



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

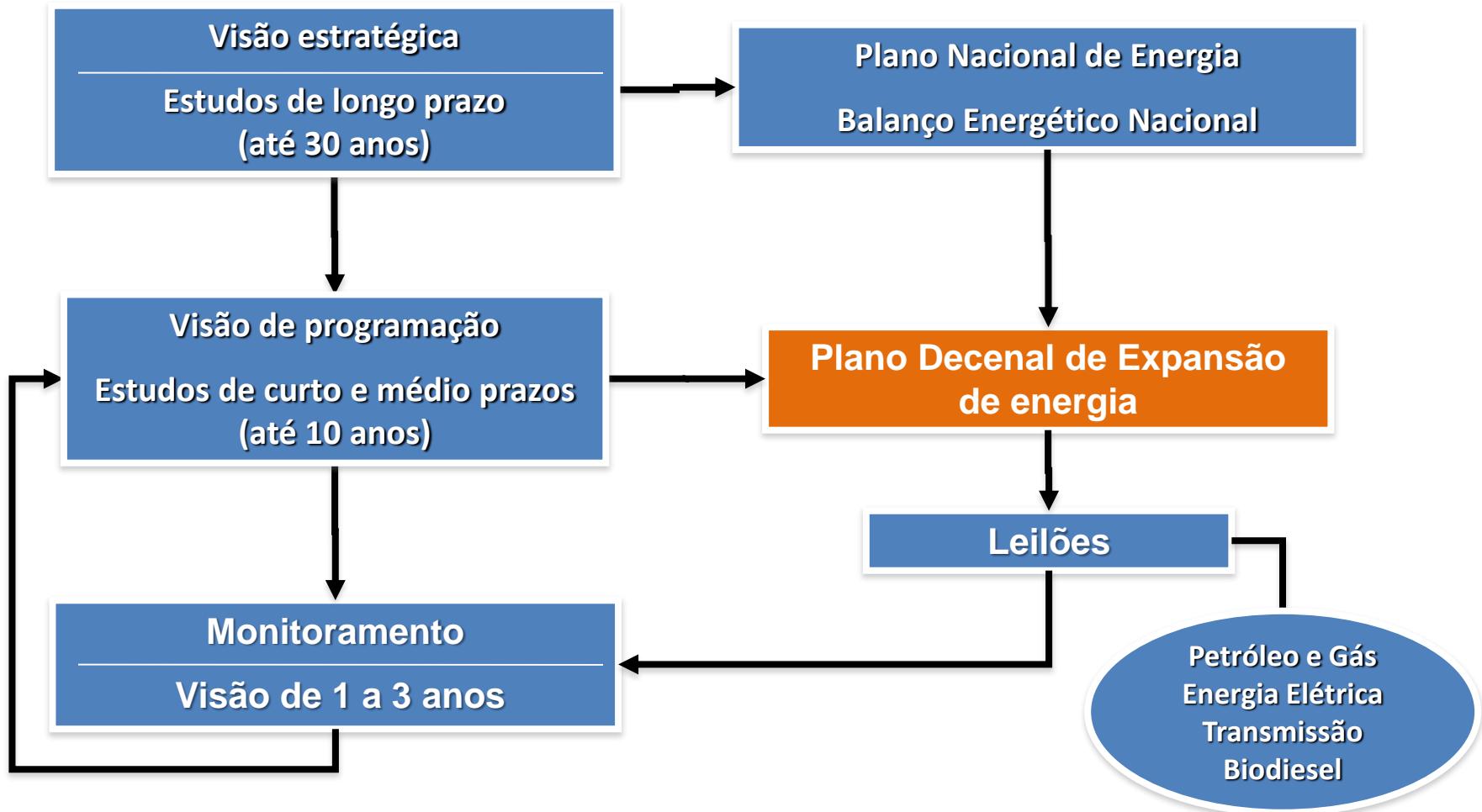


Política Energética

- 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





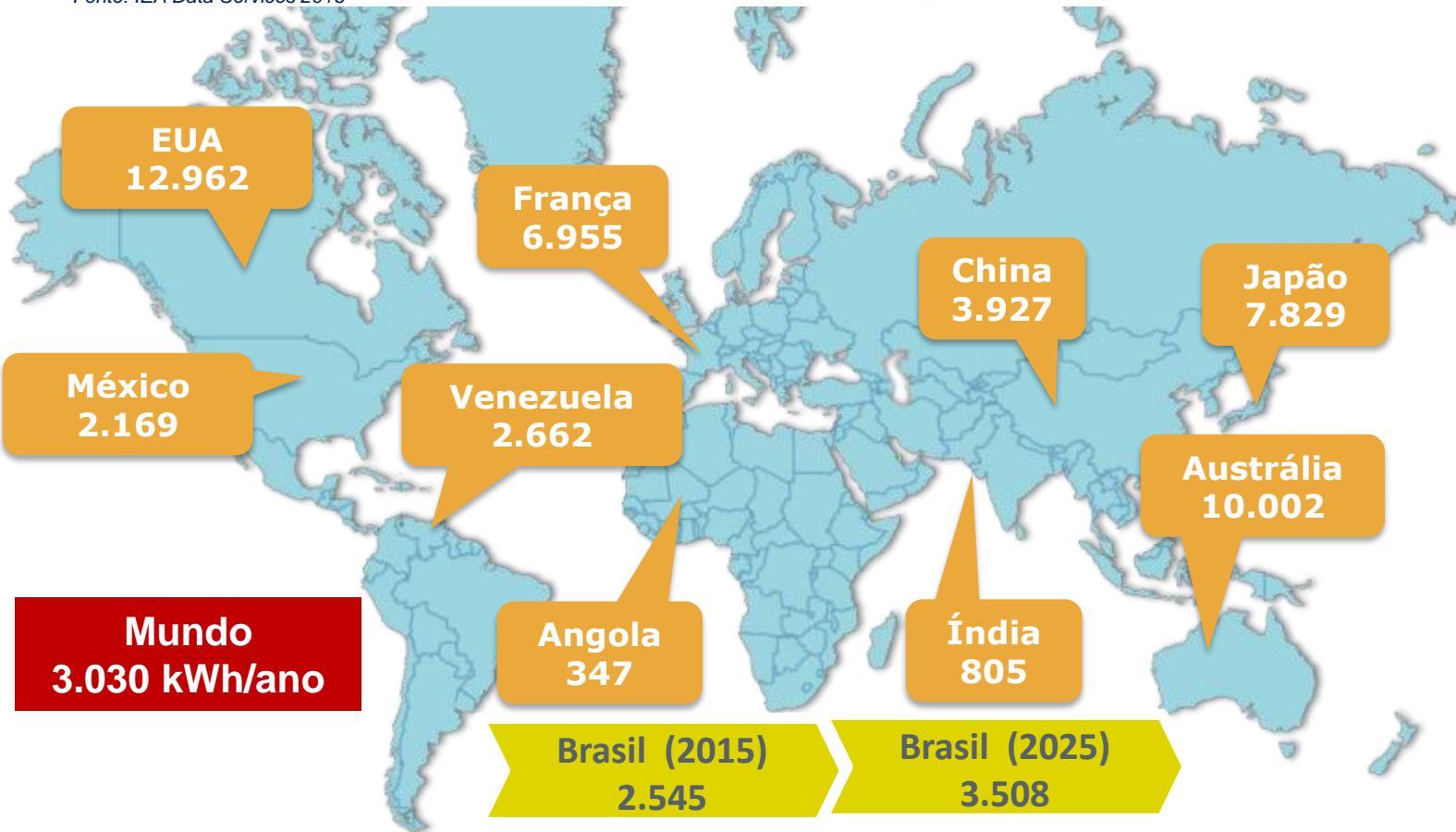
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Mundo - Fontes Renováveis de Energia



