

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

# **Comissão de Serviços de Infraestrutura do Senado Federal**

**Requerimento nº 52/2016 – Fontes  
Alternativas - Senador Hélio José**

**Moacir Carlos Bertol**  
**Secretario de Planejamento e Desenvolvimento Energético**  
**Adjunto**  
**Ministério de Minas e Energia**

**DF - Novembro de 2016**



# Política Energética

**Segurança no Abastecimento**

**Modicidade Tarifária**

**Universalização do Atendimento**

**Respeito aos Contratos Existentes**

**Fortalecimento do Planejamento**

**Diversificação da Matriz: Uso de Energias Renováveis**

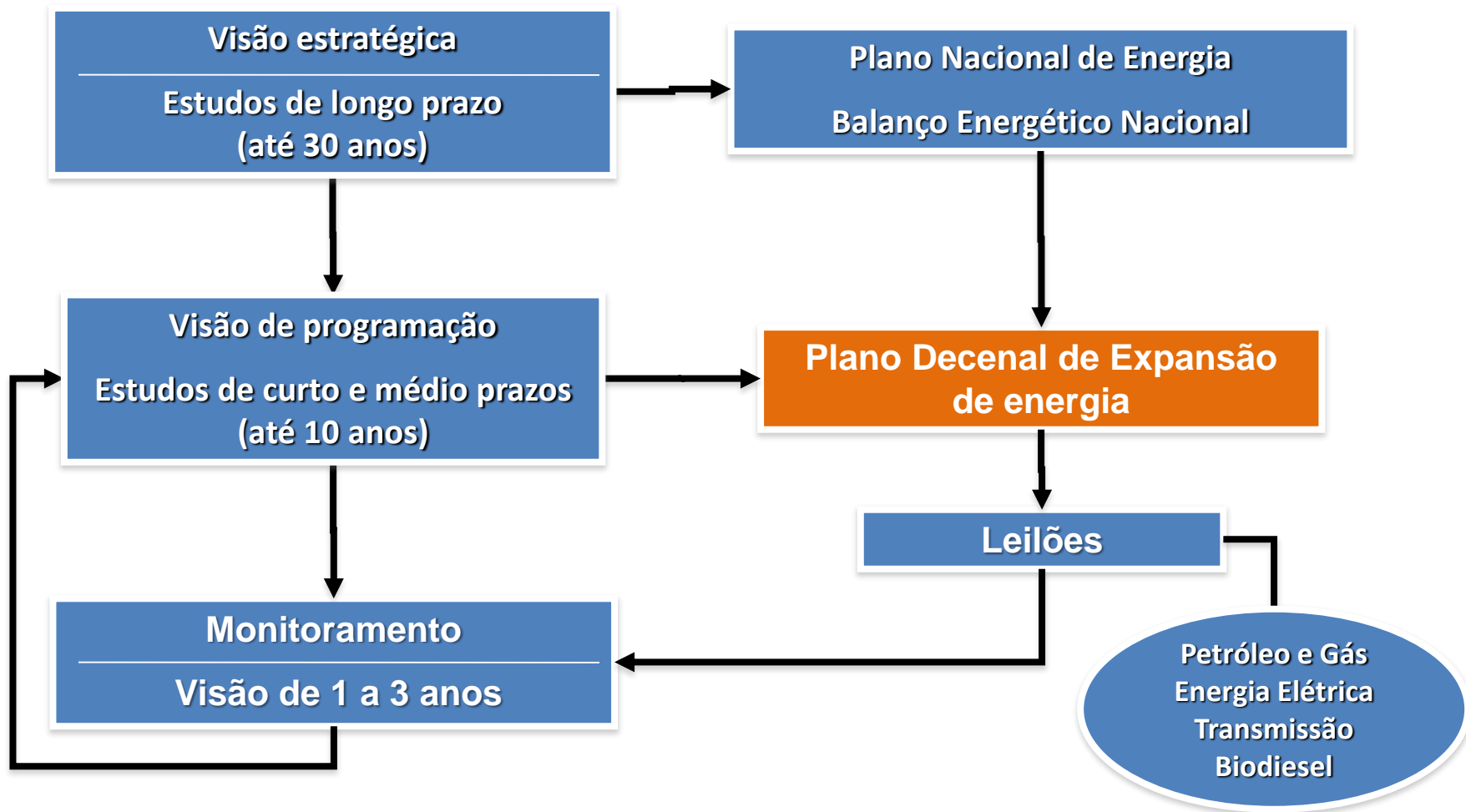
**Integração Nacional**

**Desenvolvimento Tecnológico Nacional**

**Compromisso com as Questões Socioambientais**



# Planejamento Energético

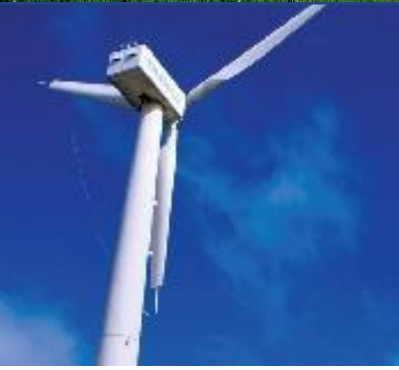




MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA



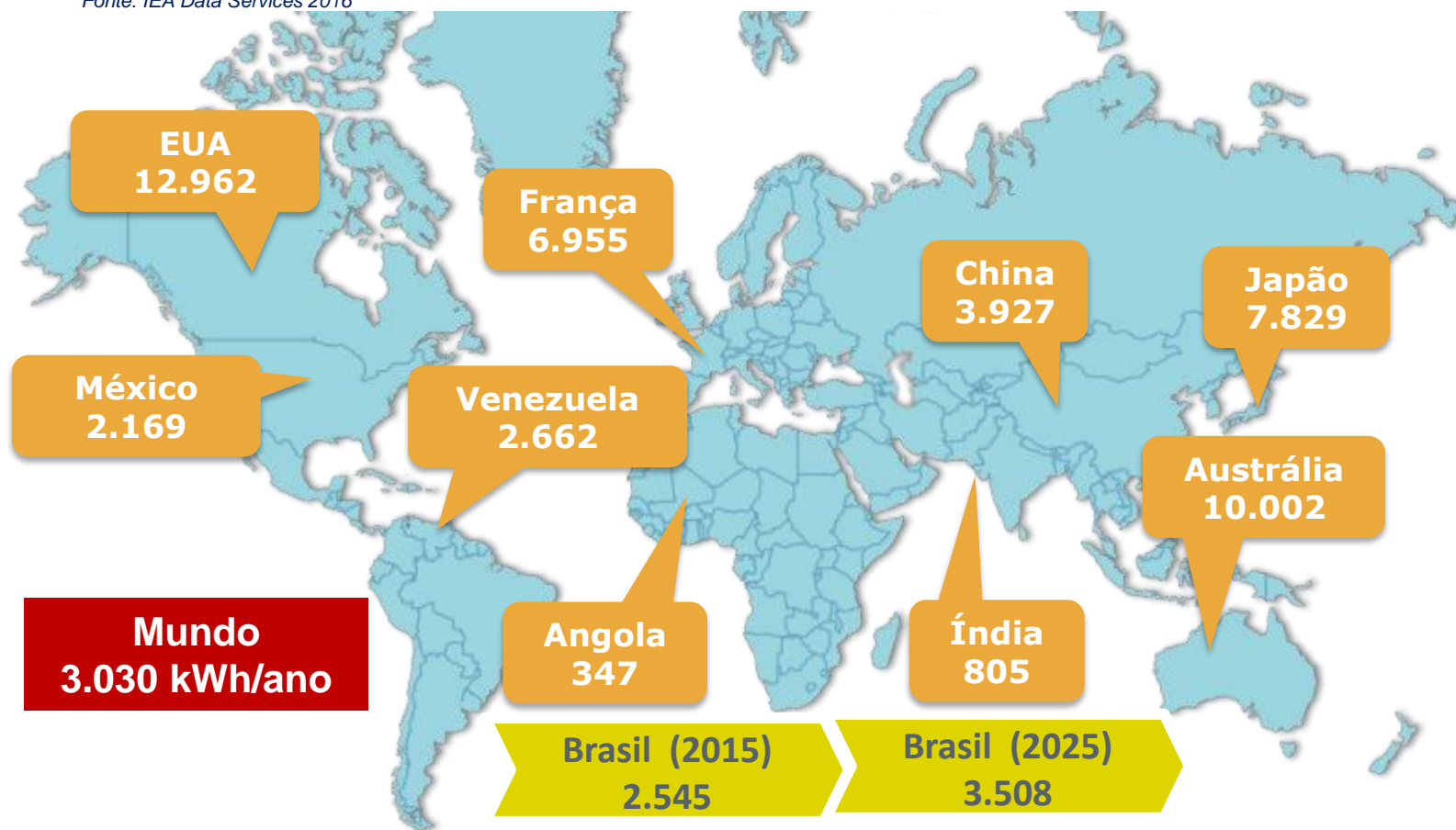
# Mundo - Fontes Renováveis de Energia





# Consumo Per Capita - 2014 (kWh/ano)

Fonte: IEA Data Services 2016





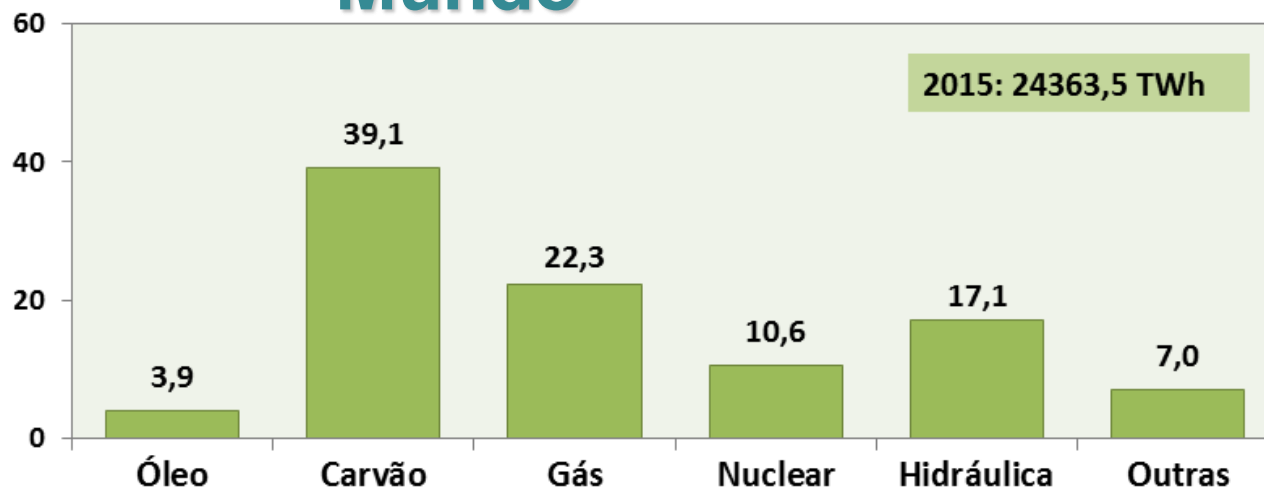
# Matrizes de Geração Elétrica 2015 (%)

**Renováveis: 24,1%**

**Eólica: 841,2 TWh (3,5%)**

**Solar: 252,8 TWh (1,0%)**

## Mundo

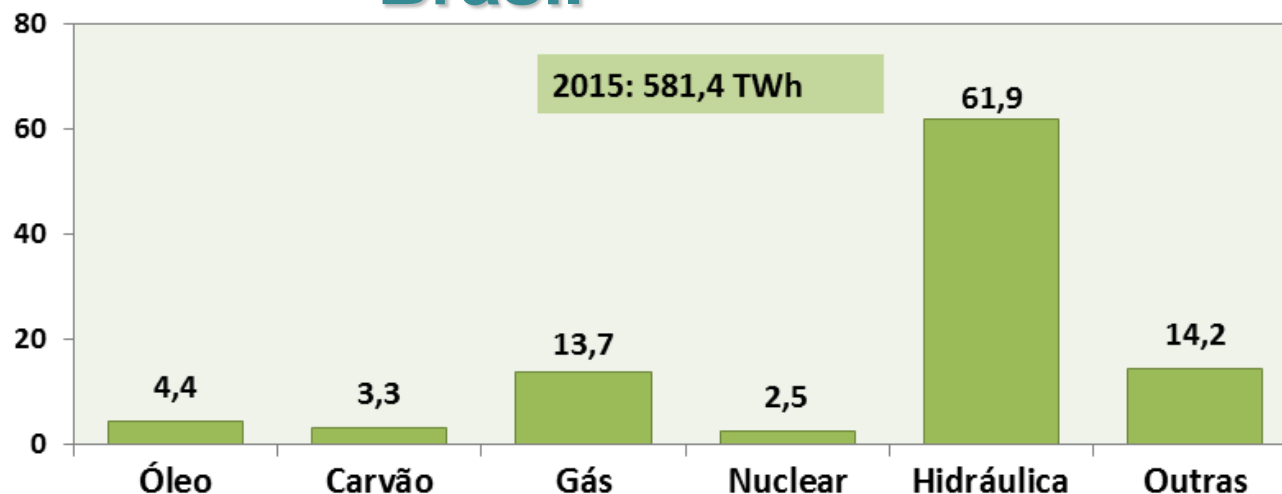


## Brasil

**Renováveis: 76,0%**

**Eólica: 21,6 TWh (3,7%)**

**Solar: 0,06 TWh (0,01%)**





## Geração Eólica por País (%)

País	1980	1990	2000	2010	2012	2013	2014	2015
EUA	-	77,4	17,9	28,0	27,0	26,3	25,6	22,9
China	-	0,1	1,9	13,1	18,2	21,9	22,3	22,0
Alemanha	-	2,0	30,2	11,1	9,6	8,0	8,0	10,5
Espanha	-	0,4	15,0	12,9	9,4	8,4	7,3	5,9
Índia	-	0,8	5,0	5,8	5,7	5,2	5,2	4,9
Reino Unido	-	0,2	3,0	3,0	3,8	4,4	4,5	4,8
Canadá	-	0,1	0,8	2,5	2,6	2,6	1,6	2,9
<b>Brasil</b>	-	-	<b>0,1</b>	<b>0,7</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,7</b>	<b>2,6</b>
França	-	0,0	0,2	2,8	2,7	2,4	2,3	2,4
Suécia	-	0,2	1,5	1,0	1,4	1,5	1,6	2,0
Itália	-	0,1	1,8	2,7	2,5	2,3	2,1	1,7
Outros	100,0	18,8	22,5	16,6	16,1	15,9	17,9	17,4
