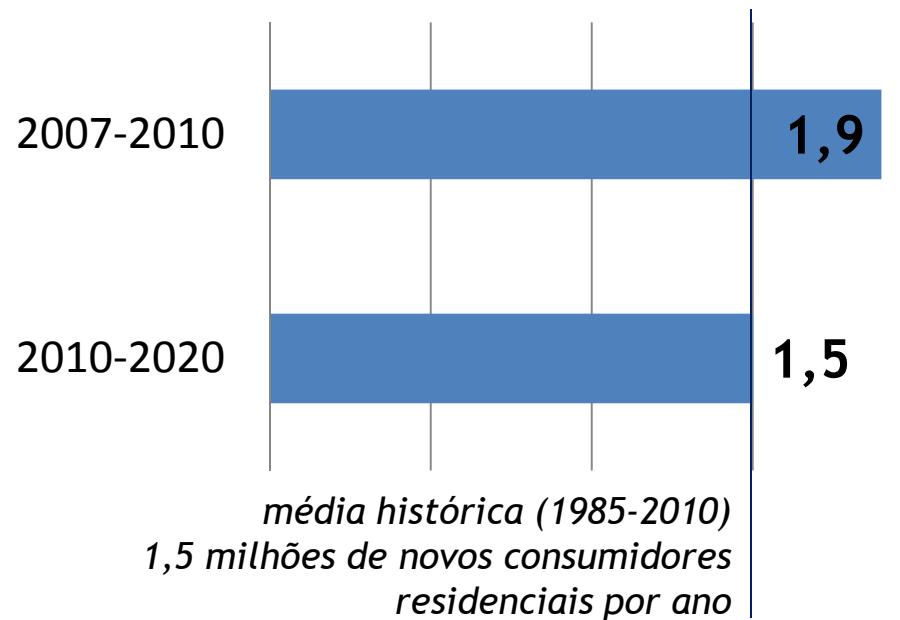


$\Delta = 15$  milhões de domicílios

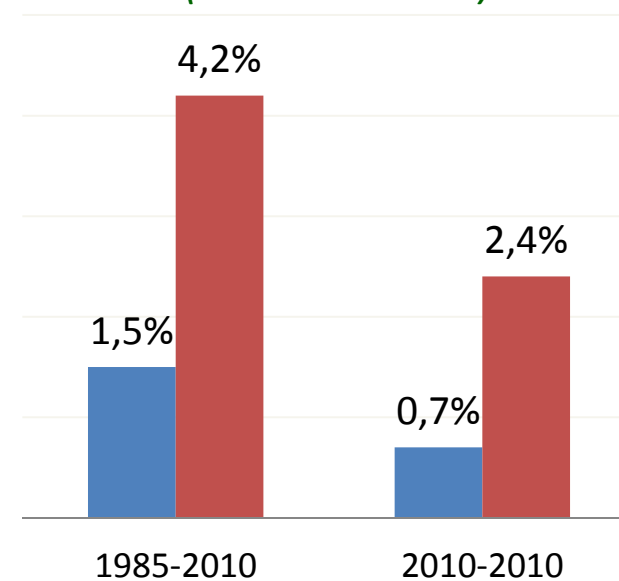
## Número de consumidores residenciais



### Novas ligações por ano (milhões)



### Taxas de crescimento (médias anuais)



■ população  
■ nº consumidores

- ☐ Universalização do serviço
- ☐ Menor crescimento da população
- ☐ Demanda acompanha crescimento demográfico de uma geração atrás
- ☐ Redução do número de habitantes por domicílio

Fonte: EPE, PDE 2020

Alguns **indicadores sociodemográficos** brasileiros: o país mudou muito...

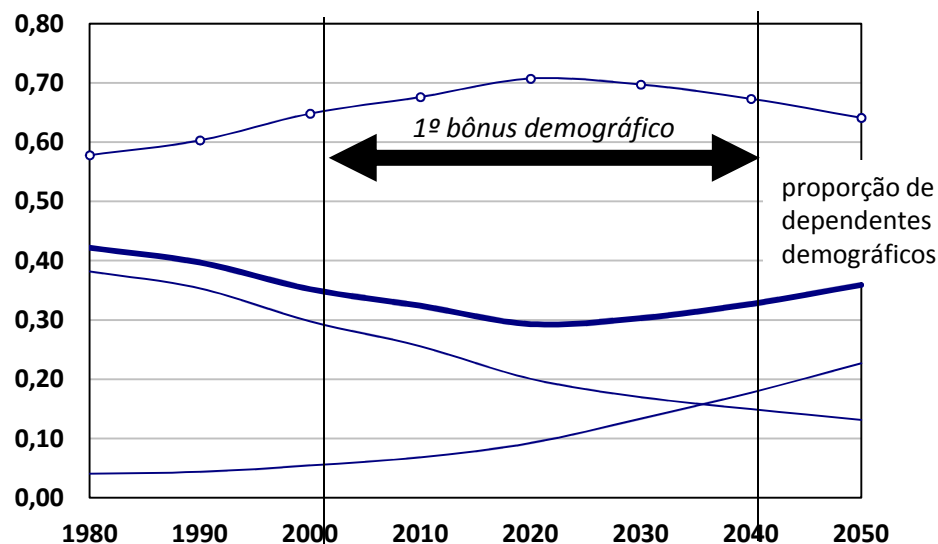
Indicadores	1950-80	2000-30
Mortalidade infantil (por mil)	100	25
Esperança de vida ao nascer (ambos os sexos)	57 anos	72 anos
Taxa de fecundidade total (filhos por mulher)	5,5	1,9
Crescimento demográfico	2,8% ao ano	0,8% ao ano
População entre 15 e 64 anos	54%	68%
Idade mediana da população	19 anos	31 anos
Índice de dependência demográfica	82	48
Grau de urbanização	50%	87%
Taxa de alfabetização (ambos os sexos)	58%	92%
Atividade feminina	19%	44%
Anos de estudo da mulher (média)	2,1	8,5

Fontes: Alves, José Eustáquio (apresentação em power-point, maio de 2008);

ONU (<http://esa.un.org/unpp>) e IBGE (<http://www.ibge.gov.br>)

# Bônus demográfico

## Brasil



Fonte: Elaboração Própria

## Experiência Asiática

Região	Taxa de crescimento (% a.a.)		Contribuição estimada do bônus demográfico (%a.a)	
	PIB per capita	PEA	Máx	Mín
Ásia	3,33	2,76	1,64	0,73
Leste Asiático	6,11	2,39	1,87	1,37
Sudeste Asiático	3,8	2,90	1,81	0,91
Sul Asiático	1,71	2,51	1,34	0,41

Fonte: Mason, 2005.

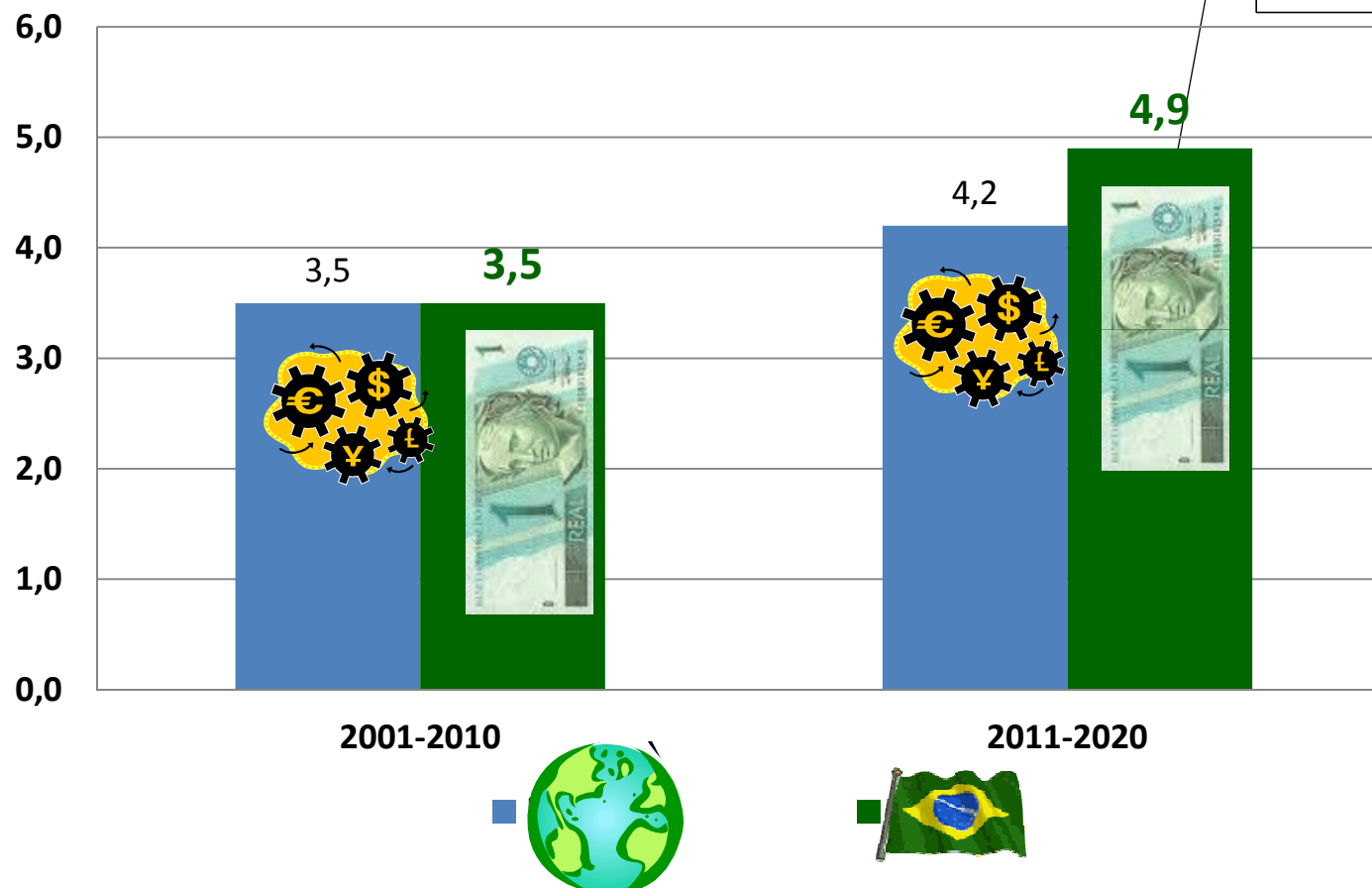
- Notas:
- (1) Bônus demográfico: *é o período em que a estrutura etária da população atua no sentido de facilitar o crescimento econômico. Isso ocorre quando há um grande contingente da população em idade produtiva e um menor percentual de crianças e idosos no total da população.*
  - (2) Leste Asiático: *China, Hong Kong, Macau, Coreia do Norte, Coreia do Sul;*
  - (3) Sudeste Asiático: *Brunei, Camboja, Timor Leste, Indonésia, Laos, Malásia, Mianmar, Filipinas, Cingapura, Tailândia, Vietnã;*
  - (4) Sul asiático: *Bangladesh, Butão, Índia, Ilhas Maldivas, Nepal, Paquistão, Sri Lanka.*



# Crescimento econômico

*Dinâmica de crescimento superior à média mundial*

*Investment grade*  
Estabilidade econômica e política  
Pré-sal  
Projetos de infraestrutura  
Bônus demográfico



## Brasil. Projeção do consumo de eletricidade na rede

Consumo por classe (TWh)



Categoria do consumidor	2010	2015	2020	2010-2020 (% a.a.)
Residencial	107,2	135,7	166,9	4,5
Industrial	183,7	229,9	283,7	4,4
Comércio e serviços	69,1	93,5	123,8	6,0
Outros consumidores	59,0	70,7	84,7	3,7
<b>Total</b>	<b>419,0</b>	<b>529,8</b>	<b>659,1</b>	<b>4,6</b>