Consumo Per Capita - 2014 (kWh/ano)

Fonte: IEA Data Services 2016





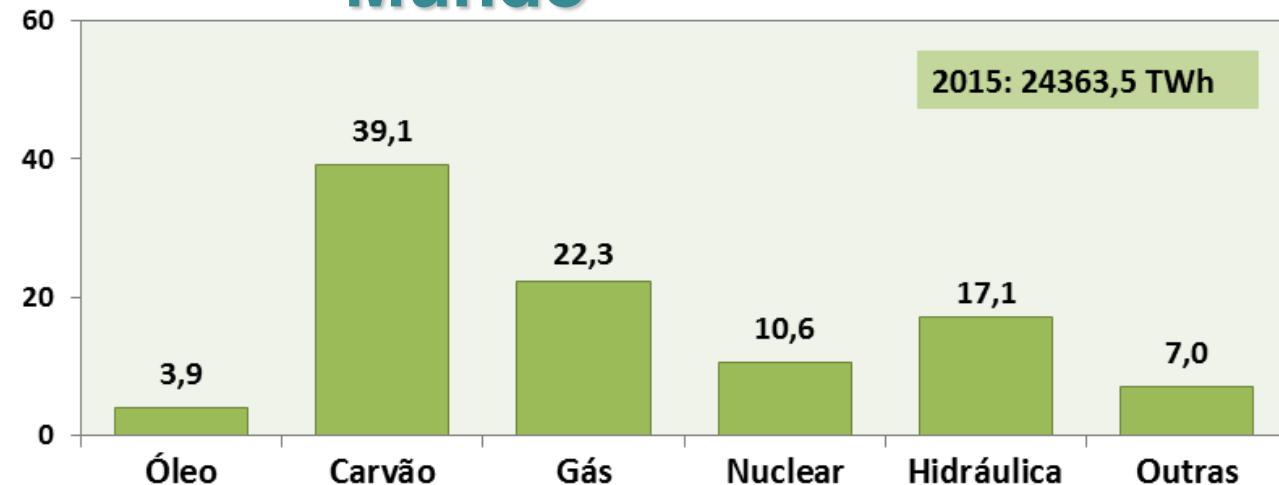
Matrizes de Geração Elétrica 2015 (%)

Mundo

Renováveis: 24,1%

Eólica: 841,2 TWh (3,5%)

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

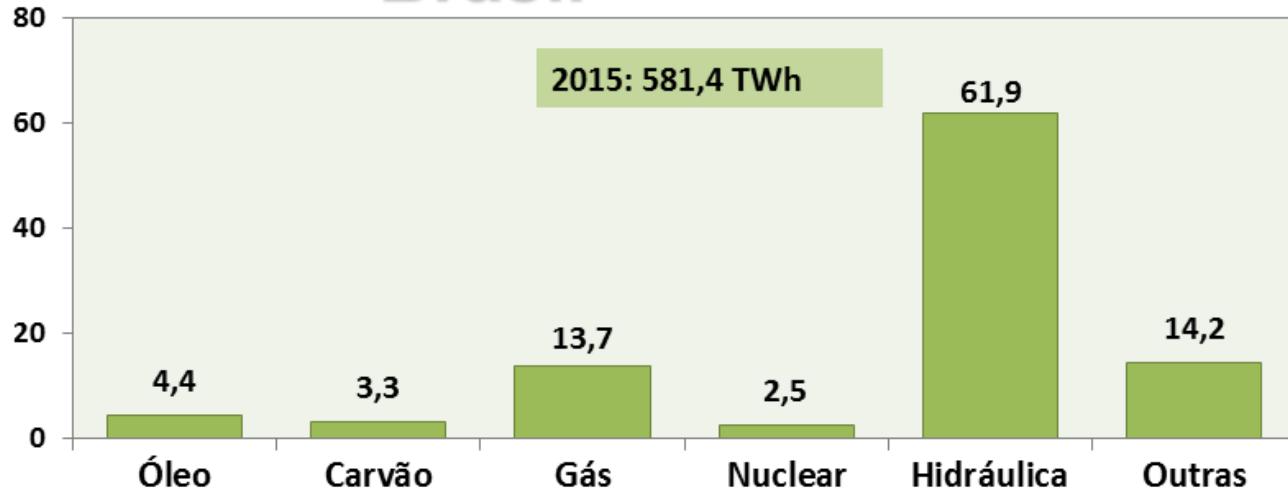


Brasil

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 |
| Brasil | - | - | 0,1 | 0,7 | 1,0 | 1,0 | 1,7 | 2,6 |
| 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 |
| Mundo (%) | 100,0 |
| Mundo (TWh) | 0,011 | 3,6 | 31,5 | 341,5 | 526,5 | 643,7 | 716,5 | 841,2 |
| %/total* | - | 0,0 | 0,2 | 1,6 | 2,3 | 2,8 | 3,0 | 3,5 |

* % 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 |
| | Mundo | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| | Mundo (TWh) | 0,4 | 1,1 | 33,3 | 142,6 | 190,8 | 253,0 |
| | %/total * | 0,003 | 0,007 | 0,16 | 0,6 | 0,8 | 1,0 |