<b>Mundo (%)</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
<b>Mundo (TWh)</b>	<b>0,011</b>	<b>3,6</b>	<b>31,5</b>	<b>341,5</b>	<b>526,5</b>	<b>643,7</b>	<b>716,5</b>	<b>841,2</b>
<b>%/total*</b>	<b>-</b>	<b>0,0</b>	<b>0,2</b>	<b>1,6</b>	<b>2,3</b>	<b>2,8</b>	<b>3,0</b>	<b>3,5</b>

\* % sobre a geração mundial de energia elétrica





## Geração Solar por País (%)

nº	País	1990	2000	2010	2013	2014	2015
1	China	0,5	2,0	2,1	10,9	12,1	15,5
2	Estados Unidos	95,9	47,6	9,0	11,2	14,4	15,4
3	Alemanha	0,3	5,5	35,2	21,7	18,9	15,2
4	Japão	0,3	26,0	9,8	7,5	10,2	12,2
5	Itália	1,0	1,7	5,7	15,1	11,7	10,0
6	Espanha	1,5	1,6	21,3	8,9	7,2	5,5
7	Reino Unido	-	0,1	0,1	1,4	2,1	3,0
8	França	-	0,5	1,9	3,3	3,1	2,9
9	Índia	-	0,6	0,8	2,0	2,3	2,6
10	Austrália	-	4,3	2,9	2,7	2,6	2,4
11	Coréia do Sul	-	0,5	2,3	1,1	1,3	1,5
12	Grécia	-	-	0,5	2,6	2,0	1,4
13	Bélgica	-	-	1,7	1,9	1,5	1,2
14	Canadá	-	1,5	0,7	0,9	1,0	1,0
15	Tailândia	-	-	0,1	0,8	1,0	1,0
	Outros	0,5	8,2	5,9	8,1	8,6	9,2
	<b>Mundo</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
	<b>Mundo (TWh)</b>	<b>0,4</b>	<b>1,1</b>	<b>33,3</b>	<b>142,6</b>	<b>190,8</b>	<b>253,0</b>
	<b>%/total *</b>	<b>0,003</b>	<b>0,007</b>	<b>0,16</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>1,0</b>

\* % sobre a geração mundial de energia elétrica





## Mundo 2015

Potência Instalada: 434,7 GW  
Expansão em 2015: 62,8 GW  
Eólica / Expansão Mundial de geração: 27%  
Fator de Capacidade: **23,8 %**

<- Eólica

Potência Instalada: 234,2 GW  
Expansão em 2015: 51,8 GW  
Solar / Expansão Mundial de geração: 22%  
Fator de Capacidade: **13,9 %**

<- Solar

## Brasil 2015

Eólica ->

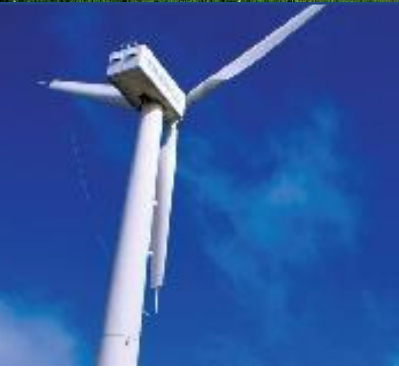
Potência Instalada: 7,6 GW  
Expansão em 2015: 2,7 GW  
Eólica / Expansão Brasileira de geração: 40%  
Fator de Capacidade: **38%**

Solar ->

Potência Instalada: 0,03 GW  
Expansão em 2015: .... GW  
Solar / Expansão Mundial de geração: ....%  
Fator de Capacidade: **16 %**