Fonte: EPE, PDE 2020

1

1,26

1,57

## Sistema Interligado Nacional (SIN)

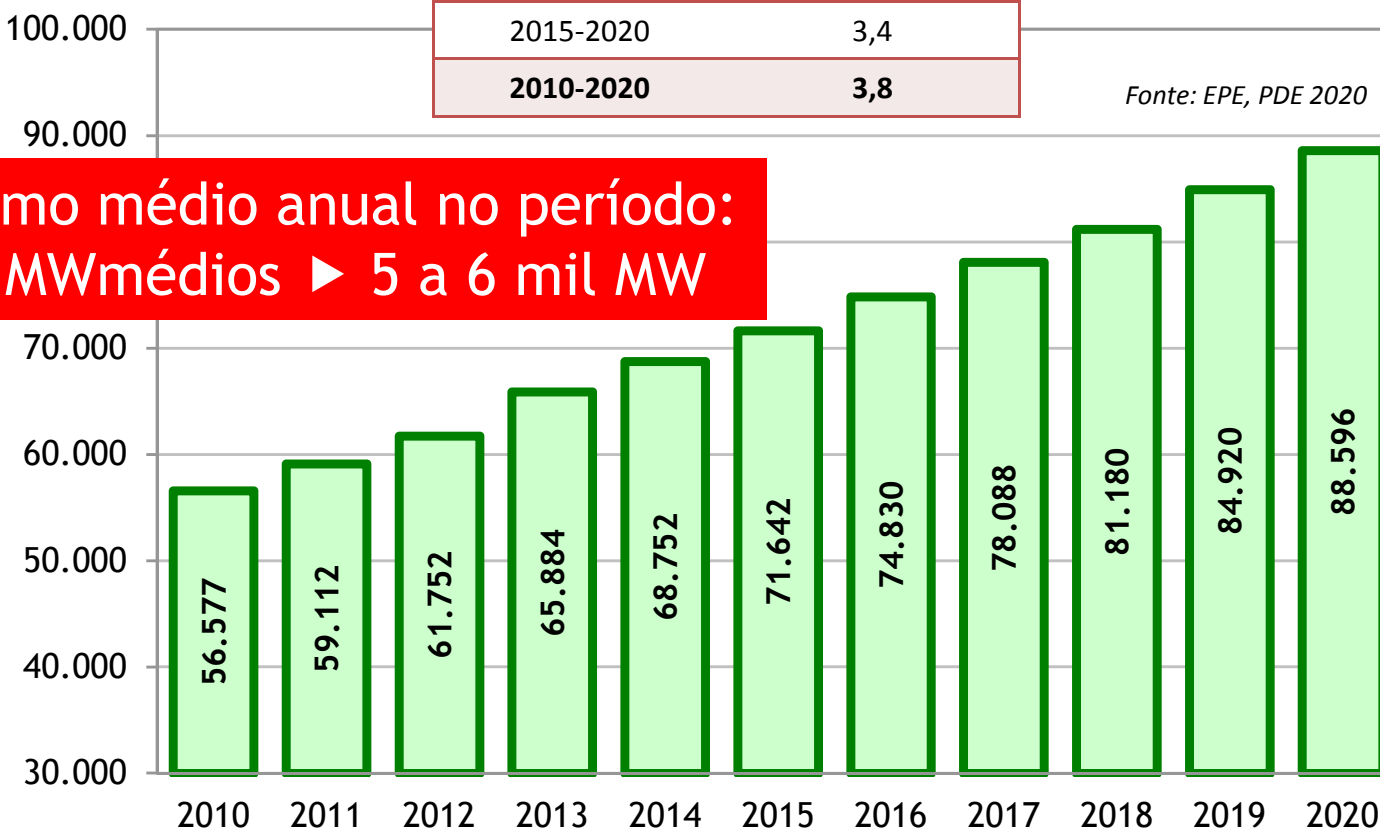
### Carga de Energia

Período	Variação % ao ano
2010-2015	4,6
2015-2020	3,4
<b>2010-2020</b>	<b>3,8</b>

MWmédio

Fonte: EPE, PDE 2020

**Acréscimo médio anual no período:  
3.200 MWmédios ► 5 a 6 mil MW**





# 2

## Estratégia para expansão da oferta

---

## Objetivos da política energética

- Segurança energética
  - Fontes próprias de energia
- Modicidade tarifária
  - Competitividade das fontes
- Redução de emissões de gases de efeito estufa
  - Fontes não emissoras

Fontes renováveis atendem a todos os objetivos da política energética

# Elementos básicos da estratégia da expansão da oferta de energia

- Eficiência energética

- Reciclagem e aproveitamento de resíduos

- Energias renováveis



pch



eólica

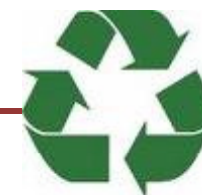


solar



biomassa

- Energia nuclear



## ▪ Eficiência energética em 2020

### Energia elétrica

33,9 TWh (4,4% do consumo)

Energia conservada equivalente



**7.000 MW hidrelétricos**

### Combustíveis

17,2 x 10<sup>6</sup> tep (5,4% do consumo)

Energia conservada equivalente



**340.000 barris por dia**

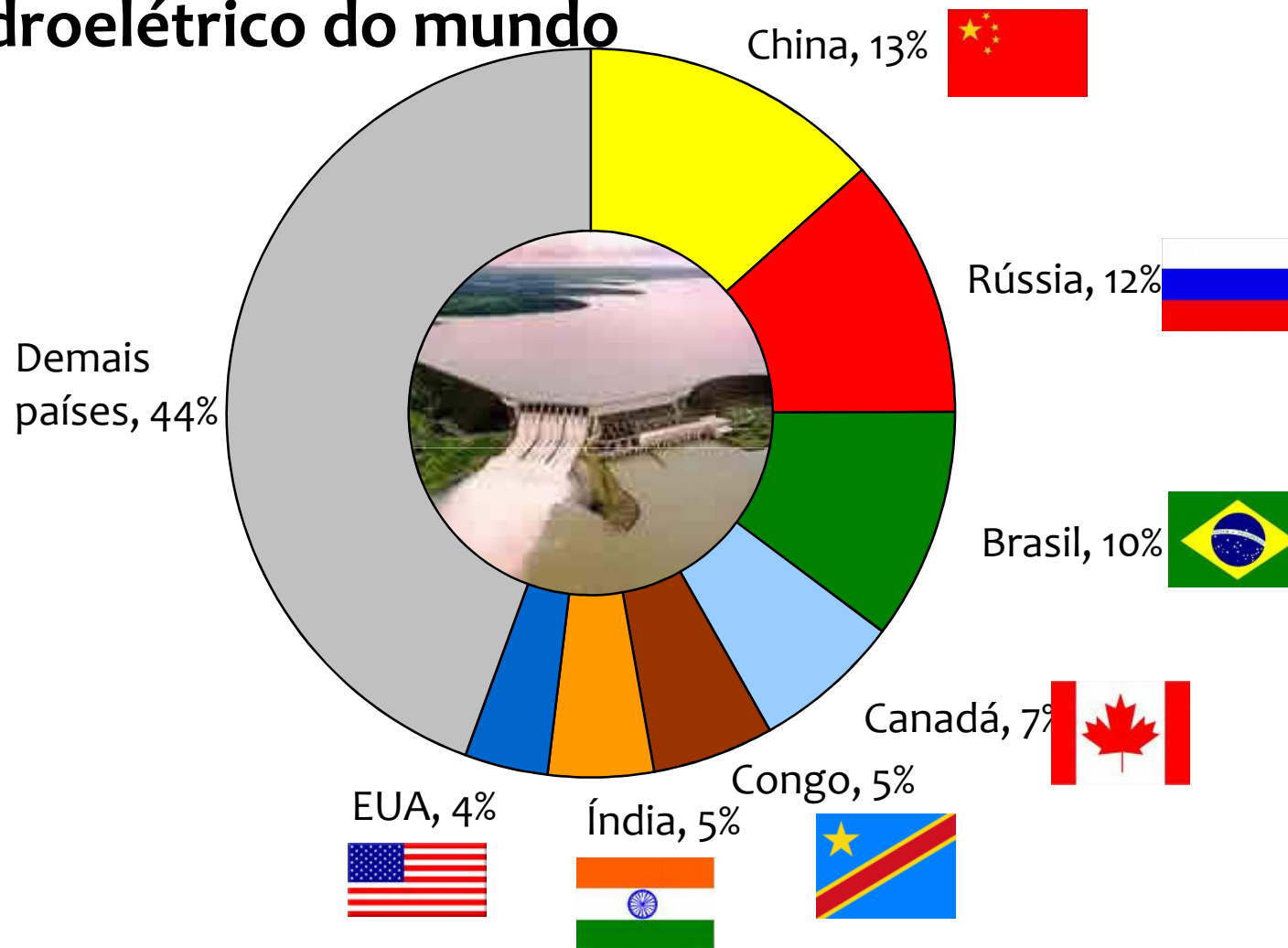
Além disso, também é **elemento chave** da estratégia de expansão da oferta de energia no Brasil a **energia hidrelétrica** ...



*Usina de São Simão, MG*

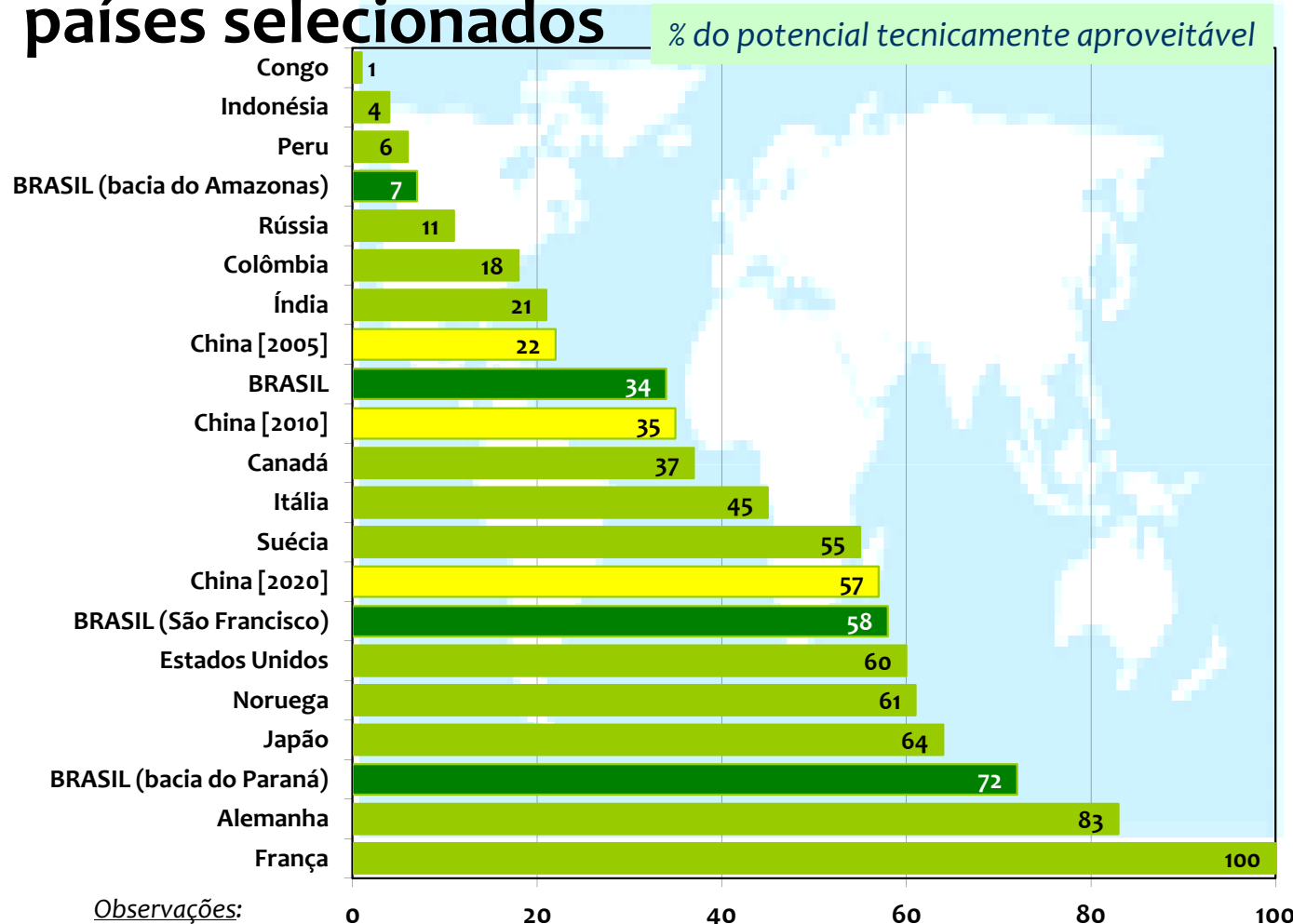


## O Brasil possui o 3º maior potencial hidroelétrico do mundo



Fonte: Tolmasquim, M. (coord). Geração de Energia Elétrica no Brasil. Ed. Interciência, 2005.