* % 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

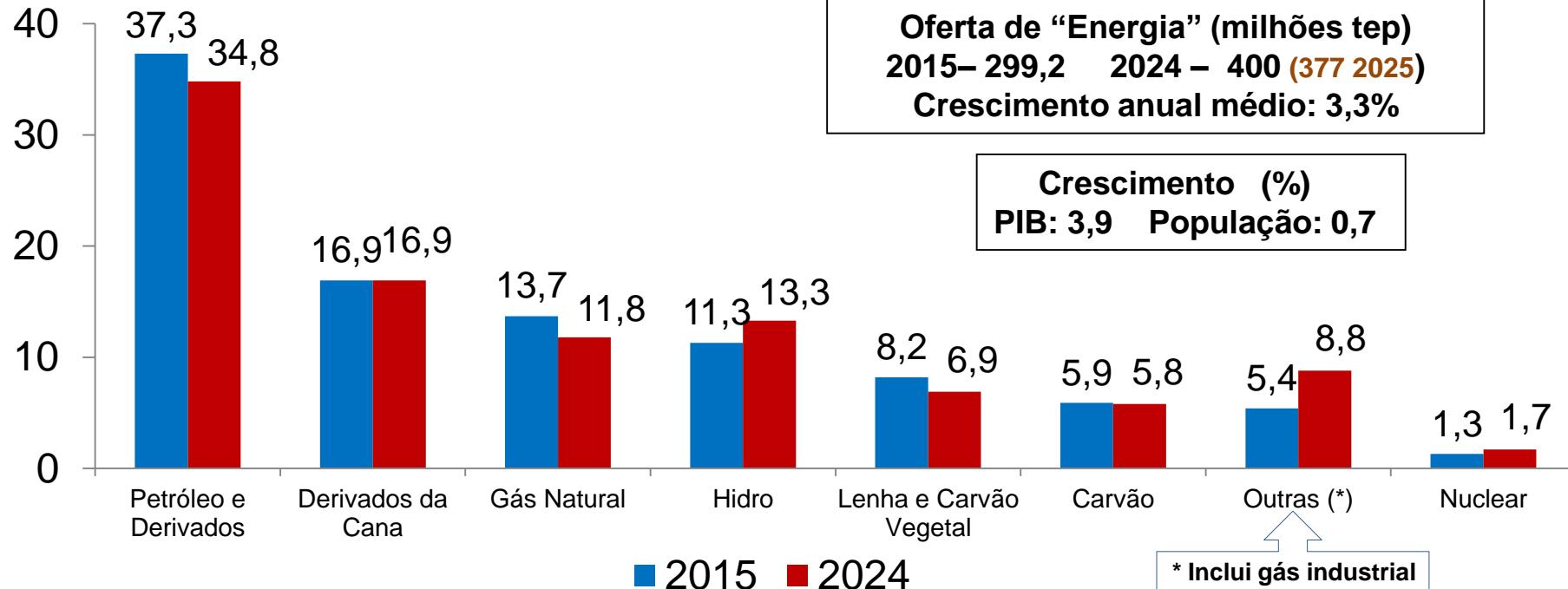
Brasil - Fontes Renováveis de Energia Situação e Expansão



BRASIL - MATRIZ DE OFERTA DE ENERGIA

Participação das Fontes – 2015 / 2024 (%)

%



Combustíveis Fósseis

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

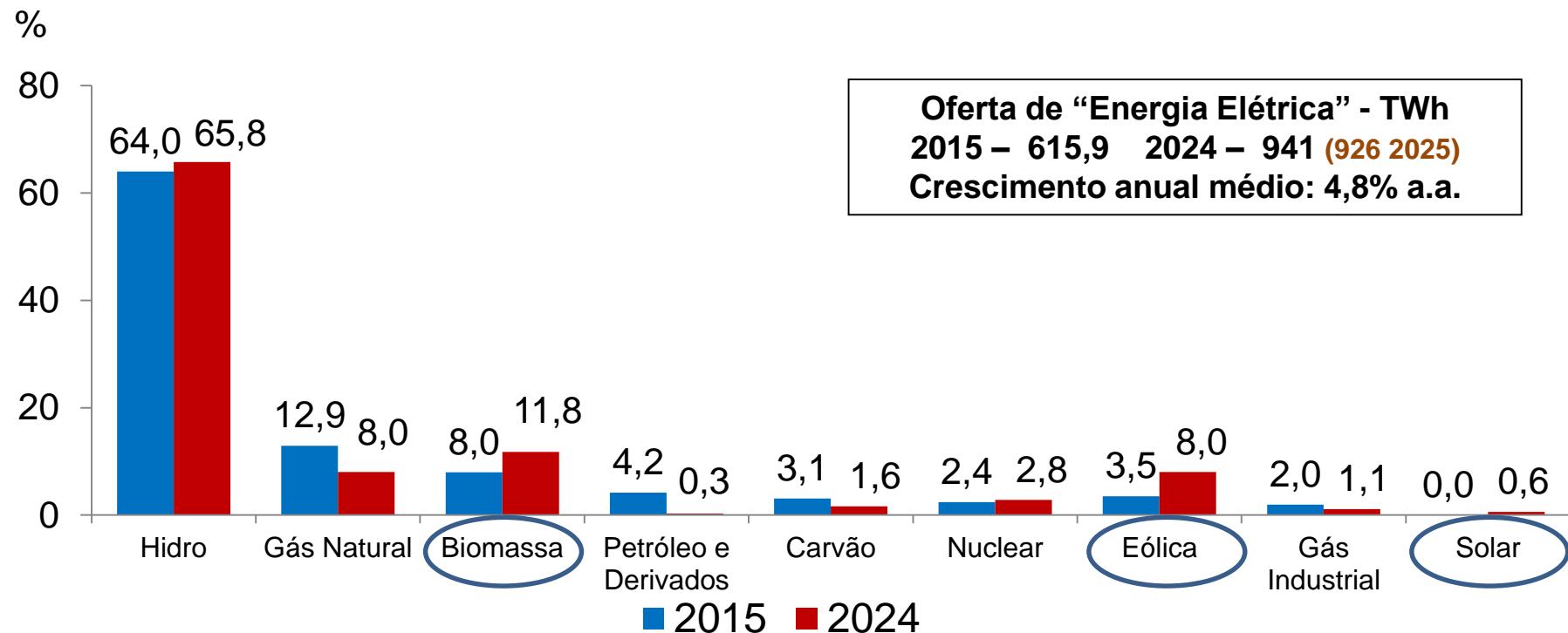
Renováveis

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)

| Tipo de Usina | nº de Usinas | MW | % |
|--------------------------------|--------------|----------------|--------------|
| 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 |
| Total | 4.608 | 149.400 | 100,0 |
| <i>Do qual renováveis (%):</i> | 2.221 | 119.825 | 80,2 |

(*) 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 |
| TOTAL | 140,9 | 212,5 | 210,8 | 100 | 100 |