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

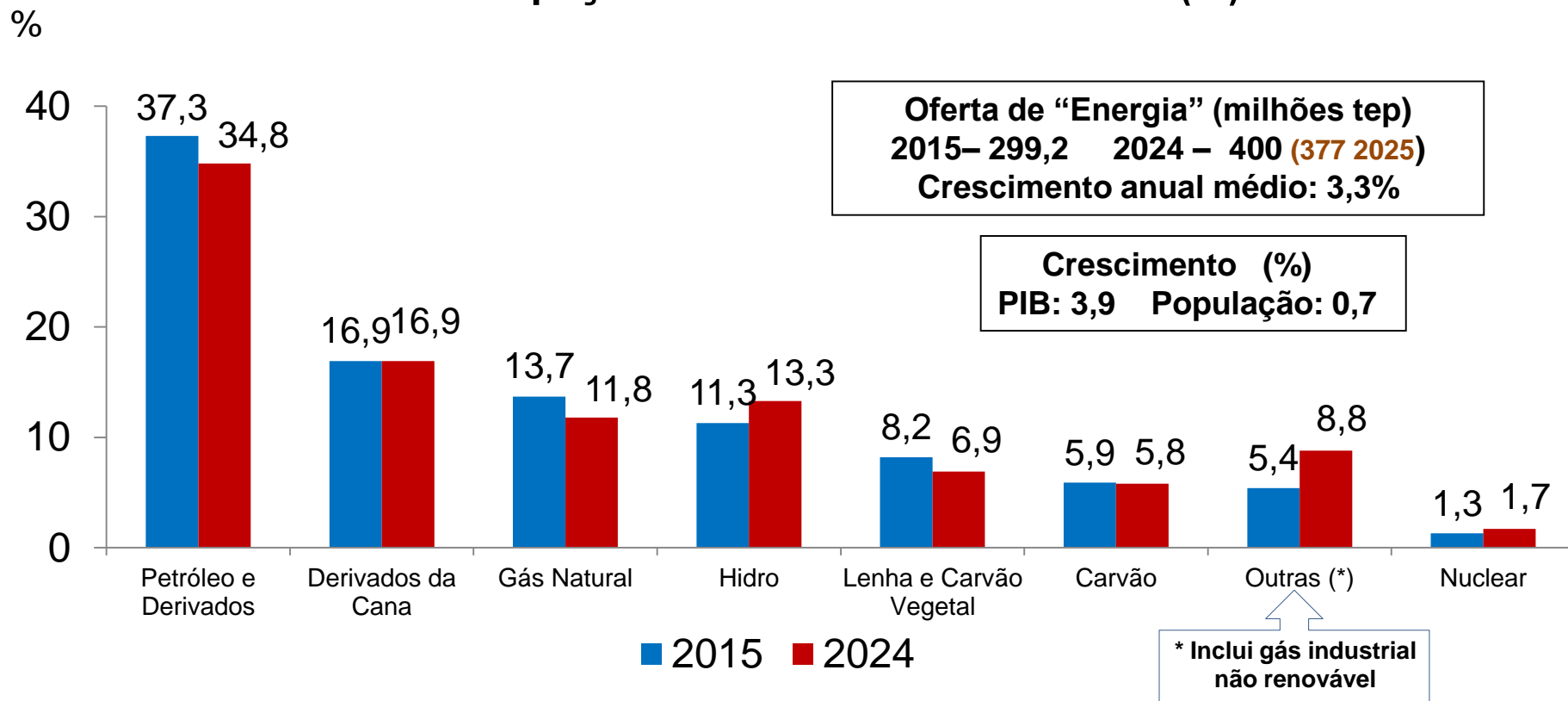


# Brasil - Fontes Renováveis de Energia Situação e Expansão



# BRASIL - MATRIZ DE OFERTA DE ENERGIA

## Participação das Fontes – 2015 / 2024 (%)



### Combustíveis Fósseis

Brasil: 2015 – **57,5%**    2024 – **53,1%**  
Mundo: 2015 – **80,9%**

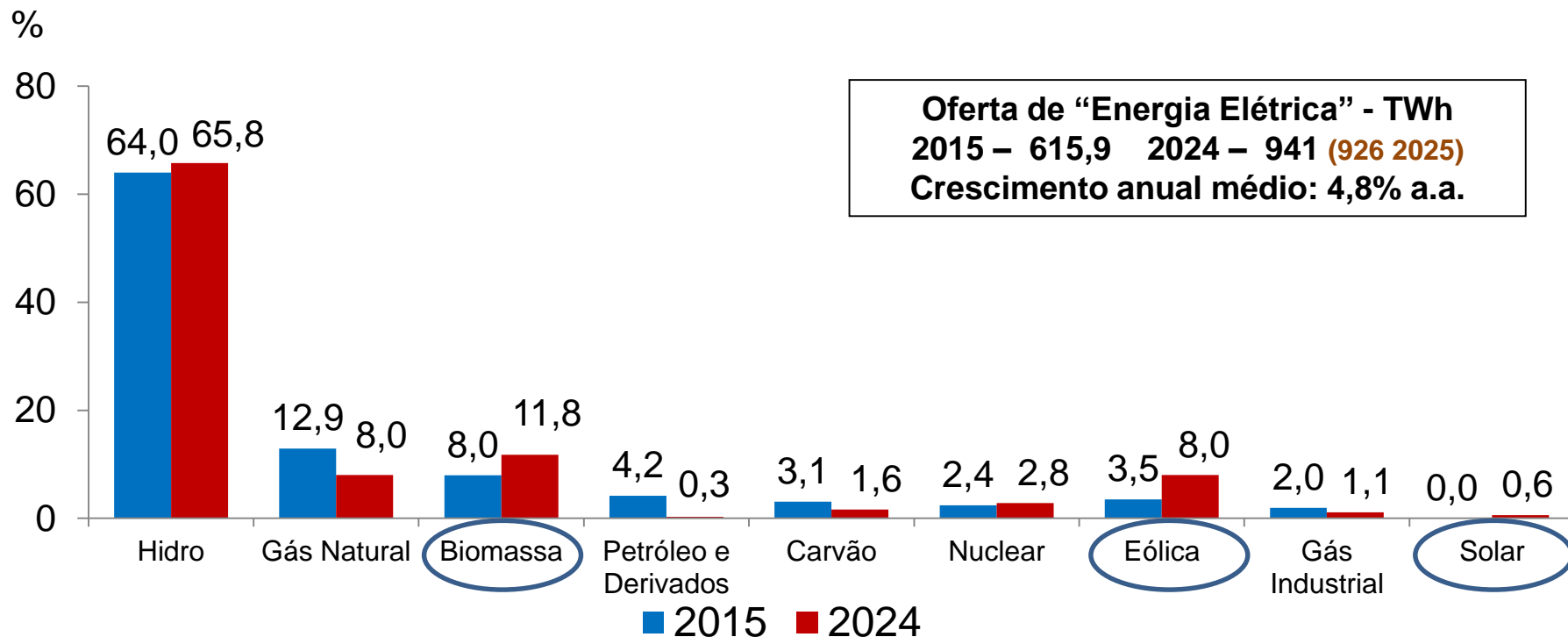
### Renováveis

Brasil: 2015 – **41,2%**    2024 – **45,2%**  
Mundo: 2015 – **14,3%**



# BRASIL - MATRIZ DE OFERTA DE ELETRICIDADE

## Participação das Fontes – 2015 / 2024 (%)



### Combustíveis Fósseis

Brasil: 2015 – **22,1%**    2024 – **11,0%**  
Mundo: 2015 – **65,4%**

### Renováveis

Brasil: 2015 – **75,5%**    2024 – **86,1%**  
Mundo: 2015 – **24,1%**



# Capacidade Instalada de Geração Em 21/11/2016 (MW)

<b>Tipo de Usina</b>	<b>nº de Usinas</b>	<b>MW</b>	<b>%</b>
Hidro	1.228	96.533	64,6
<i>UHE</i>	219	91.189	61,0
<i>PCH</i>	441	4.887	3,3
<i>CGH</i>	568	457	0,3
Eólica	401	9.798	6,6
Solar	42	23	0,02
Bioenergia	550	13.470	9,0
Óleo, Gás e Carvão(*)	2.385	27.586	18,5
Nuclear	2	1.990	1,3
<b>Total</b>	<b>4.608</b>	<b>149.400</b>	<b>100,0</b>
<i>Do qual renováveis (%):</i>	<i>2.221</i>	<i>119.825</i>	<i>80,2</i>

(\*) Inclui gás industrial



## CAPACIDADE INSTALADA DE GERAÇÃO ELÉTRICA (\*) (GW) PDE2024 e Previsão PDE2025

Fonte	2015	2024	2025	Estrutura (%)	
				2015	2025
Hidro	91,7	120,0	115,4	65,0	55,3
Nuclear	2,0	3,4	3,4	1,4	1,6
Gás Natural	12,4	23,2	23,3	8,8	11,2
Carvão	3,6	3,9	3,9	2,6	1,9
Óleo (**)	8,6	6,5	3,7	6,1	1,8
Gás Industrial (***)	1,7	1,9	1,6	1,2	0,8
Biomassa	13,3	21,1	23,4	9,4	11,2
Eólica	7,6	24,2	25,1	5,4	12,0
Solar	0,032	8,3	9-11	0,0	5,3
<b>TOTAL</b>	<b>140,9</b>	<b>212,5</b>	<b>210,8</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

(\*) Inclui autoprodutor cativo e sistemas isolados. Não inclui parte paraguaia de Itaipu.