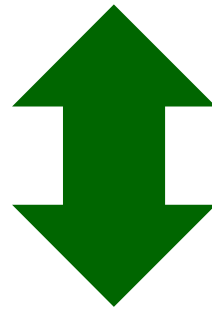
# Aproveitamento do potencial hidrelétrico em países selecionados



## Observações:

1. Baseado em dados do World Energy Council, considerando usinas em operação e em construção, ao final de 1999.
2. Para o Brasil, dados do Atlas de Energia Elétrica do Brasil, da ANEEL, e da EPE, referentes a 2008 (usinas em operação e com concessão outorgada). Para a China, dados do Worldwatch Institute.
3. Os países selecionados detêm 2/3 do potencial hidráulico desenvolvido do mundo.
4. O potencial tecnicamente aproveitável corresponde a cerca de 35% do potencial teórico médio mundial.

# Amazônia: fronteira do potencial hidroelétrico brasileiro



Bioma de alta sensibilidade e de  
elevado interesse ambiental

## Instrumentos do planejamento

- Plano de Longo Prazo (25-30 anos)
- Estudos prospectivos sobre fontes de energia  
*hidrelétricas      energia eólica      energia solar      etc.*
- Plano Decenal de Expansão
- Leilões para expansão da oferta



# 3

## Expansão da oferta em andamento

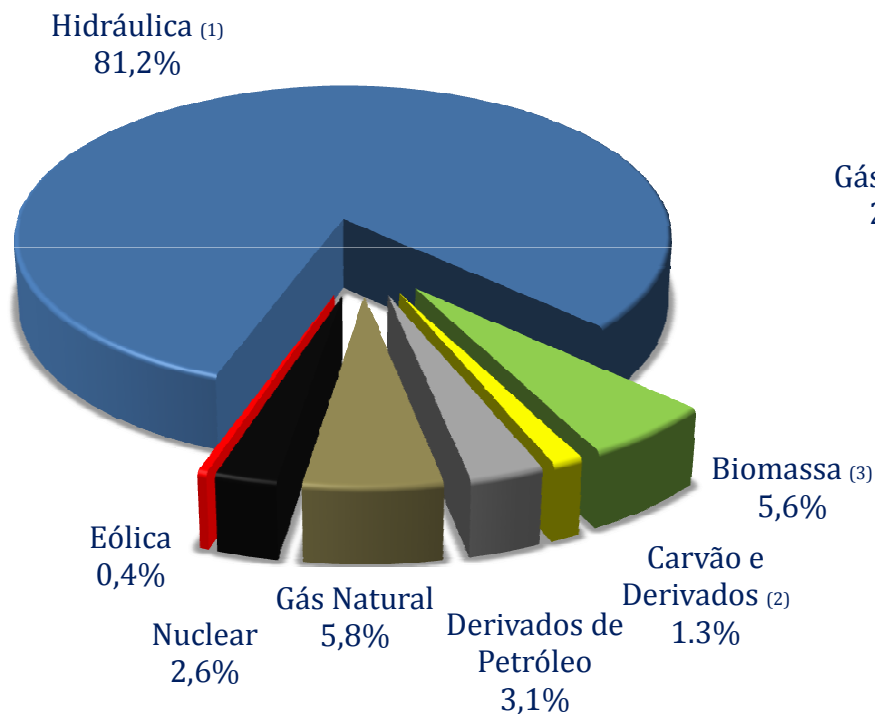
---

### *Os leilões de expansão da geração*

## FONTES DE PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE BRASIL X MUNDO

**BRASIL 2010**

**RENOVÁVEIS = 87,2%**



*1 Inclui importação*

*2 Inclui gás de coqueria*

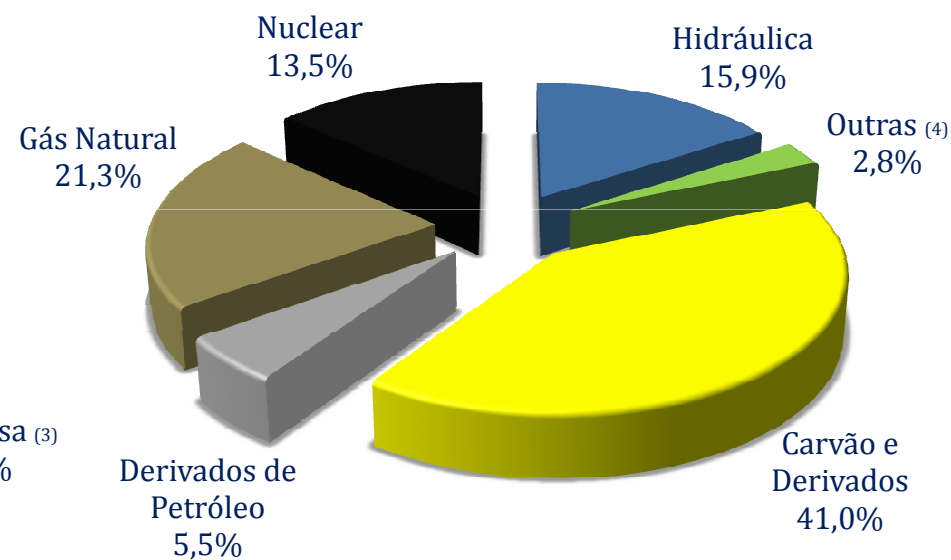
*3 Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras recuperações*



Empresa de Pesquisa Energética

**MUNDO 2008**

**RENOVÁVEIS = 18,7%**



*4 Inclui geotermal, solar, eólica, combustíveis renováveis, rejeitos e lenha*

Fontes: EPE [BEN 2011] e

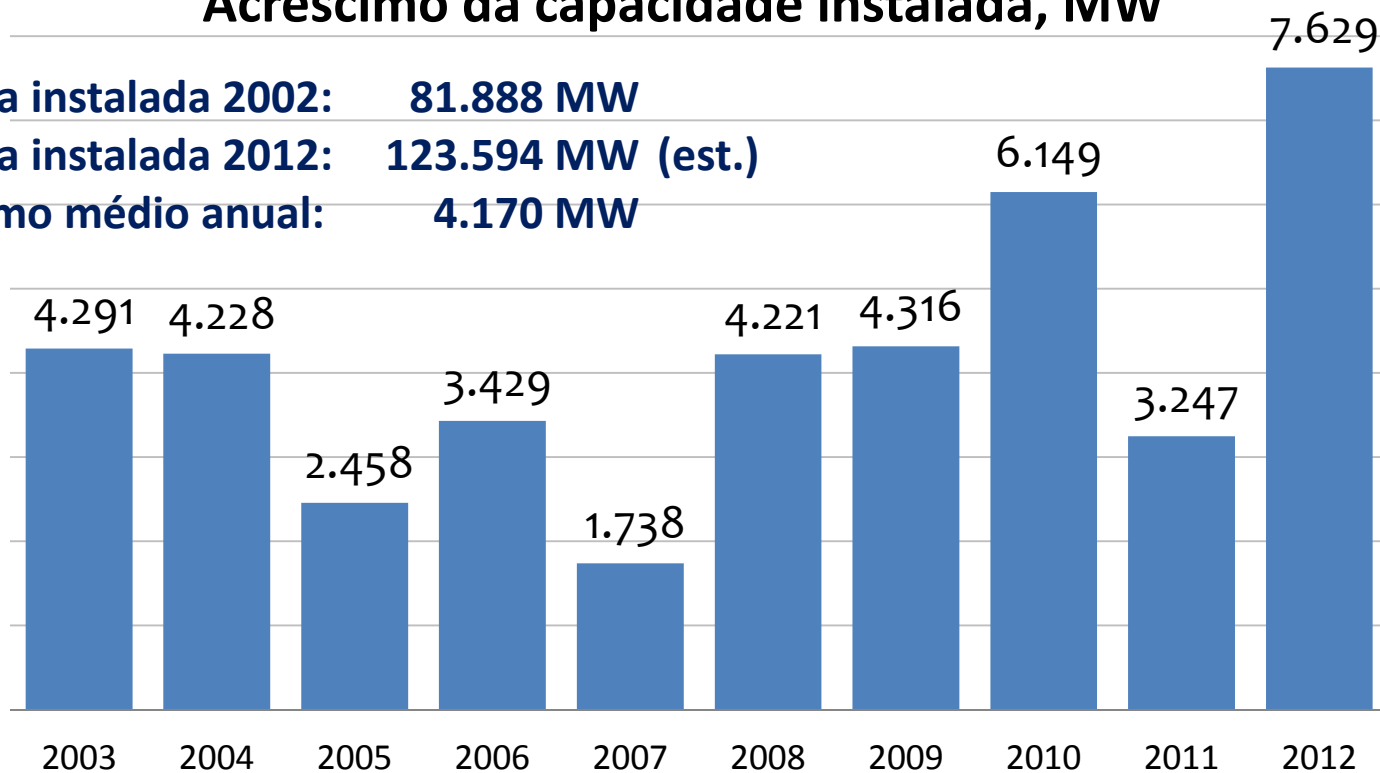
IEA [Key World Energy Statistics - 2010]

## Brasil. Sistema Interligado Nacional (SIN) Acréscimo da capacidade instalada, MW

Potência instalada 2002: 81.888 MW

Potência instalada 2012: 123.594 MW (est.)