(*) 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



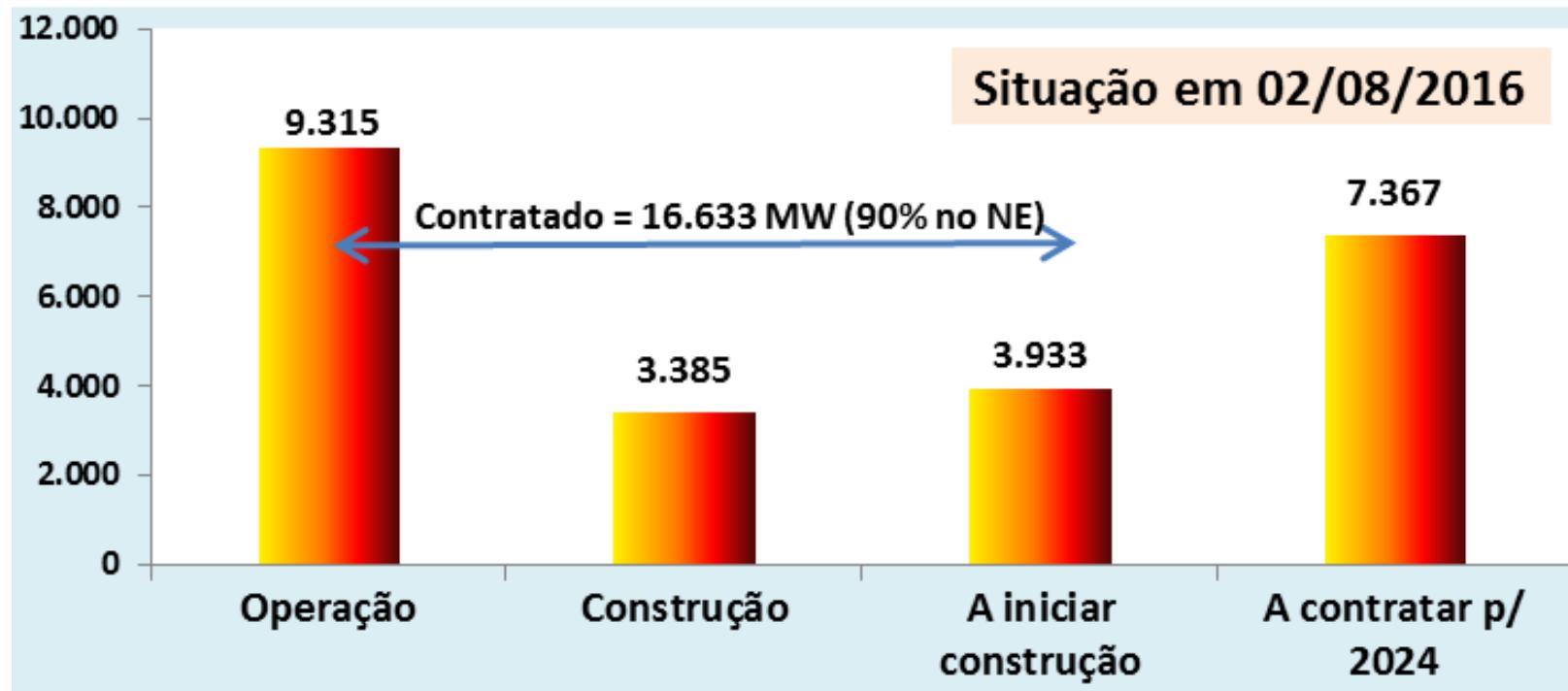
Brasil - Expansão da Capacidade Instalada de Geração Elétrica

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 |
| Total | 71.642 | 100,0 |
| % 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 Geração (%) | Potência Instalada (MW) | Fator de Capacidade (%) | 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 | - |
| Brasil | 21.625 | 100 | 7.633 | 38,0 | 2.745 |

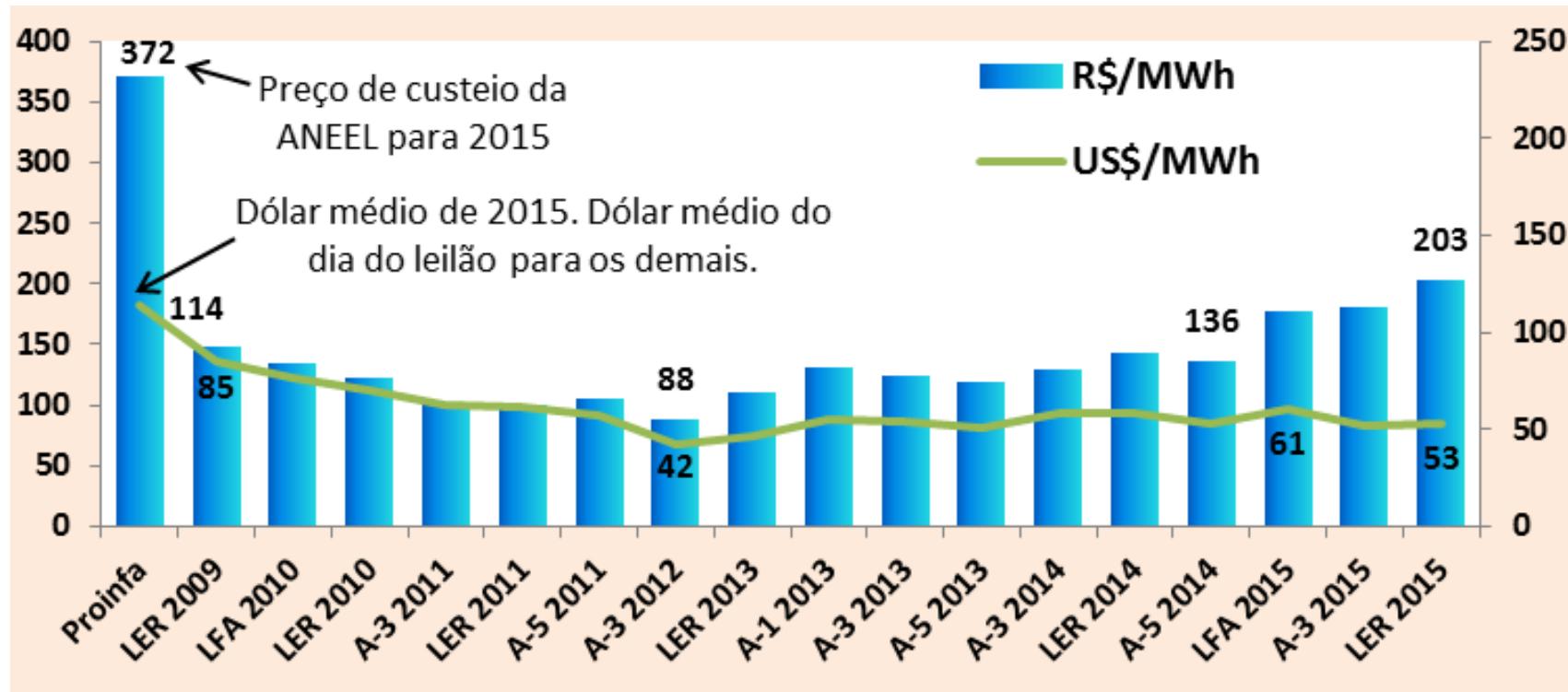


Solar – Usinas Contratadas

| 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 |
| Total | 94 | 2.653 | 679 | | | | |