(\*\*) Inclui óleo diesel e óleo combustível

(\*\*\*) Inclui gás de refinaria, gás de alto forno, gás de aciaria, gás de coqueria e gás de enxofre

**Operação em 21/11/2016:**  
**149,4 GW**



## Brasil - Expansão da Capacidade Instalada de Geração Elétrica MW – dez/2015 a dez/2024

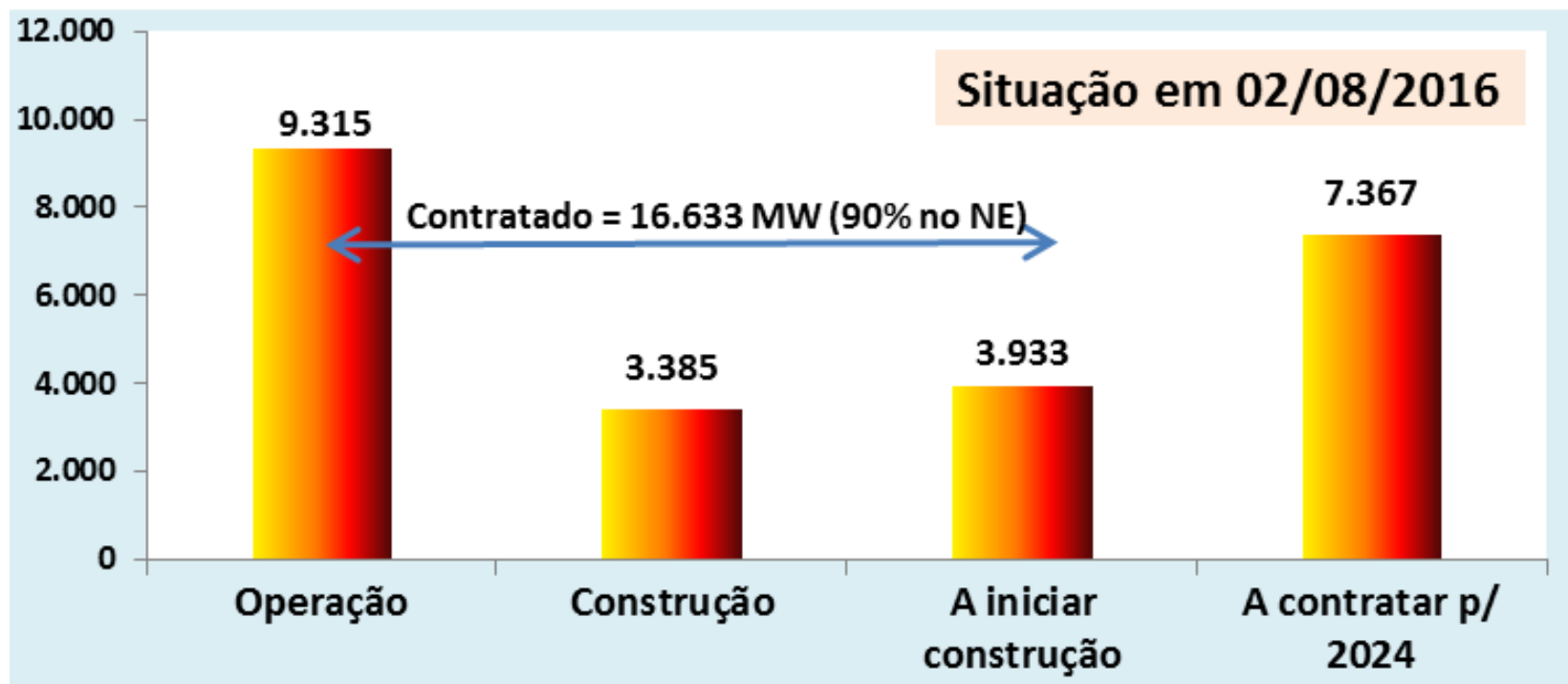
Fontes	2015-24	%
Hidro	28.350	39,6
<i>UHE</i>	25.134	35,1
<i>PCH</i>	3.216	4,5
<i>CGH</i>		
UTE	17.036	23,8
<i>Bioenergia</i>	7.764	10,8
<i>Fóssil</i>	9.272	12,9
Nuclear	1.410	2,0
Eólica	16.567	23,1
Solar	8.279	11,6
<b>Total</b>	<b>71.642</b>	<b>100,0</b>
% renováveis		85,1

**68.487 MW até 2025**





# Eólica – Operação, Construção, a Iniciar Construção (MW)



Total até 2024 = 24.000 MW, valor do PDE 2024 para o Sistema Interligado Nacional



## Eólica no Brasil em 2015

Estado	Geração (GWh)	Estrutura da Gera- ção (%)	Potência Instalada (MW)	Fator de Capacida- de (%)	Expansão no Ano (MW)
RN	7.476	34,6	2.388	41,2	764
CE	4.482	20,7	1.234	41,7	15
BA	3.999	18,5	1.218	42,9	377
RS	3.499	16,2	1.533	33,4	818
PI	898	4,2	503	34,7	415
PE	648	3,0	379	31,6	353
SC	320	1,5	242	15,2	4
PB	158	0,7	69	26,1	-
RJ	76	0,4	28	30,9	-
SE	65	0,3	35	21,5	-
PR	4	0,0	3	18,3	-
<b>Brasil</b>	<b>21.625</b>	<b>100</b>	<b>7.633</b>	<b>38,0</b>	<b>2.745</b>

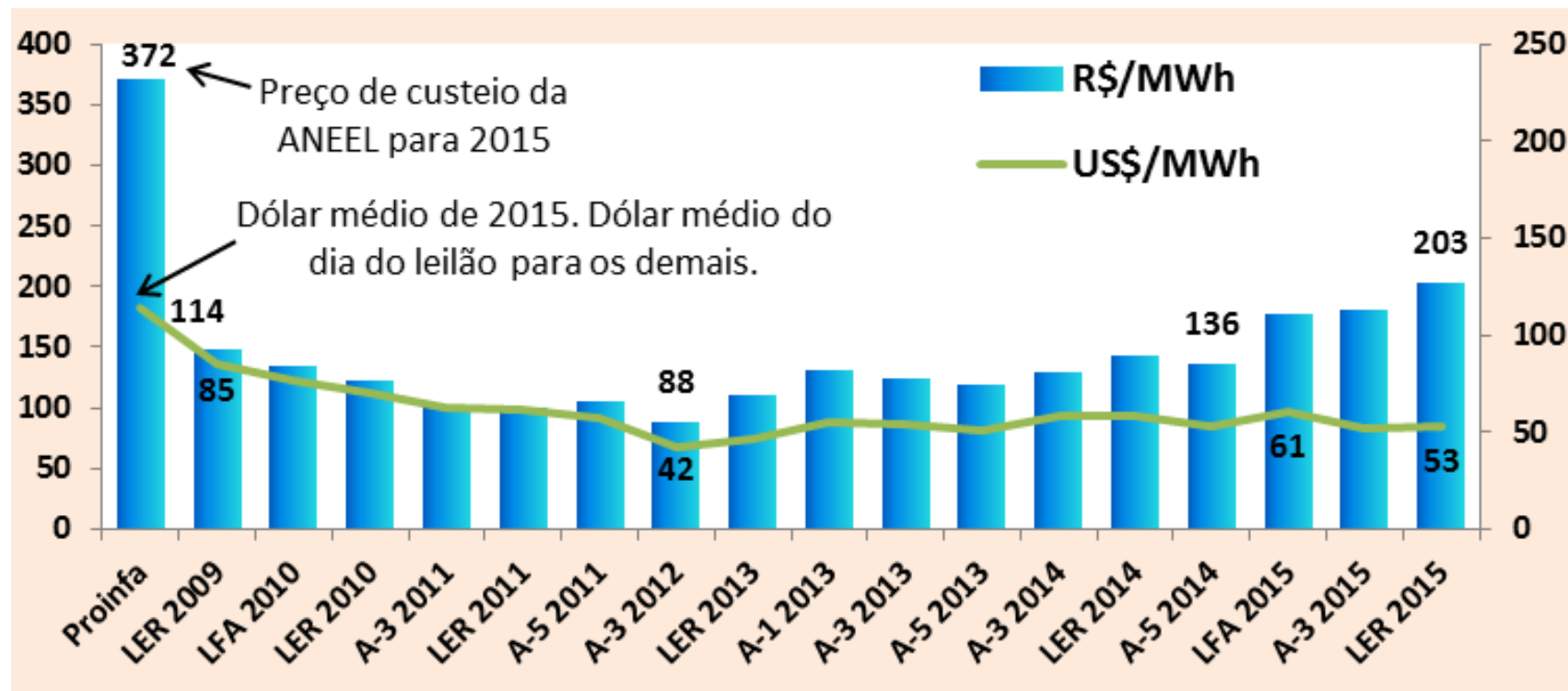


## Solar – Usinas Contratadas

Mês/ Ano	Projetos Contra- tados	Capaci- dade Instalada (MW)	Energia Contra- tada (MWe)	Início de Supri- mento	Período Contra- tado (anos)	Preço de Venda (R\$/ MWh)	Preço de Venda (U\$/ MWh)
10/2014	31	890	202	2017	20	215,5	88,2
08/2015	30	834	232	2017	20	301,6	84,3
11/2015	33	929	245	2018	20	297,4	78,2
<b>Total</b>	<b>94</b>	<b>2.653</b>	<b>679</b>				