Acréscimo médio anual: 4.170 MW



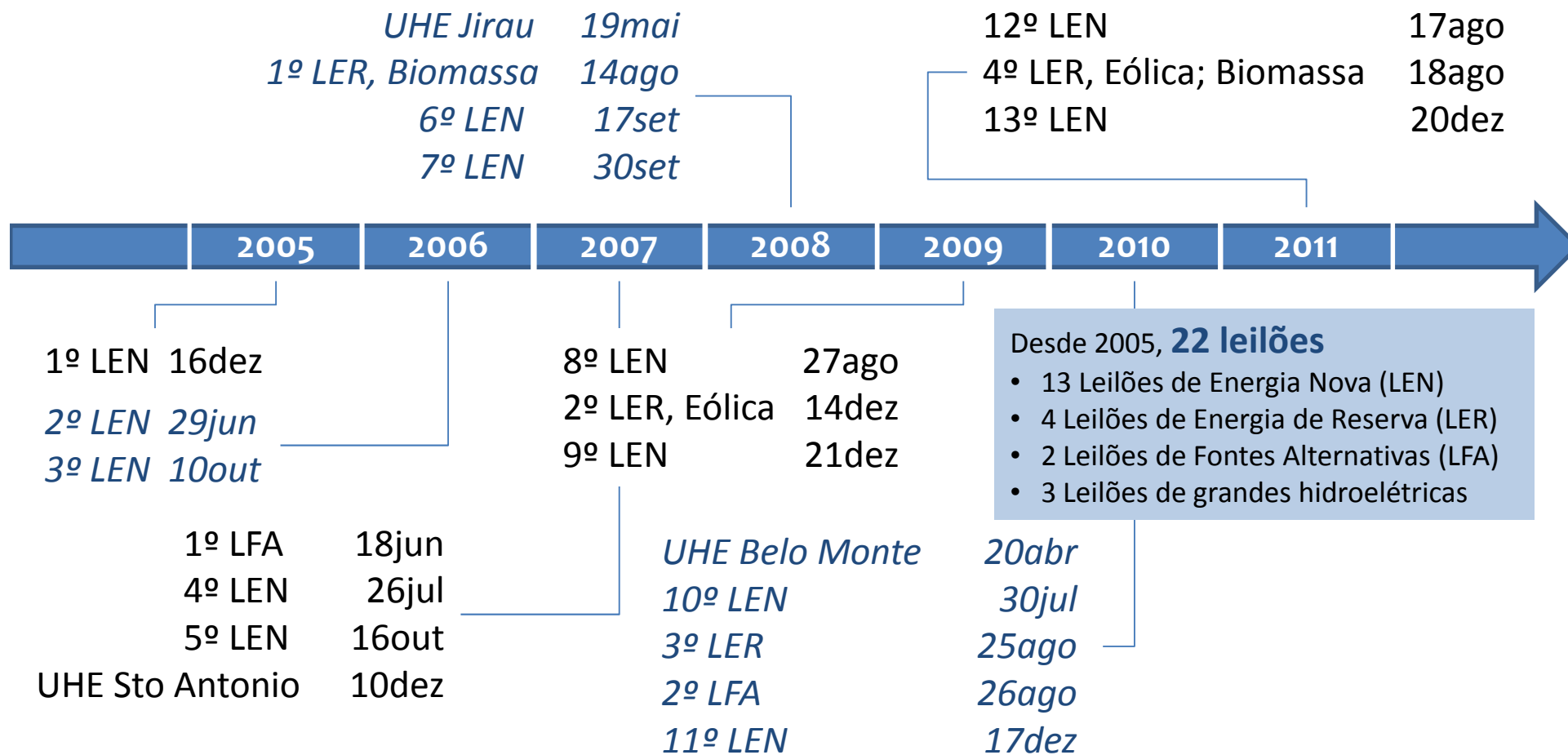
### Notas

1. Acréscimo líquido da capacidade instalada, i.e., considera a desinstalação da geração emergencial.

2. Valor de 2012 estimado sem considerar possibilidade de antecipação de geração, instalação dedicadas ao mercado livre e autoprodução.

Fontes: Aneel, EPE

# LEILÕES PARA EXPANSÃO DA OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA





# LEILÕES PARA EXPANSÃO DA OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA

## Resultados consolidados

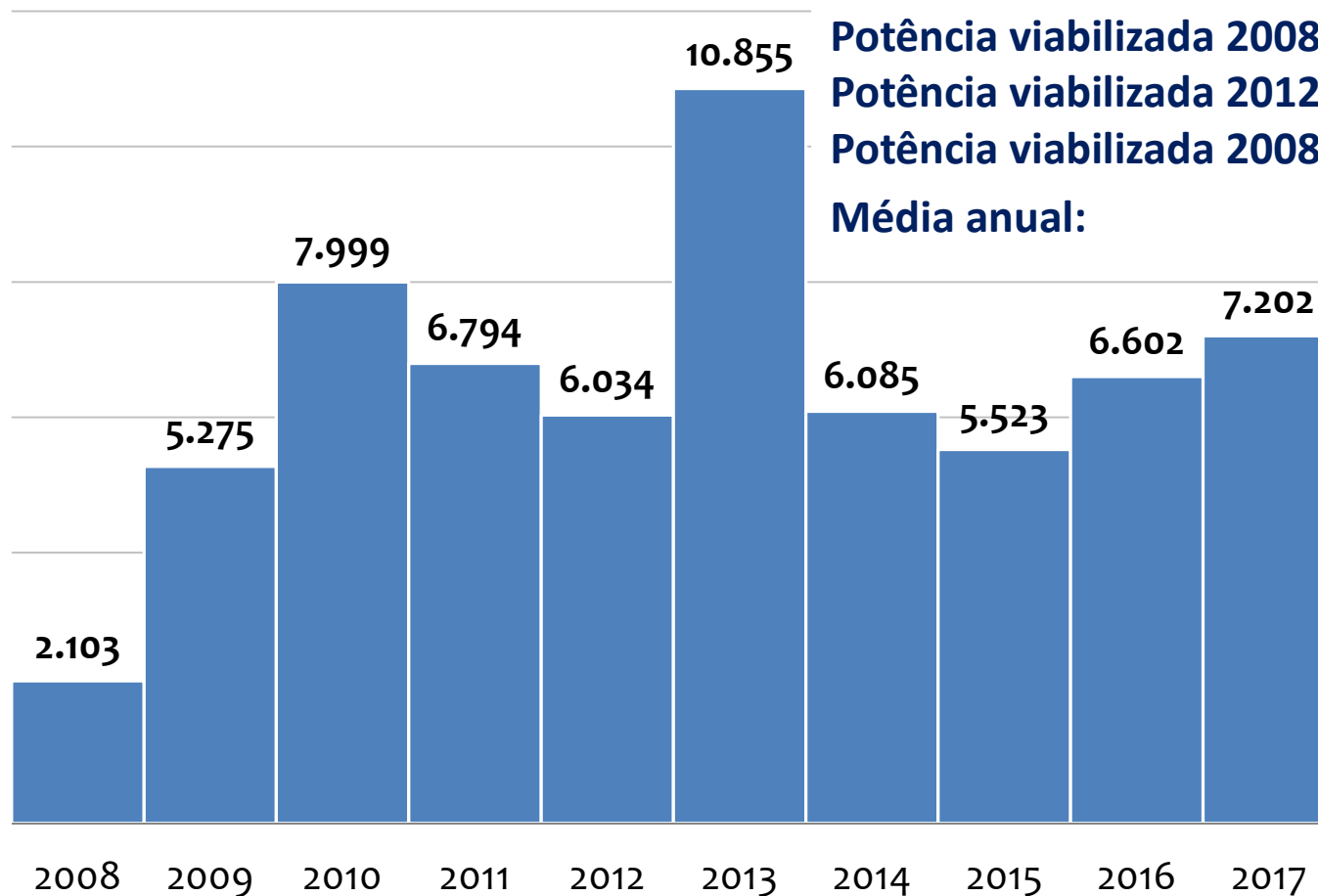
EMPREENHIMENTOS	<b>503</b>
CAPACIDADE INSTALADA	<b>64.472</b> MW
ENERGIA ASSEGURADA	<b>27.311</b> MW médios (42,4%)
ENERGIA CONTRATADA	<b>239</b> mil GWh/ano
CUSTO MÉDIO DA ENERGIA	<b>131,5</b> R\$/MWh ( <b>€ 56/MWh</b> )
DESÁGIO MÉDIO	<b>10,8</b> %
GIRO FINANCEIRO	<b>695</b> R\$ bilhões ( <b>€ 296 bilhões</b> )
ECONOMIA	<b>84</b> R\$ bilhões ( <b>€ 35,7 bilhões</b> )

*Obs.: Valores referentes a dezembro de 2011*

*Fonte: EPE*

# LEILÕES PARA EXPANSÃO DA OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA

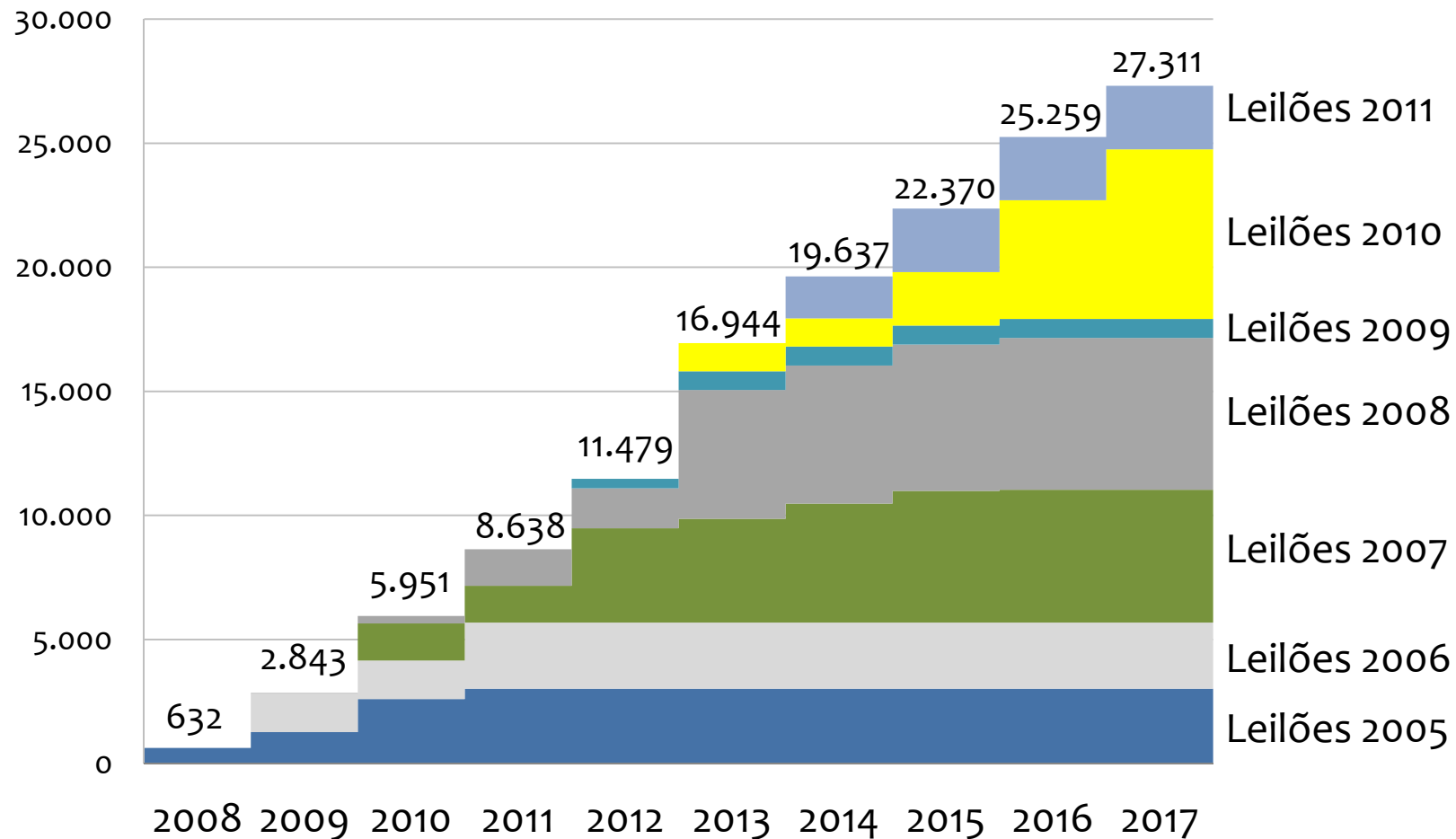
## Expansão viabilizada por meio dos leilões, MW



Potência viabilizada 2008-2011: 22.171 MW  
Potência viabilizada 2012-2017: 42.301 MW  
Potência viabilizada 2008-2017: 64.472 MW  
Média anual: 6.450 MW