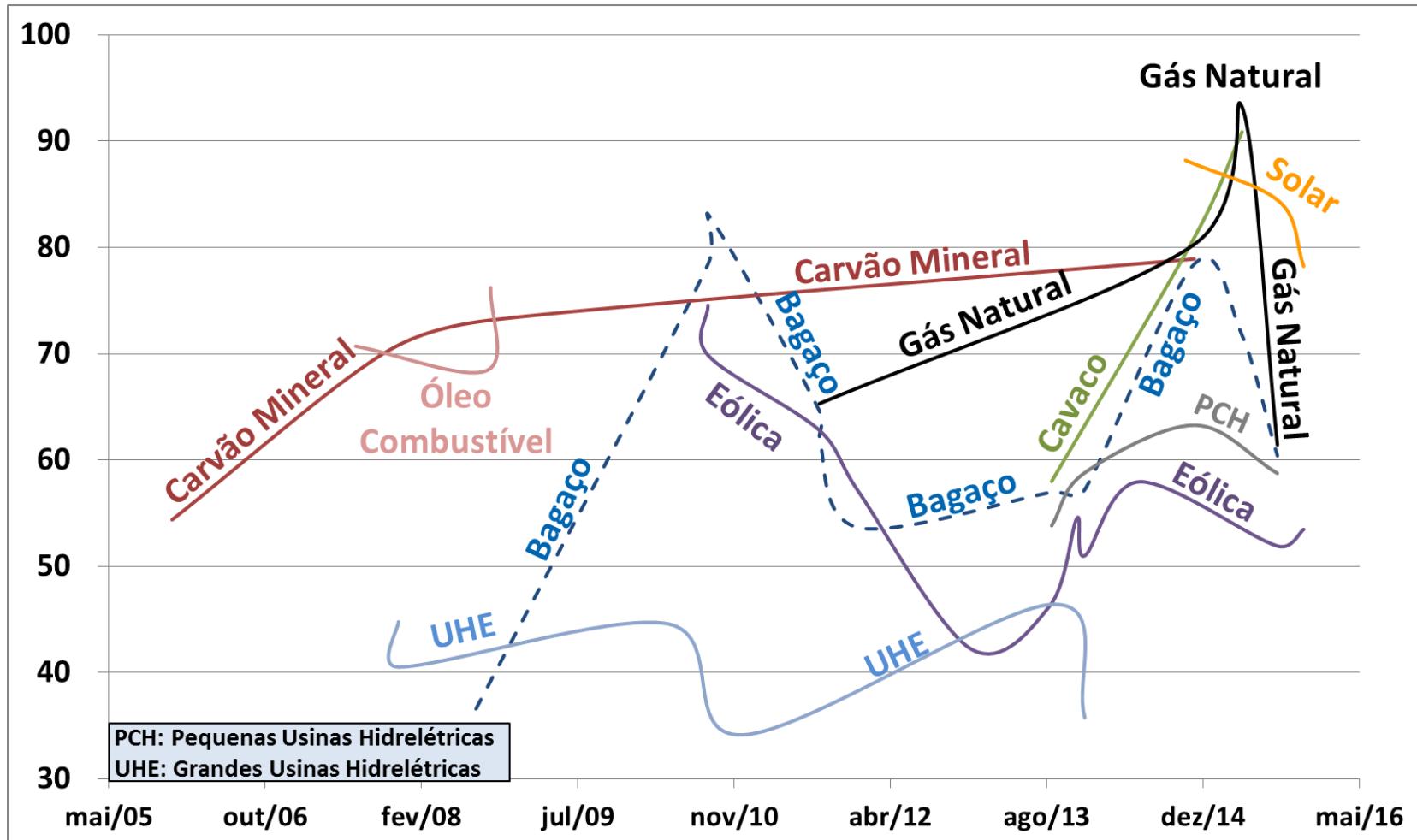
Eólica – Preços de Leilões





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).

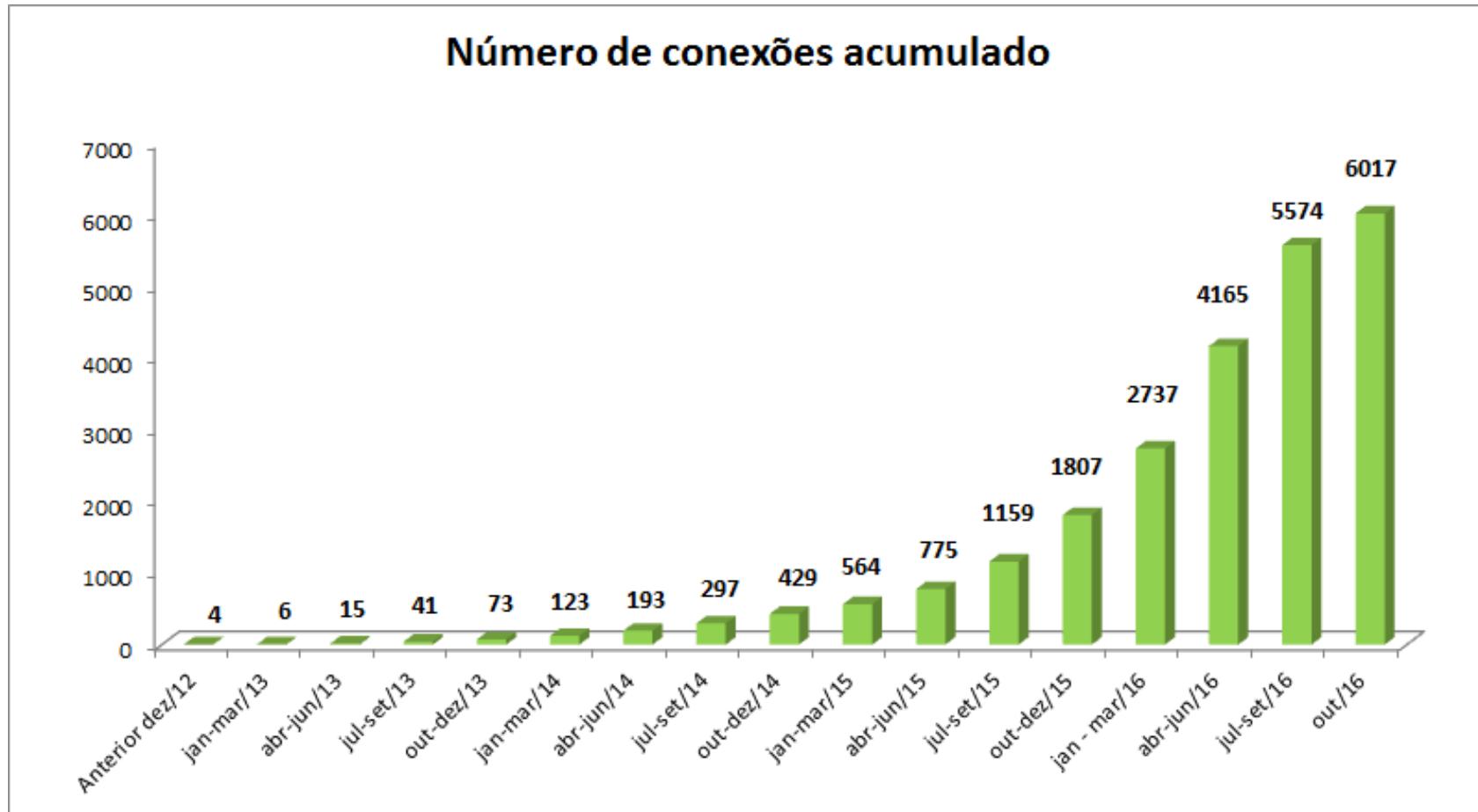
É objeto de contratação a energia proveniente de novos empreendimentos de geração e de empreendimentos existentes, neste caso, desde que: a) acrescentem energia firme ao SIN, ou b) sejam empreendimentos que não entraram em operação comercial, até a data de publicação do Decreto