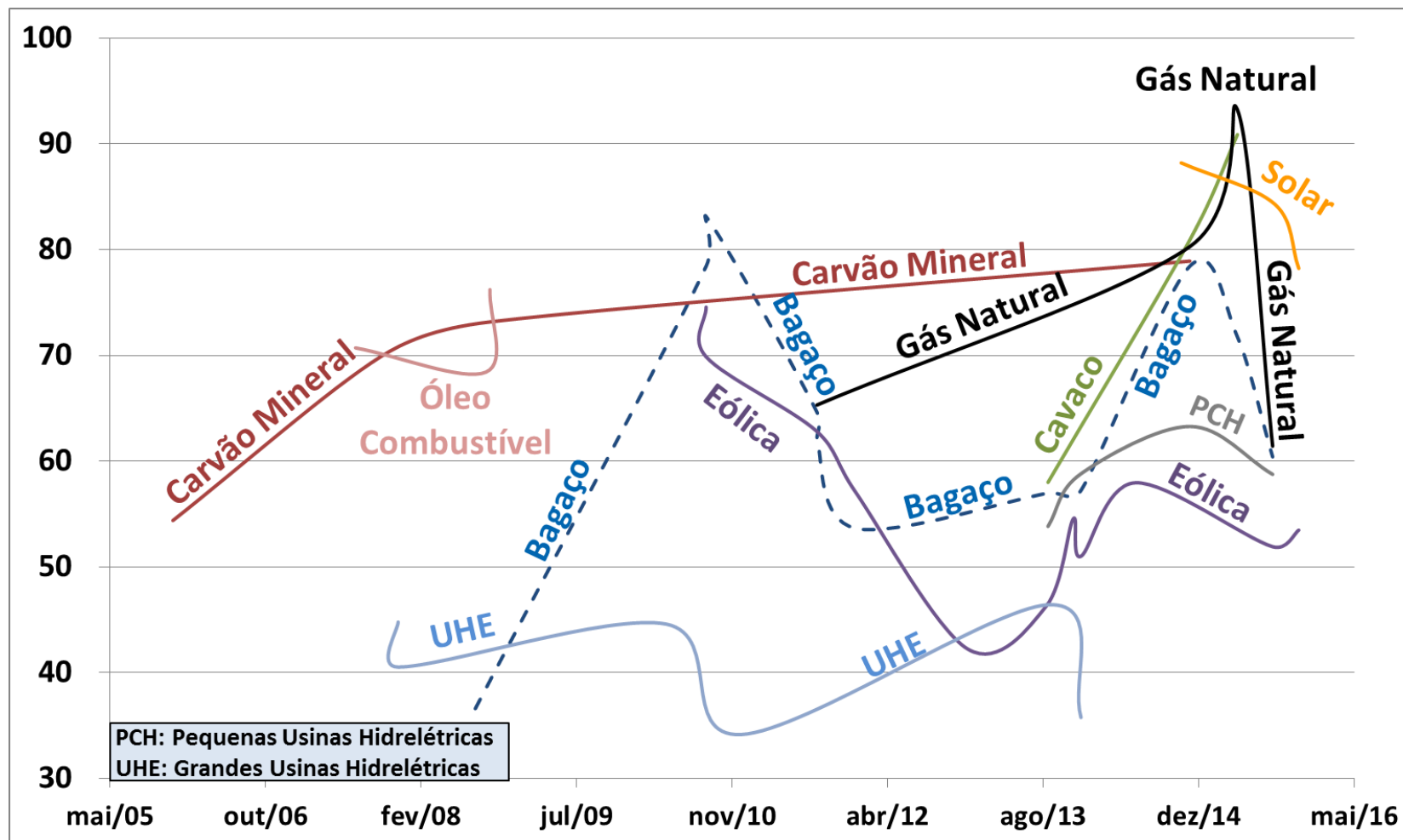
## Eólica – Preços de Leilões





# Brasil – Preços Médios de Leilões de Geração

(US\$/MWh - dólar do dia do leilão)



Em setembro de 2016 foi realizado o 1º LER de 2016, sendo contratados 180,3 MW, de PCH e CGH, ao preço médio de R\$ 227,02 R\$/MWh ou US\$ 70,00/MWh



# Leilões de Reserva e de Fontes Alternativas

**Leilão de Energia de Reserva (LER):** tem por objetivo elevar o patamar de segurança no fornecimento de energia elétrica ao SIN, a partir de usinas especialmente contratadas para este fim (Decreto 6.353, de 16/01/2008).

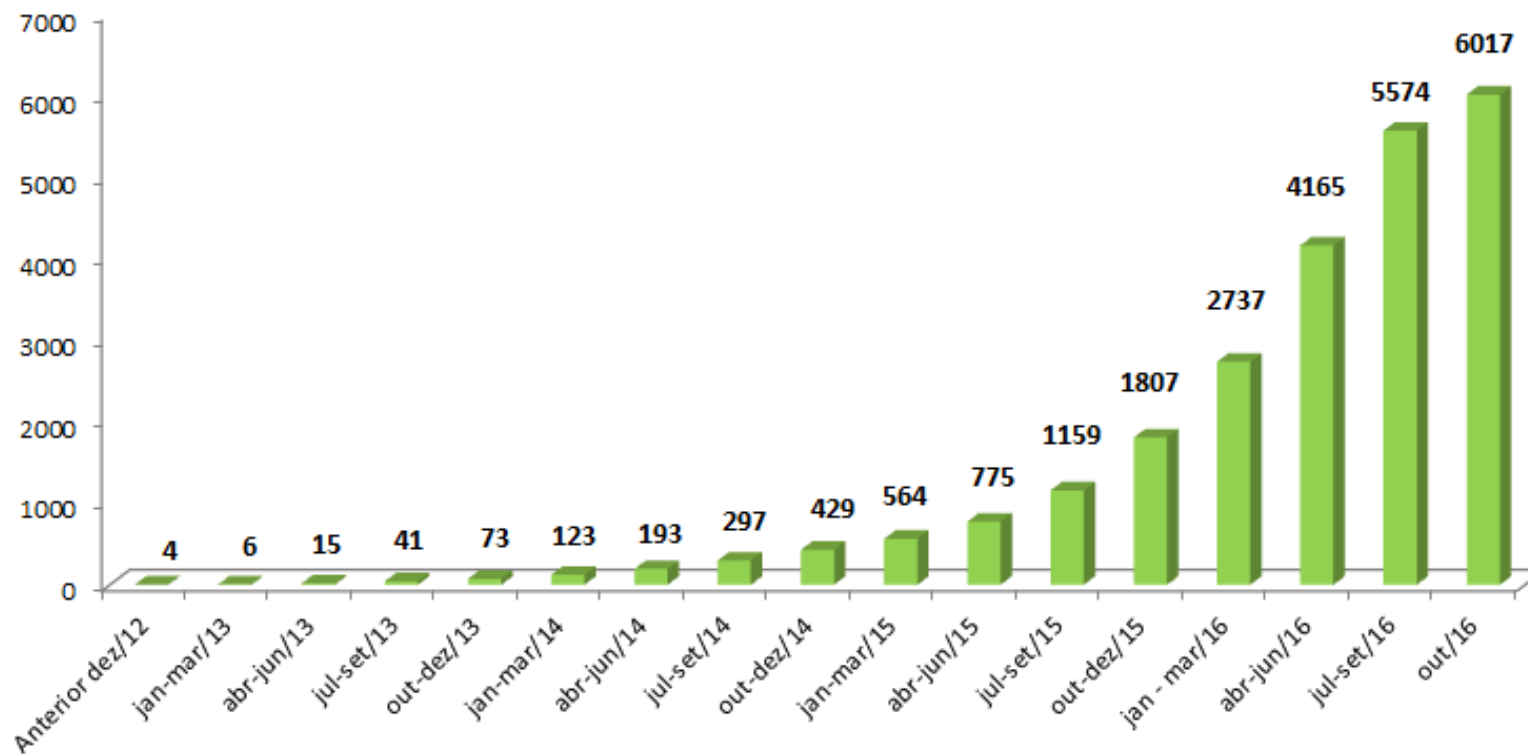
É objeto de contratação a energia proveniente de novos empreendimentos de geração e de empreendimentos existentes, neste caso, desde que: a) acrescentem energia firme ao SIN, ou b) sejam empreendimentos que não entraram em operação comercial, até a data de publicação do Decreto

**Leilão de Fontes Alternativas (LFA):** tem por objetivo incentivar a diversificação da matriz de energia elétrica, introduzindo fontes renováveis, como energia eólica, solar e da biomassa.