# LEILÕES PARA EXPANSÃO DA OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA

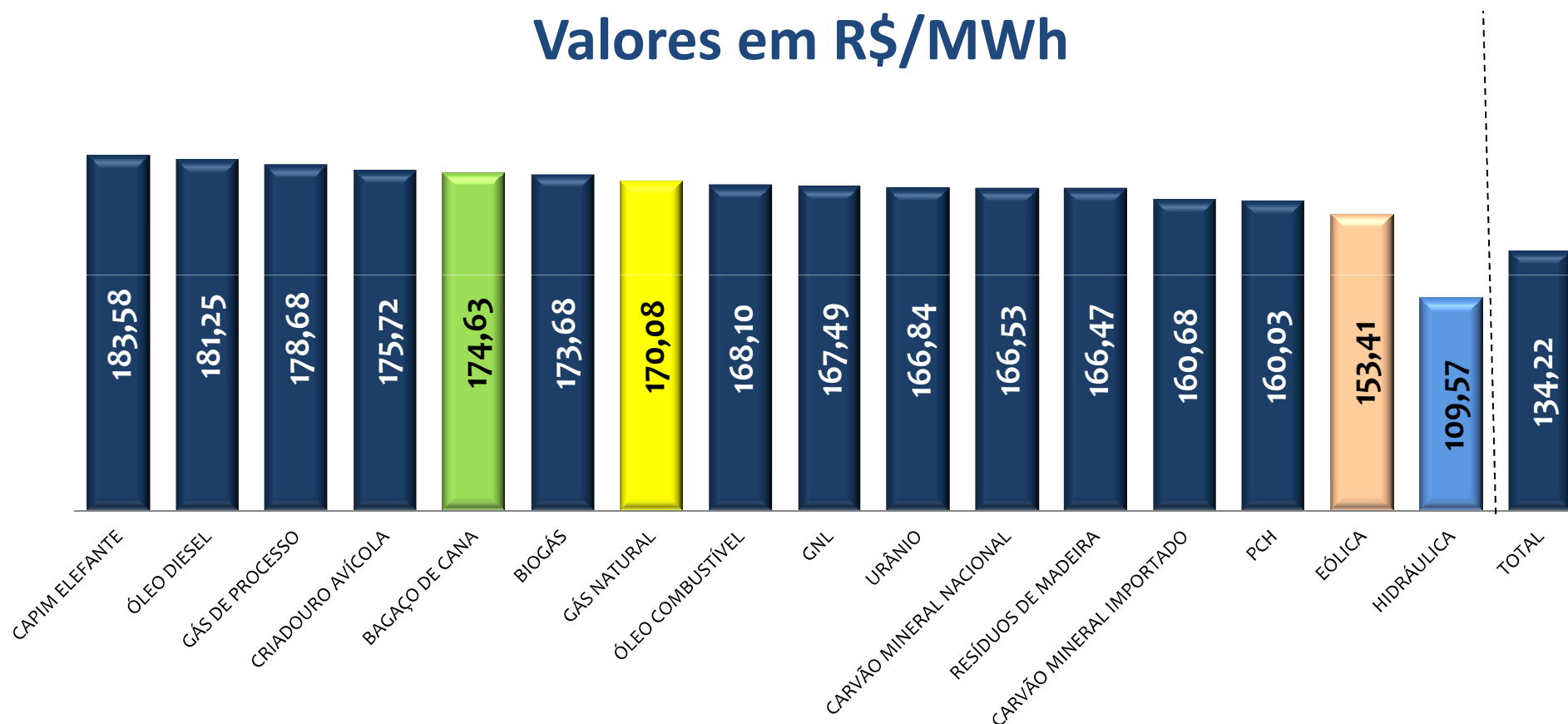
## Quantidade de energia contratada, MWmédios