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.



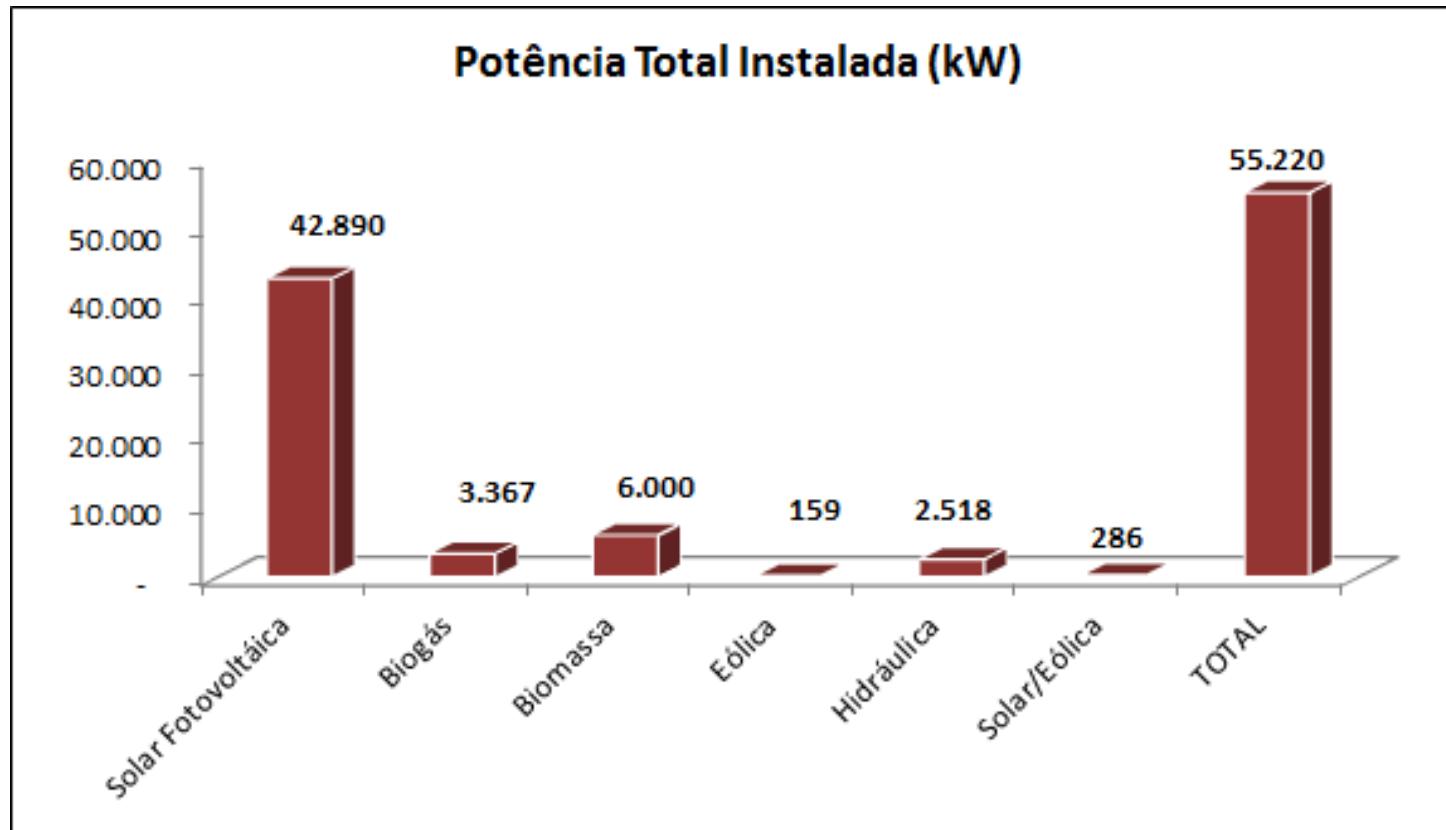
Geração Distribuída

Outubro 2016





Geração Distribuída Outubro 2016

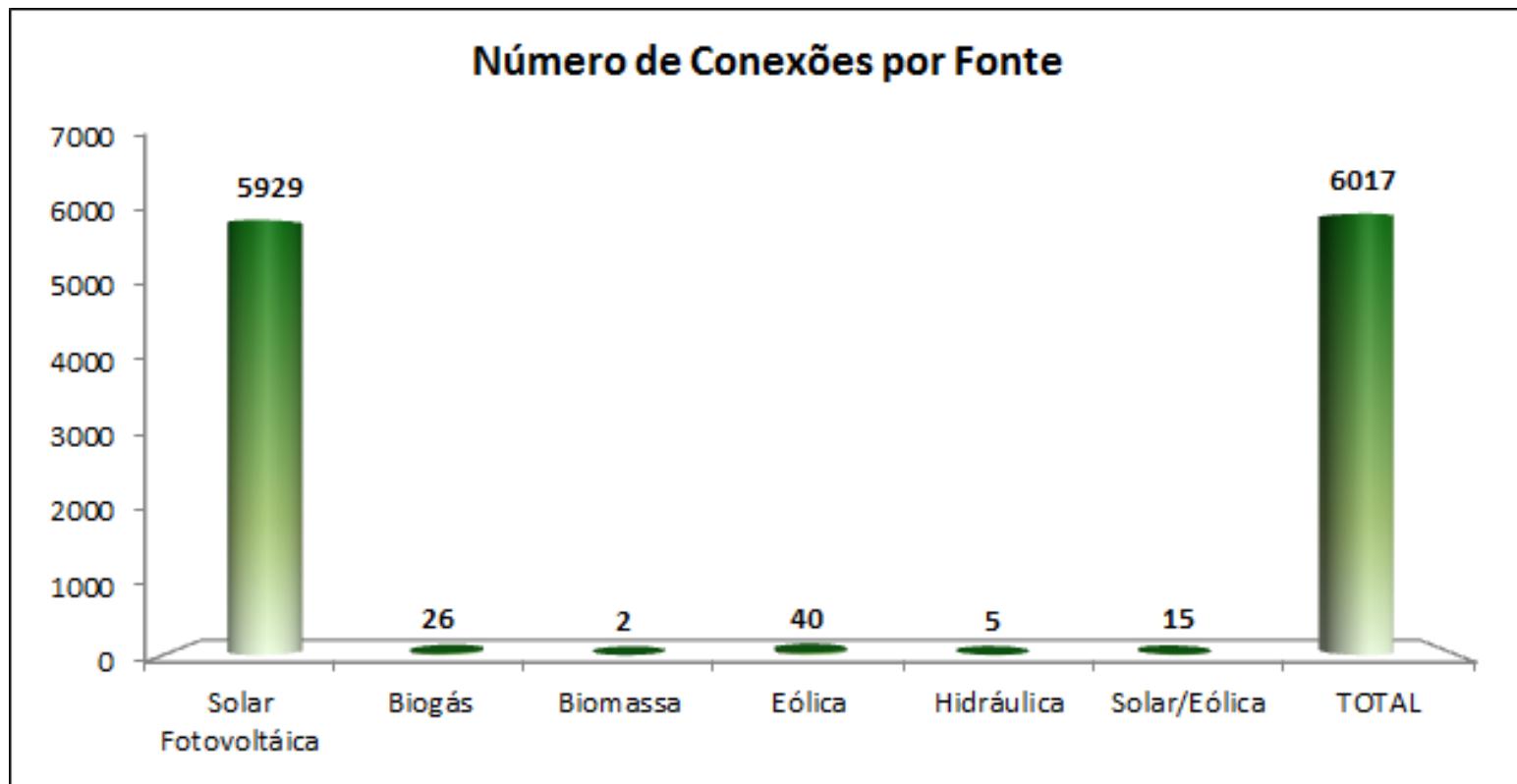


PNE 2050 preliminar: Potência distribuída de Solar: **50 a 60 GW** em 2050 – Biogás: **5 a 6 GW** de biogás em 2050
Solar total em 2050: **100 a 120 GW**.