# Geração Distribuída Outubro 2016

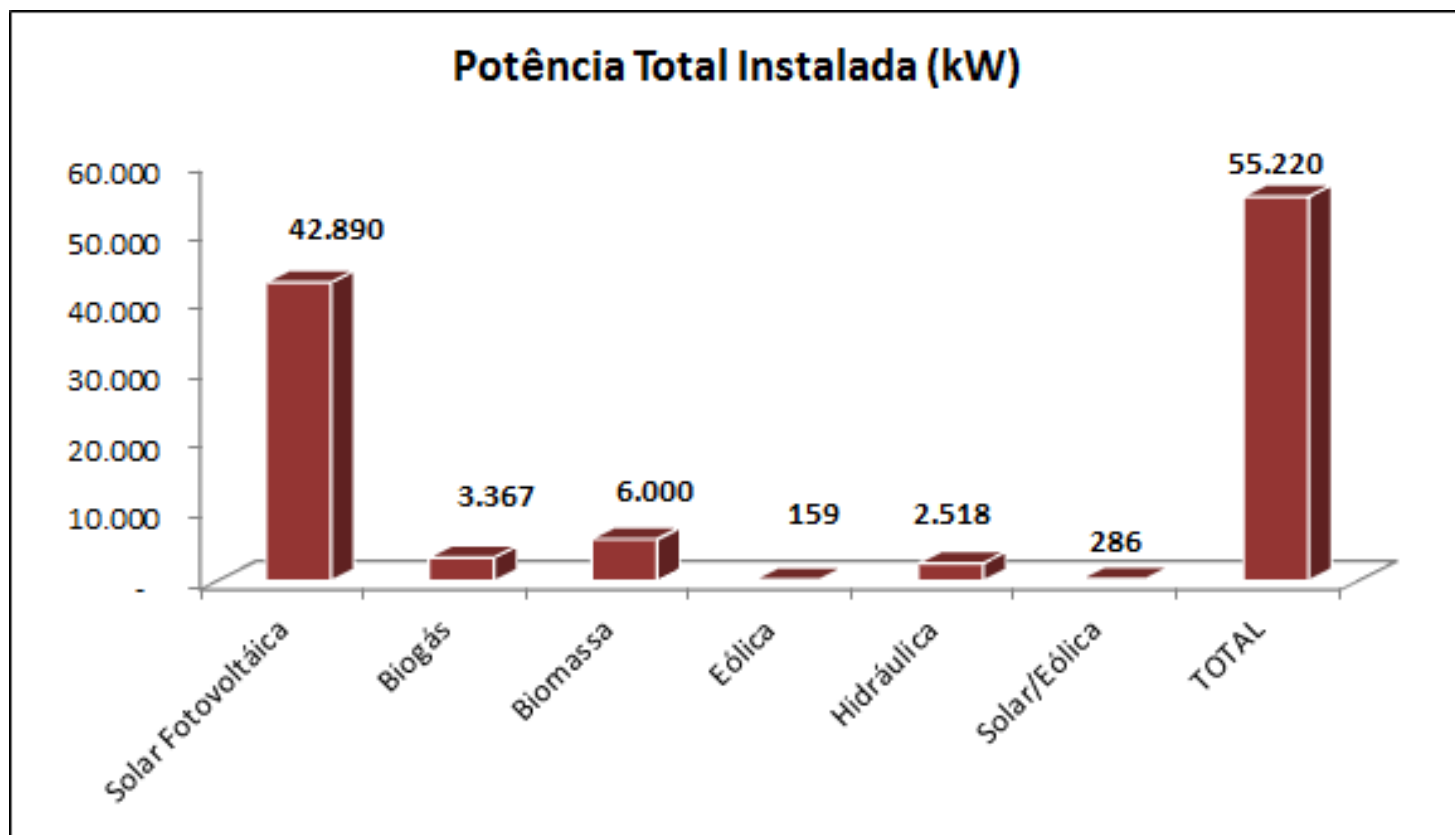
Número de conexões acumulado







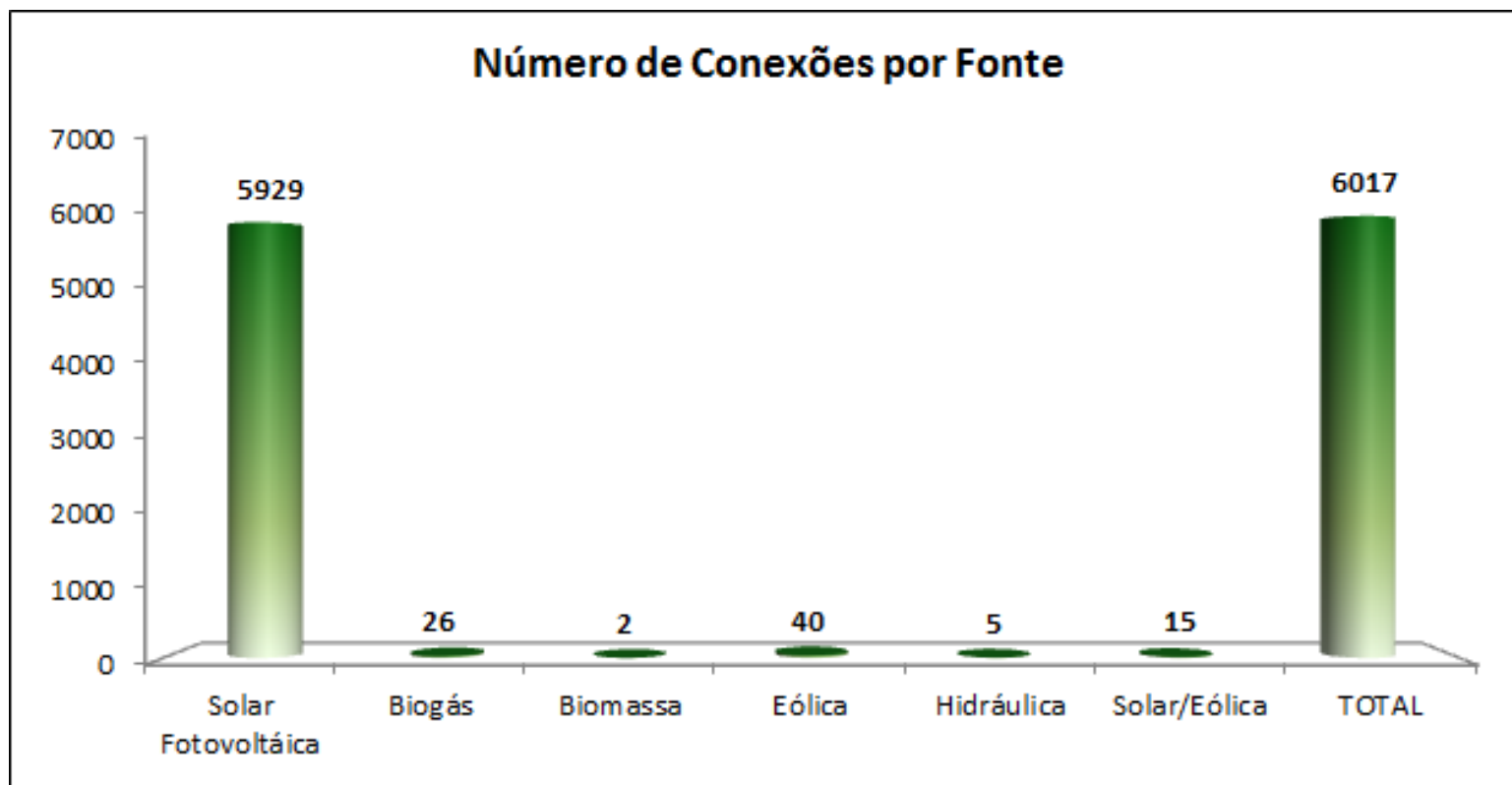
# Geração Distribuída Outubro 2016



**PNE 2050** preliminar: Potência distribuída de Solar: **50** a **60** GW em 2050 – Biogás: **5** a **6** GW de biogás em 2050  
Solar total em 2050: **100** a **120** GW.