# LEILÕES PARA EXPANSÃO DA OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA

## Custo médio da energia contratada, por fonte, 2005-2010

### Valores em R\$/MWh

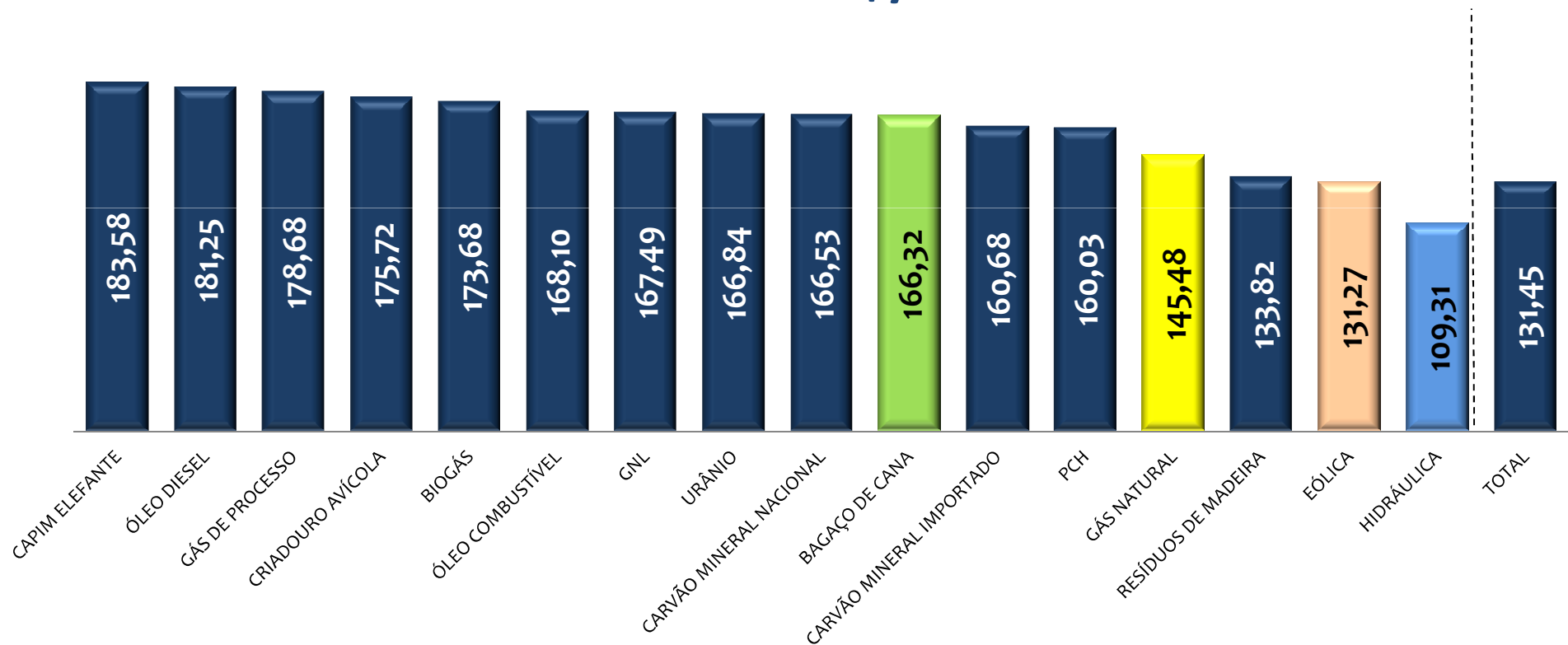


Empresa de Pesquisa Energética

# LEILÕES PARA EXPANSÃO DA OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA

## Custo médio da energia contratada, por fonte, 2005-2011

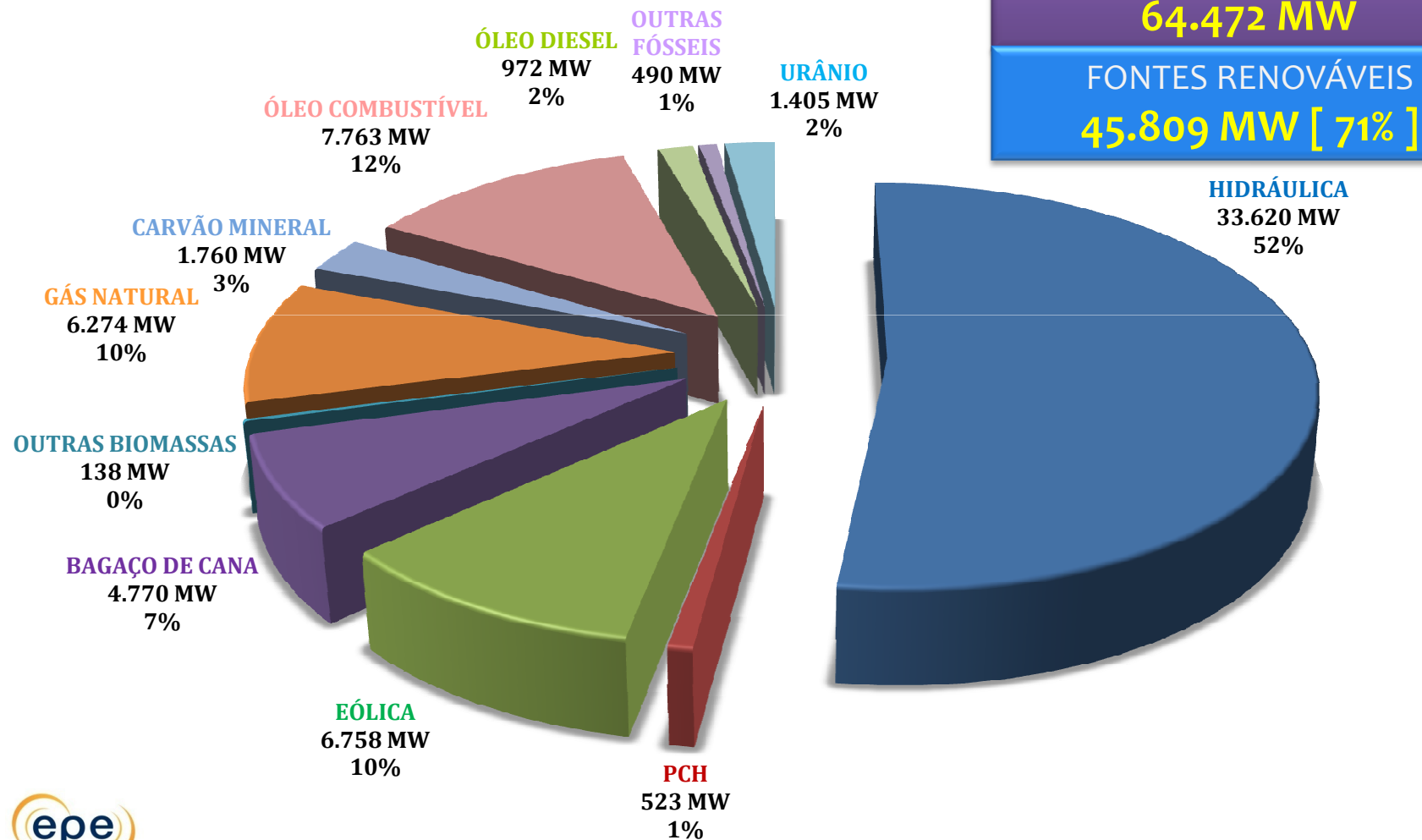
### Valores em R\$/MWh



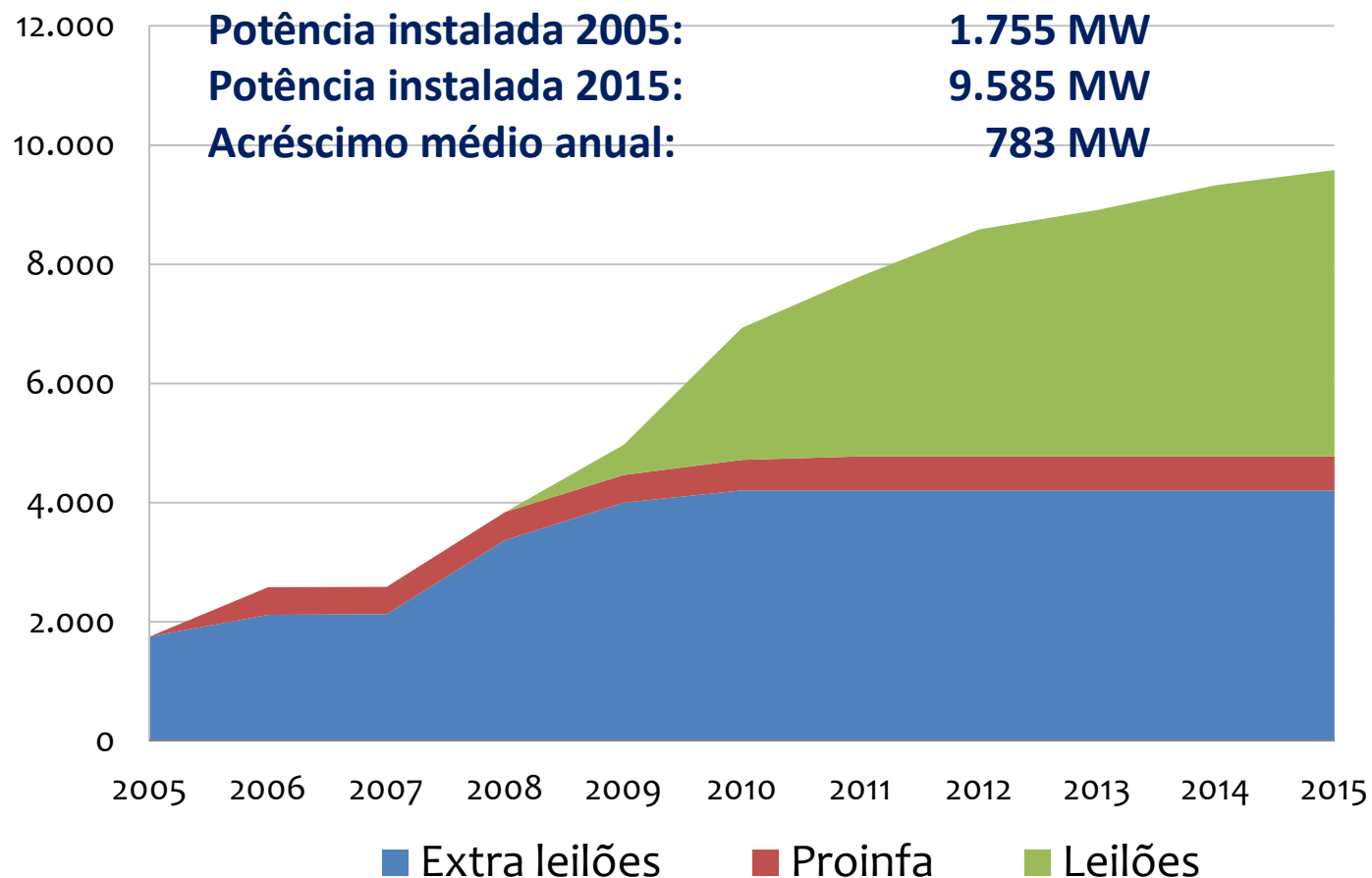
Obs.: Valores referentes a dezembro de 2011

# LEILÕES PARA EXPANSÃO DA OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA

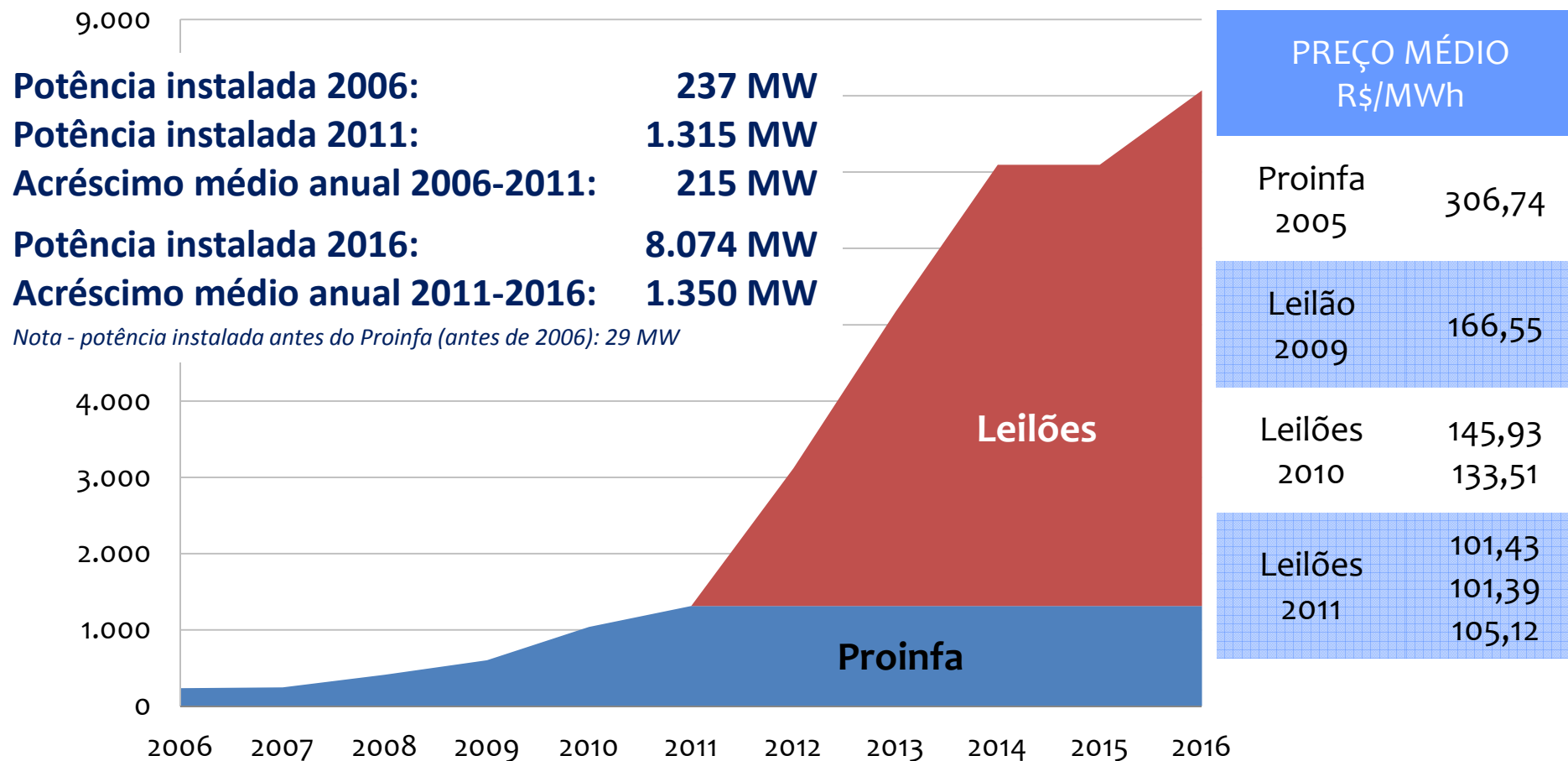
## Expansão por tipo de fonte



## EXPANSÃO DA OFERTA DE BIOELETRICIDADE, MW



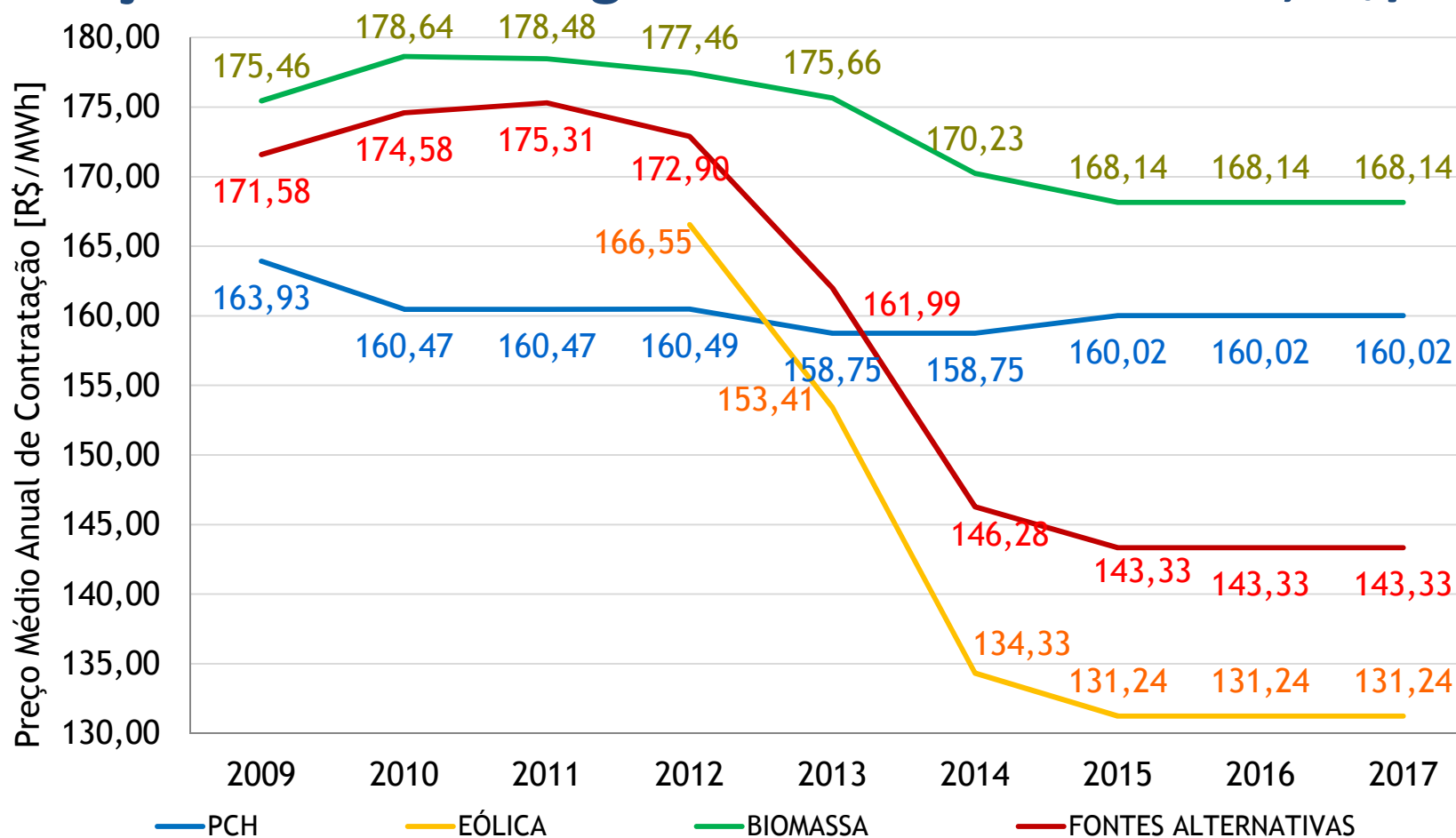
## EXPANSÃO DA OFERTA DE ENERGIA EÓLICA, MW