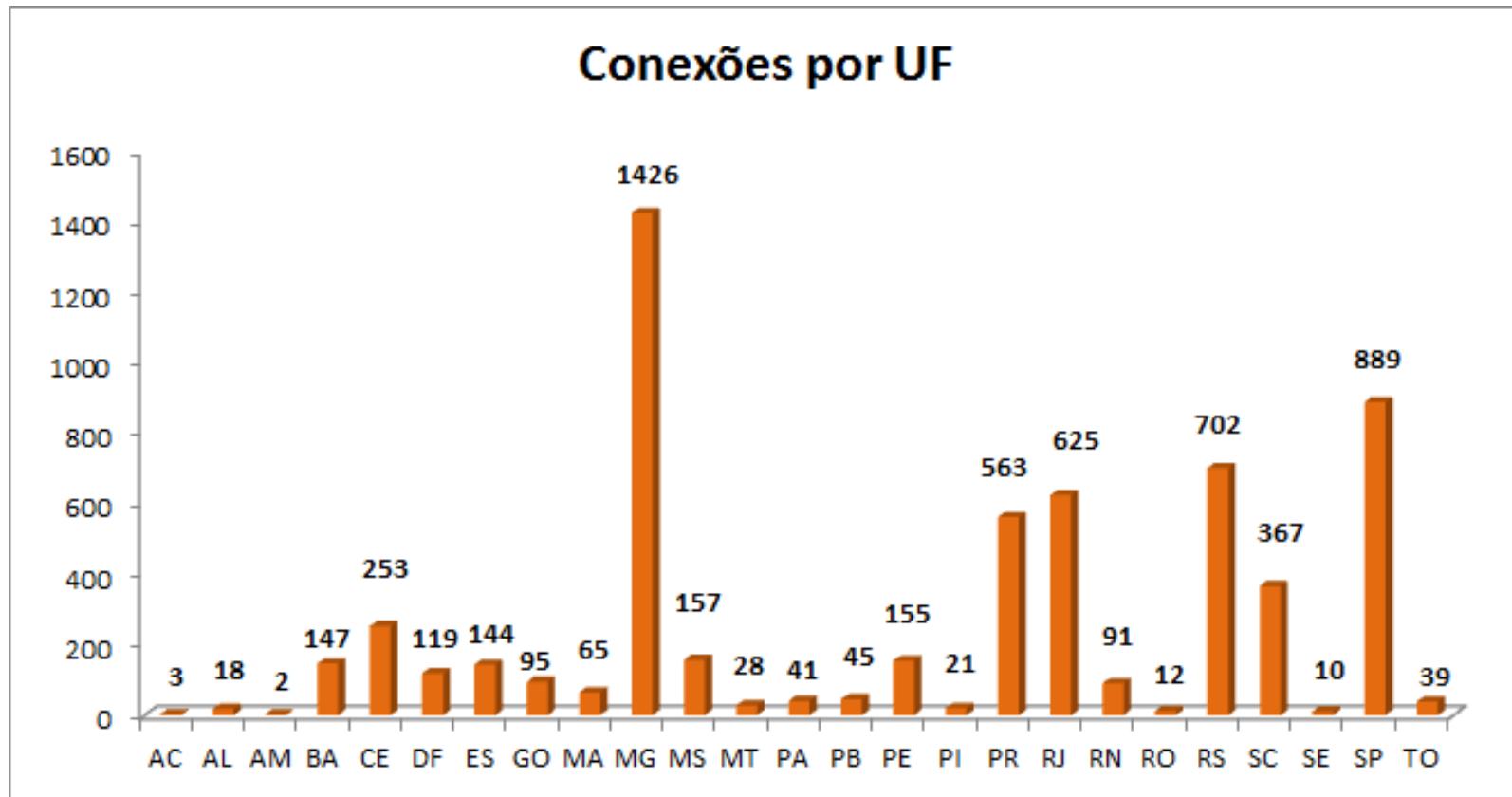
Geração Distribuída

Outubro 2016





Geração Distribuída Outubro 2016





MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

OBRIGADO

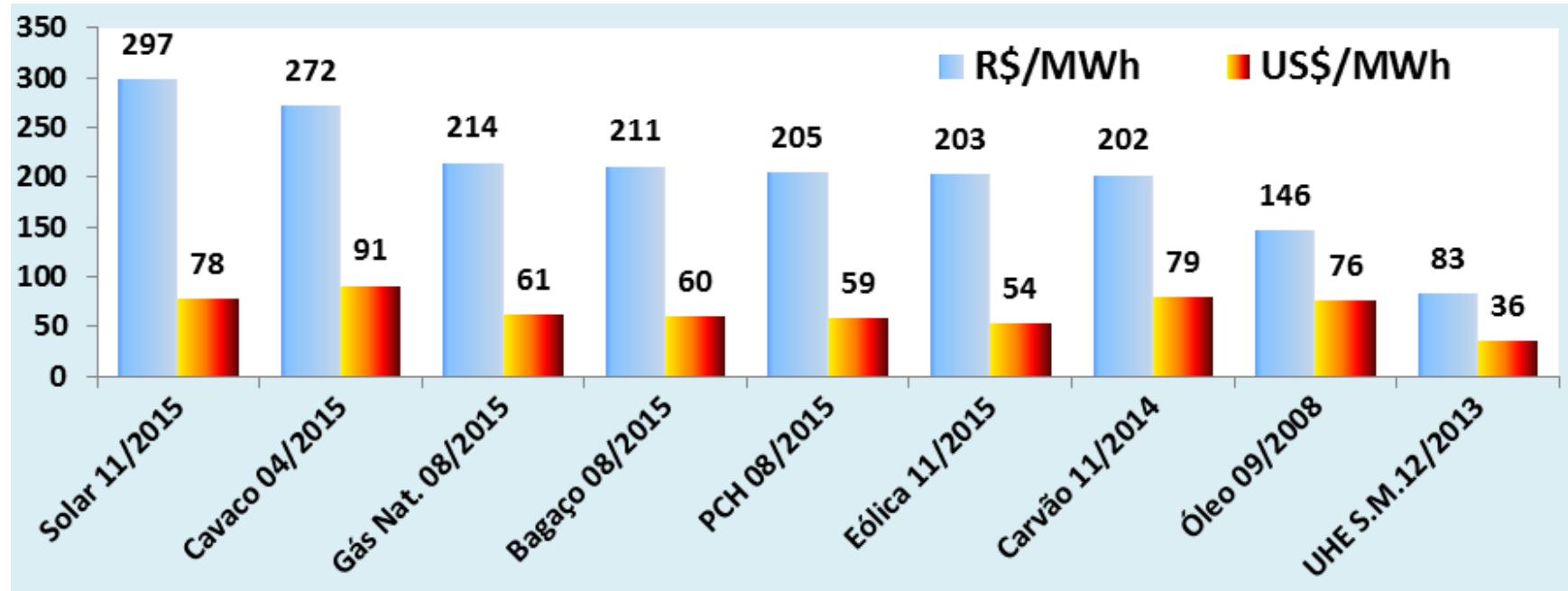
Moacir Carlos Bertol
Secretario de Planejamento e Desenvolvimento Energético