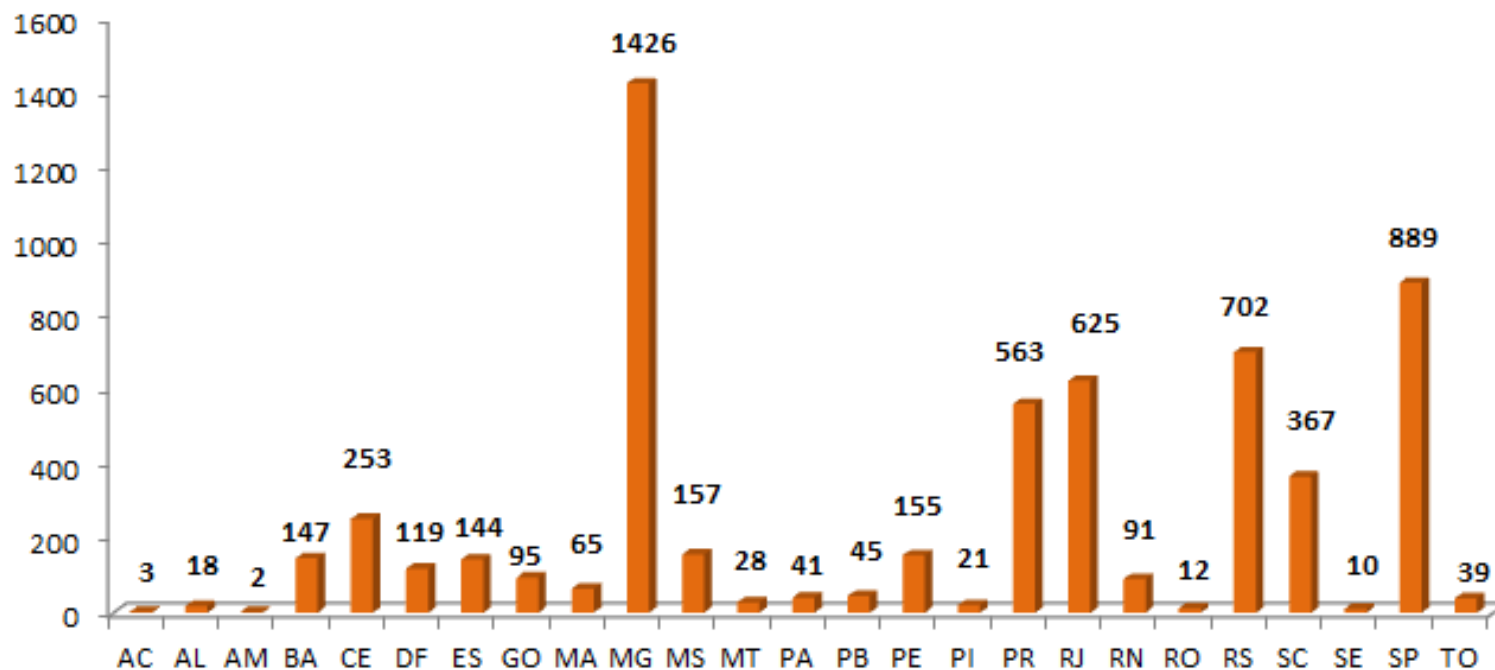
# Geração Distribuída Outubro 2016

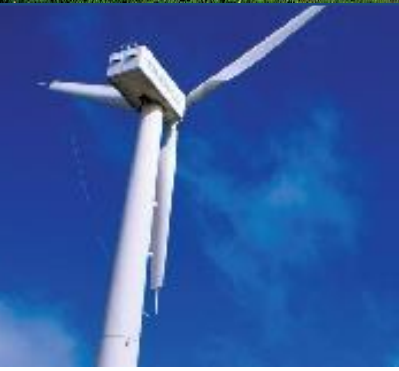




# Geração Distribuída Outubro 2016

Conexões por UF





MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

**OBRIGADO**

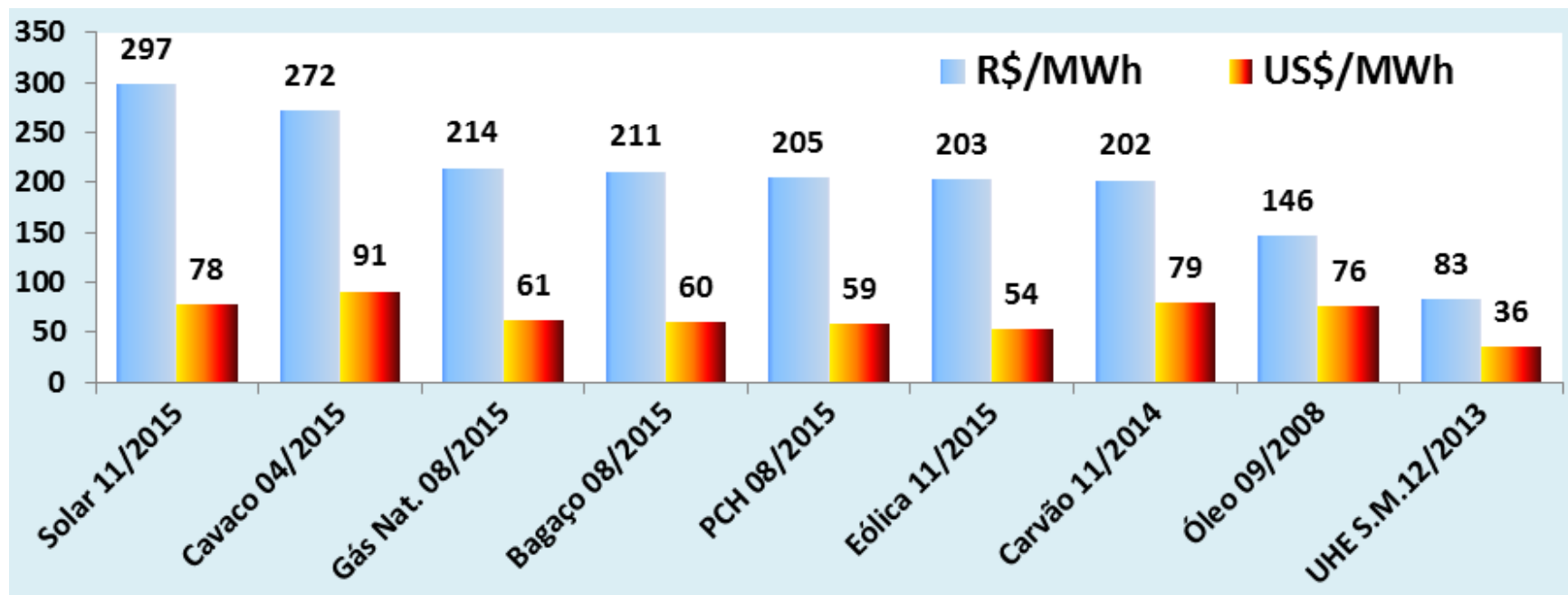
Moacir Carlos Bertol  
Secretario de Planejamento e Desenvolvimento Energético  
Adjunto  
Ministério de Minas e Energia

[www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br) / publicações e indicadores



## Brasil – Preços Médios de Leilões de Geração

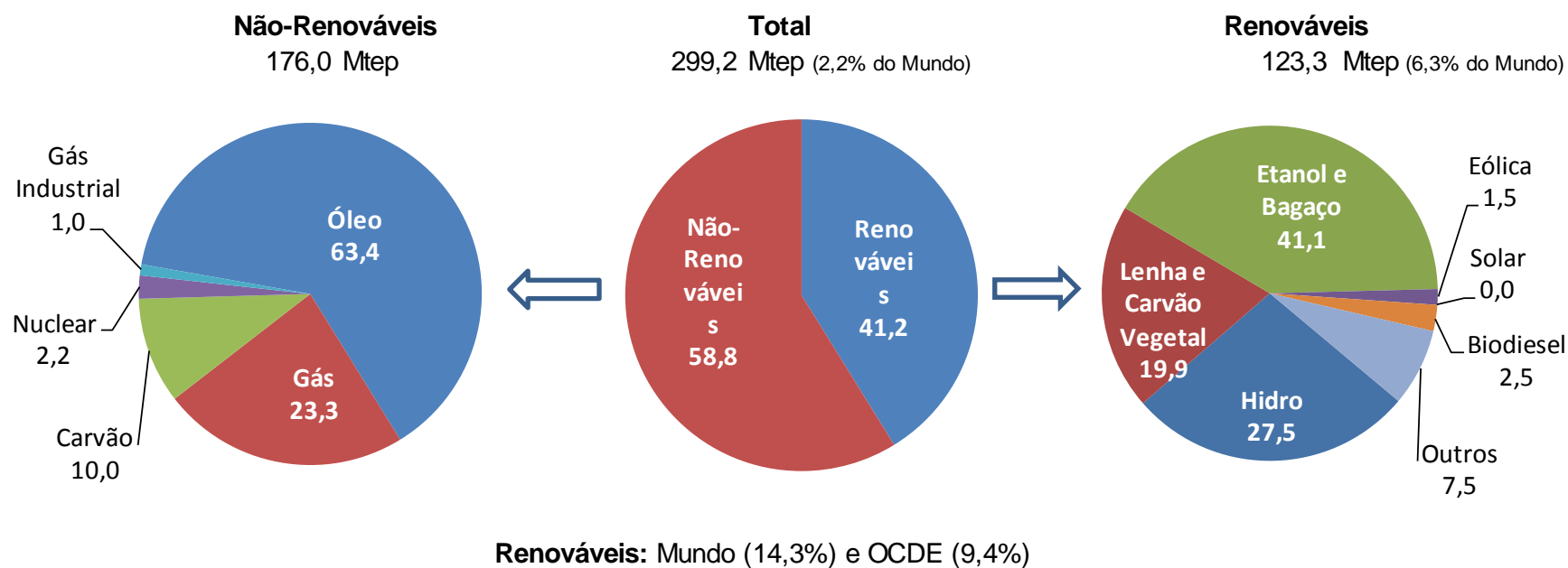
### Último Leilão (dólar do dia do leilão)



Em setembro de 2016 foi realizado o 1º LER de 2016, sendo contratados 180,3 MW, de PCH e CGH, ao preço médio de R\$ 227,02 R\$/MWh ou US\$ 70,00/MWh