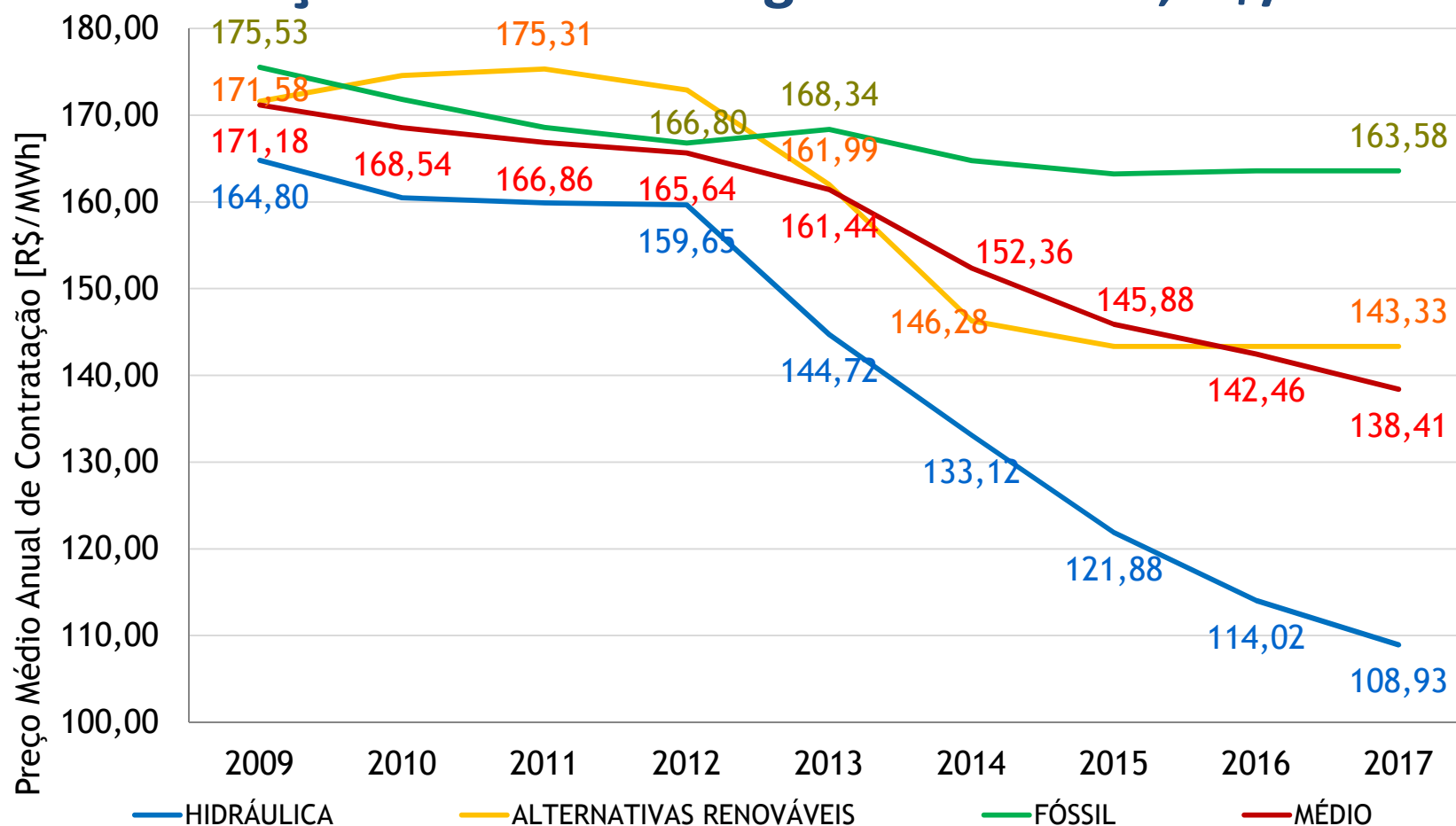
# LEILÕES PARA EXPANSÃO DA OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA