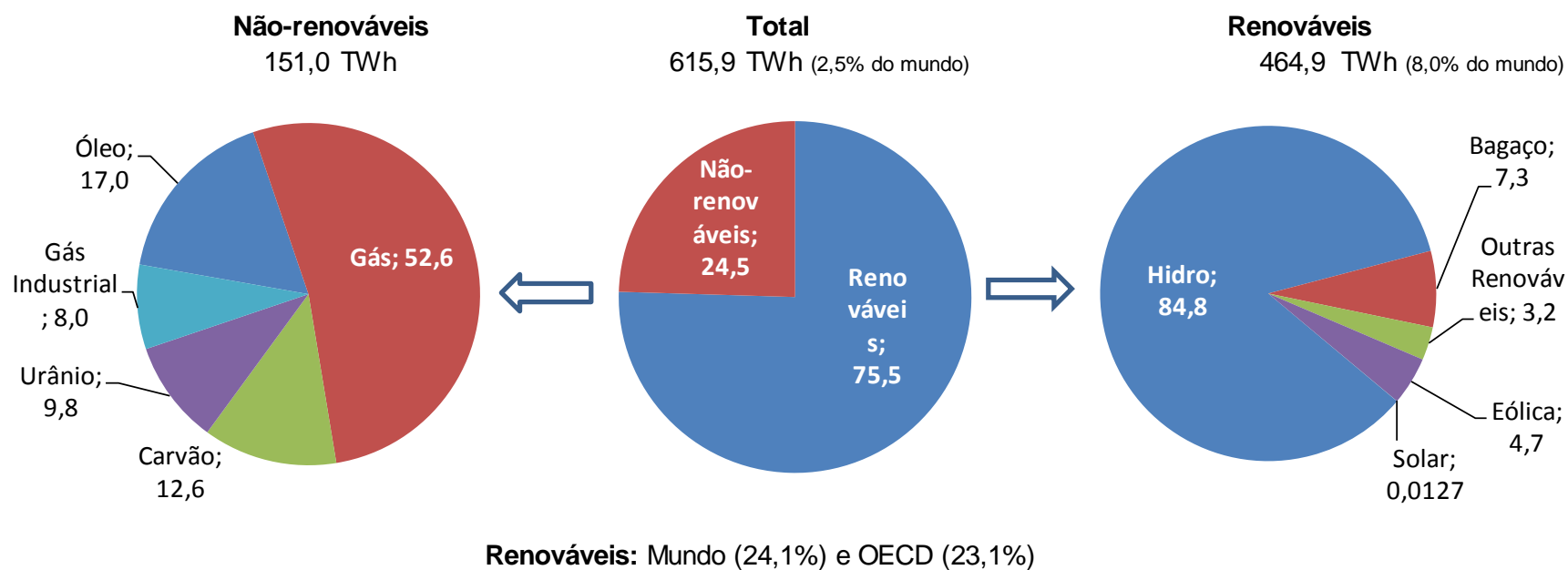


# Oferta Interna de Energia 2015 (%) - Brasil





# Oferta Interna de Energia Elétrica 2015 (%) - Brasil







# Matriz de Energia em Transporte 1973 e 2015 (%) – Brasil e Mundo

Fonte	Brasil		OCDE		Outros (*)		Mundo	
	1973	2015	1973	2015	1973	2015	1973	2015
Derivados de petróleo	98,7	76,5	95,7	92,5	83,2	90,0	94,4	92,1
Gás Natural	0,0	1,8	2,4	2,7	0,4	7,1	1,6	3,9
Carvão Mineral	0,01	0,0	1,1	0,01	13,5	0,4	3,0	0,1
Eletricidade	0,3	0,2	0,7	0,8	2,8	1,8	0,9	1,0
Bioenergia	1,0	<b>21,4</b>	0,0	<b>4,1</b>	0,08	<b>0,8</b>	0,06	<b>2,9</b>
<b>Total (%)</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Total - milhões tep</b>	<b>19</b>	<b>84</b>	<b>695</b>	<b>1.187</b>	<b>183</b>	<b>967</b>	<b>1.081</b>	<b>2.593</b>
% do mundo(**)	1,8	3,2	64,3	45,8	16,9	37,3		

(\*) Exclusive Brasil e países da OECD

(\*\*) Bunker, incluído apenas no mundo, completa 100%



# Matriz de Energia Industrial 1973 e 2015 (%) – Brasil e Mundo

Fonte	Brasil		OECD		Outros (*)		Mundo	
	1973	2015	1973	2015	1973	2015	1973	2015
Derivados de Petróleo	40,3	13,5	32,7	11,8	22,6	11,7	29,2	11,8
Gás Natural	0,1	11,8	26,1	33,0	18,9	14,2	23,1	19,5
Carvão Mineral	7,0	15,3	19,1	10,1	31,6	37,9	23,4	29,2
Eletricidade	11,1	20,0	16,6	32,4	20,0	25,6	17,8	27,4
Bioenergia	41,4	<b>39,3</b>	4,4	<b>9,9</b>	6,3	<b>5,3</b>	5,6	<b>7,7</b>
Calor	0,0	0,1	1,0	2,9	0,5	5,3	0,8	4,4
<b>Total (%)</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Total - milhões tep</b>	<b>23</b>	<b>85</b>	<b>958</b>	<b>793</b>	<b>559</b>	<b>1.877</b>	<b>1.540</b>	<b>2.755</b>
% do mundo	1,5	3,1	62,2	28,8	36,3	68,1		

(\*) Exclusive Brasil e países da OECD



# Oferta Interna de Energia 1973 e 2015 (%) – Brasil e Mundo

Fonte	Brasil		OCDE		Outros		Mundo	
	1973	2015	1973	2015	1973	2015	1973	2015
Óleo	45,6	37,3	52,6	35,8	29,9	24,1	46,1	30,8
Gás natural	0,4	13,7	18,9	25,2	12,9	20,2	16,0	21,4
Carvão	3,2	5,9	22,6	19,0	31,1	36,7	24,6	28,4
Urânio	0	1,3	1,3	10,0	0,2	1,8	0,9	4,9
Hidro	6,1	11,3	2,1	2,3	1,2	2,6	1,8	2,6
Outras não-renováveis	0	0,6	0	0,5	0	0,1	0	0,3
Outras renováveis	44,8	29,9	2,5	7,2	24,7	14,4	10,6	11,6
<i>Biomassa sólida</i>	44,3	22,9	2,4	4,2	24,7	13,0	10,5	9,5
<i>Biomassa líquida</i>	0,5	6,3	0	0,93	0	0,13	0	0,57
<i>Eólica</i>	0	0,62	0	0,88	0	0,28	0	0,51
<i>Solar</i>	0	0,0005	0	0,52	0	0,58	0	0,53
<i>Geotérmica</i>	0	0	0,16	0,66	0	0,44	0,1	0,51
<b>Total (%)</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<i>dos quais renováveis</i>	50,8	<b>41,2</b>	4,6	<b>9,4</b>	26,0	<b>17,1</b>	12,5	<b>14,3</b>
<b>Total - milhões tep</b>	<b>82</b>	<b>299</b>	<b>3.741</b>	<b>5.185</b>	<b>2.105</b>	<b>7.814</b>	<b>6.109</b>	<b>13.653</b>
<i>% do mundo</i>	1,3	2,2	61,2	38,0	34,5	57,2		

Notas: a) estimativas N3E/MME para o último ano, a exceção do Brasil; b) somente o Mundo inclui bunker: 2,6% da OIE em 2015; c) carvão inclui gases da indústria siderúrgica



# Oferta Interna de Energia Elétrica 1973 e 2015 (%) – Brasil e Mundo

Fonte	Brasil		OCDE		Outros		Mundo	
	1973	2015	1973	2015	1973	2015	1973	2015
Óleo	7,2	4,2	25,4	2,2	23,1	4,6	24,6	3,8
Gás	0,5	12,9	11,6	24,1	14,2	21,4	12,2	22,3
Carvão	1,7	3,1	37,9	31,6	40,9	47,3	38,3	39,1
Urânio	0	2,4	4,2	18,7	0,9	4,2	3,3	10,6
Hidro	89	64,0	20,5	12,9	19,3	18,7	21,0	17,1
Outras não-renováveis	0	2,0	0	0,4	0	0,1	0,1	0,1
Outras renováveis	1,2	11,5	0,3	10,2	1,6	3,8	0,6	7,0
<i>Biomassa sólida</i>	1,2	8,0	0,2	2,8	1,6	0,9	0,5	2,1
<i>Eólica</i>	0,0	3,5	0	5,0	0	2,0	0	3,5
<i>Solar</i>	0	0,01	0	1,9	0	0,7	0	1,0
<i>Geotérmica</i>	0	0	0,1	0,5	0	0,2	0,1	0,3
<b>Total (%)</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<i>dos quais renováveis</i>	90,6	<b>75,5</b>	20,8	<b>23,1</b>	20,9	<b>22,5</b>	21,5	<b>24,1</b>
<b>Total (TWh)</b>	<b>65</b>	<b>616</b>	<b>4.472</b>	<b>10.681</b>	<b>1.579</b>	<b>12.895</b>	<b>6.115</b>	<b>24.364</b>
<i>% do mundo</i>	1,1	2,5	73,1	43,8	25,8	52,9		

Notas: a) dados do mundo e outras regiões de 2015, estimados pelo N3E/SPE; b) biomassa sólida inclui biogás.