## Preço médio da energia de fontes alternativas, R\$/MWh



# LEILÕES PARA EXPANSÃO DA OFERTA DE ENERGIA ELÉTRICA

## Preço médio da energia contratada, R\$/MWh





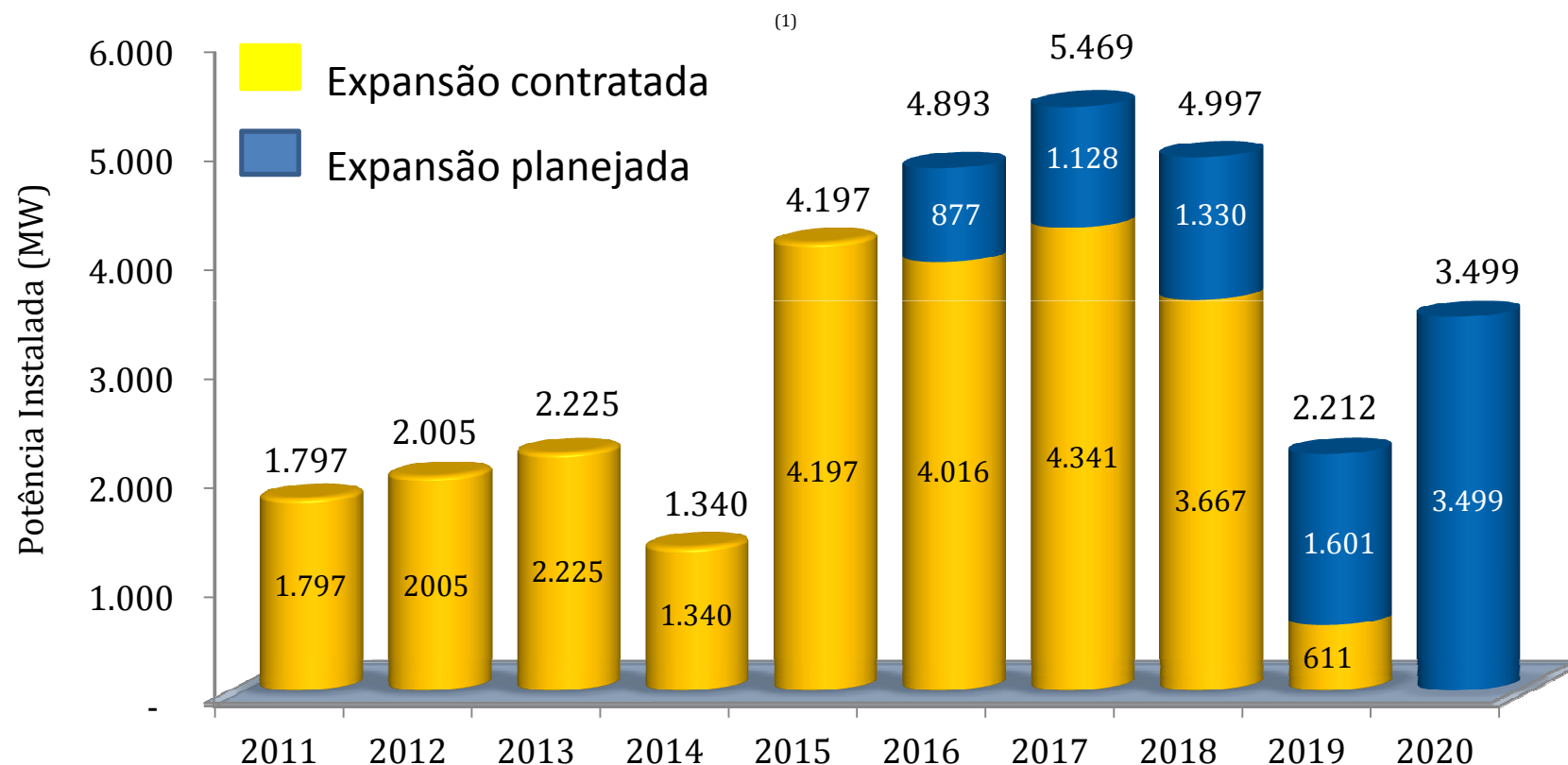
# 4

## Expansão planejada da oferta

---

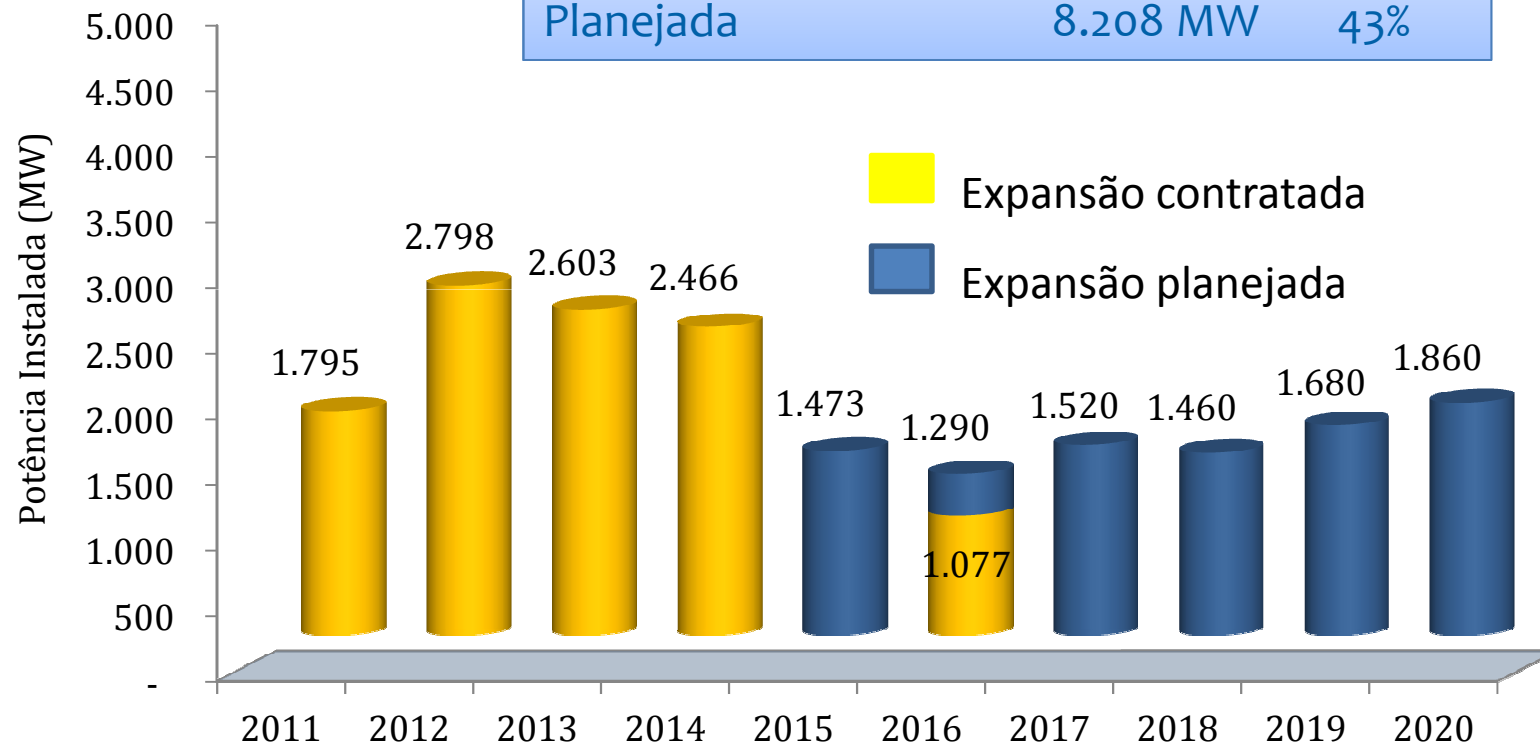
## EXPANSÃO HIDRELÉTRICA 2011-2020, MW

Expansão Prevista	32.634 MW	
Contratada	24.199 MW	74%
Planejada	8.435 MW	26%



## EXPANSÃO FONTES ALTERNATIVAS 2011-2020, MW

Expansão Prevista	18.947 MW	
Contratada	10.739 MW	57%
Planejada	8.208 MW	43%

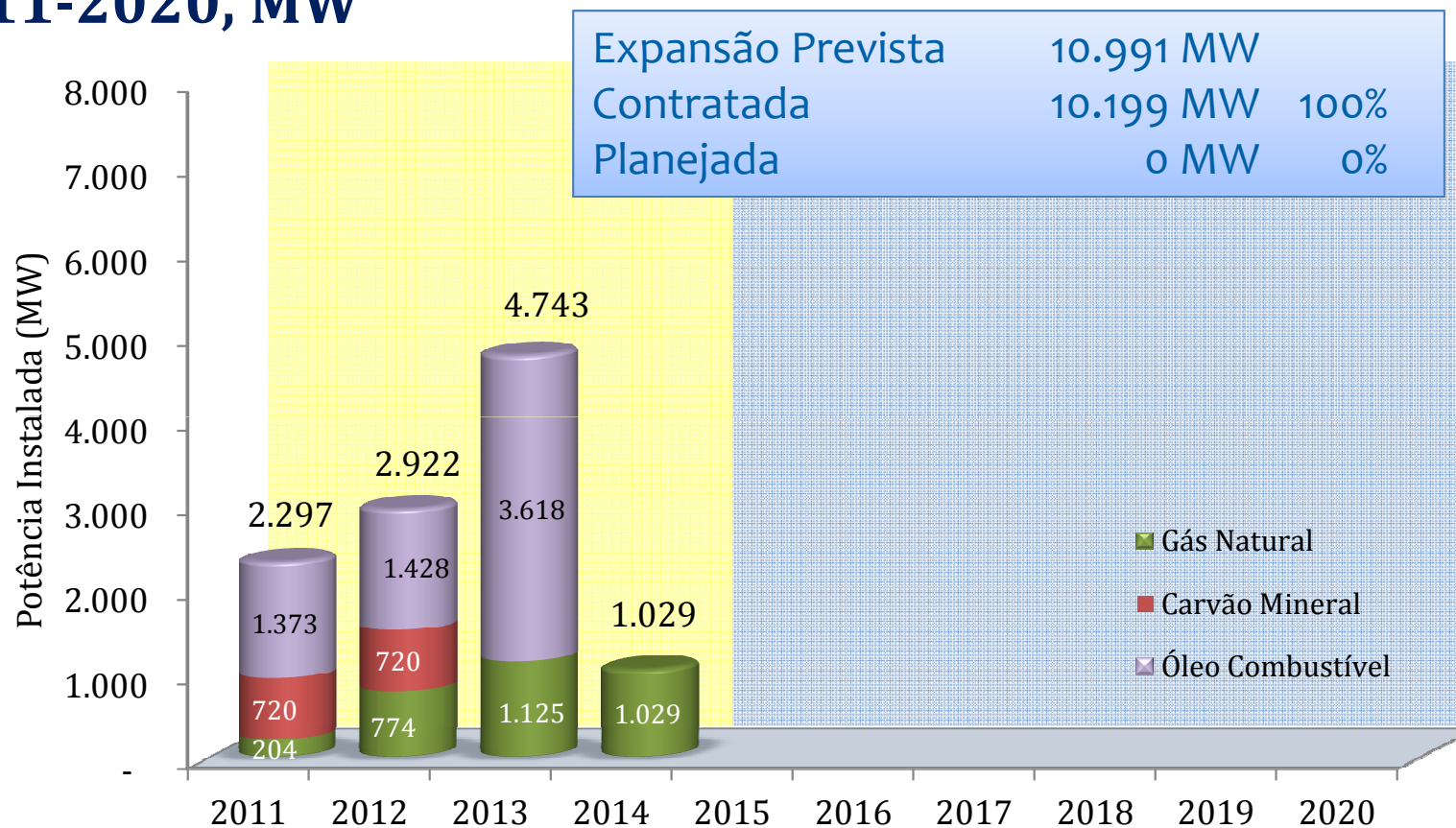


Fonte: EPE [PDE 2020]

(1) Incorpora os resultados dos 12º LEN 2011, 4º LER 2011 e 13º LEN 2011 aos do PDE 2020

(Previsão do PDE 2020 em Fontes Alternativas para 2014: 1.529 MW)

## EXPANSÃO TERMELÉTRICA 2011-2020, MW



Fonte: EPE [PDE 2020]

(1) Incorpora o resultado do 12º LEN 2011 aos do PDE 2020  
(Previsão do PDE 2020 em Fontes Fósseis para 2014: 0 MW)

# EXPANSÃO DA CAPACIDADE INSTALADA 2011-2020

**Acréscimo de 62,6 GW no período, 73% já contratado**



Térmica

11,0

11,0 GW

18%



Renováveis

10,7

8,3

19,0 GW

30%



Hidro

24,2

8,4

32,6 GW

52%

0

10

20

30

40

■ Contratado ■ Planejado

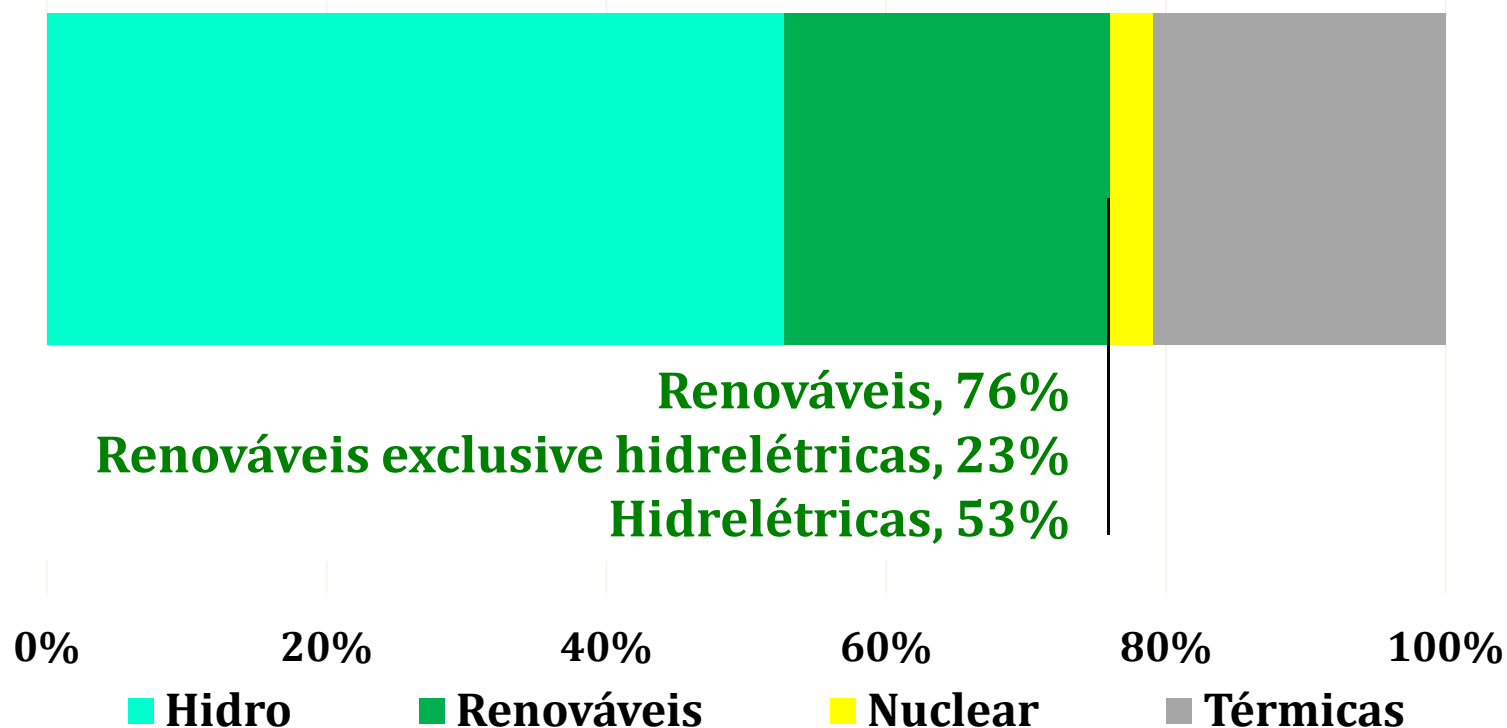
Fonte: EPE

Capacidade instalada em dezembro/2010: 109,6 mil MW

Observação: já considera leilões realizados em agosto de 2011

## Expansão contratada, 2011-2020

45,9 GW

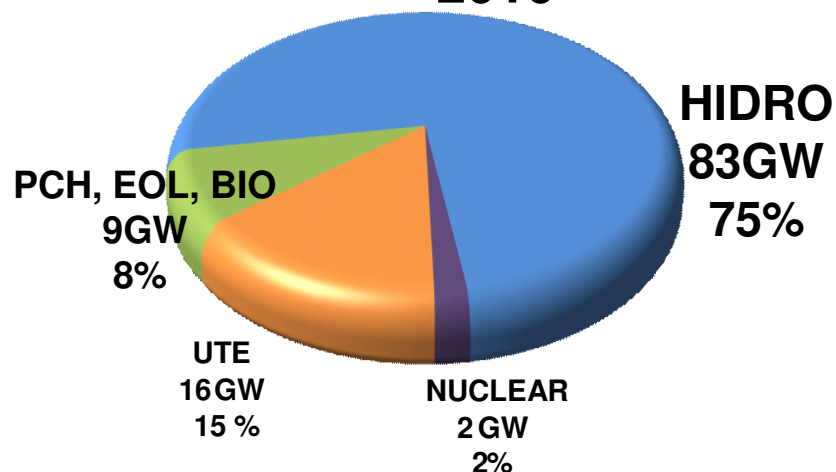


Observação: já considera leilões realizados em agosto de 2011

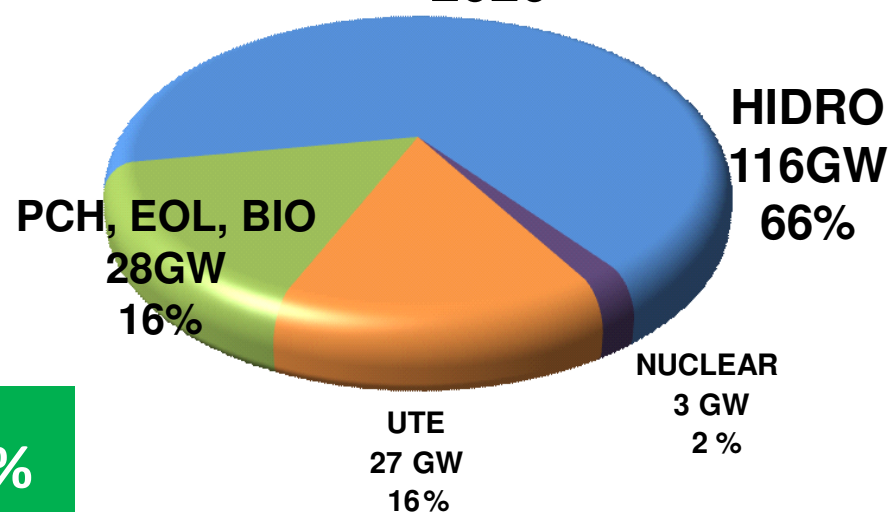


## EXPANSÃO DA CAPACIDADE INSTALADA NO SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL (SIN)

Dezembro / 2010



Dezembro / 2020



Renováveis, 2010: 83%

Renováveis, 2020: 83%

FONTE: EPE (PDE 2020)

Observação: já considera leilões realizados em agosto de 2011



# 5

## Resumo e conclusões

---

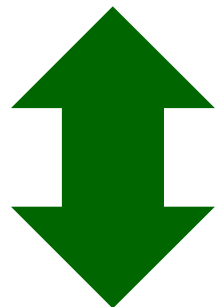
# EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

Evolução Prevista de LTs, em km, por nível de tensão

Tensão	750 kV	±600 kV	500 kV	440 kV	345 kV	230 kV	TOTAL
Existente em 2010*	2.683	1.612	34.190	6.809	9.991	44.349	99.649
Evolução 2011-2020	-	10.800	21.650	9	252	9.842	42.553
Estimativa 2020	2.683	12.412	55.840	6.818	10.243	54.191	142.202
Total instalado em 2010							99.649 km
Total previsto em 2020							142.202 km

**+ 42.553 km = + 43%**

# Energia solar fotovoltaica: uma rota alternativa



**Desenvolvimento tecnológico**  
**Avanço regulatório**  
**Smart grid**



## Resumo e conclusões

- A expansão da oferta de energia elétrica no Brasil pode e deve seguir com base em **fontes renováveis**, com **predominância da hidreletricidade**, mas com crescente participação da energia eólica e da biomassa
- A **fronteira hidrelétrica brasileira é a Amazônia** o que constitui incerteza crítica na expansão da oferta de energia, aumentando a expectativa com relação a renováveis alternativas
- A **competitividade da energia eólica** no Brasil a credencia com uma das alternativas da expansão da oferta nos próximos anos

## Resumo e conclusões

- Outras fontes renováveis, como a **energia solar**, podem ganhar espaço na estratégia de expansão da oferta.
- No caso da energia solar, uma das rotas importantes é a **conversão fotovoltaica**, tipicamente geração distribuída, em que o desenvolvimento de uma **regulação adequada** é um dos desafios a serem superados e onde o avanço do **smart grid** pode desempenhar papel relevante na viabilização dessa alternativa
- A concretização da estratégia de expansão da oferta de energia exige ampla **articulação** com vistas à execução de **políticas coordenadas** e **soluções negociadas**

# 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