Adjunto
Ministério de Minas e Energia

www.mme.gov.br / publicações e indicadores



Brasil – Preços Médios de Leilões de Geração

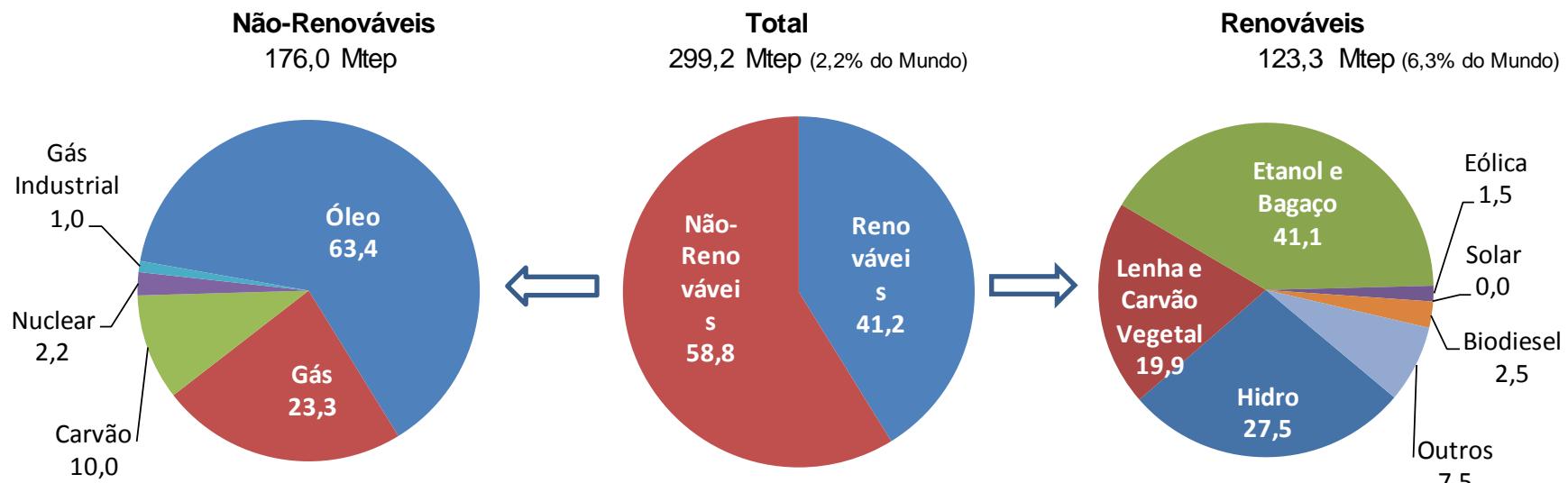
Último Leilão (dólar do dia do leilão)



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



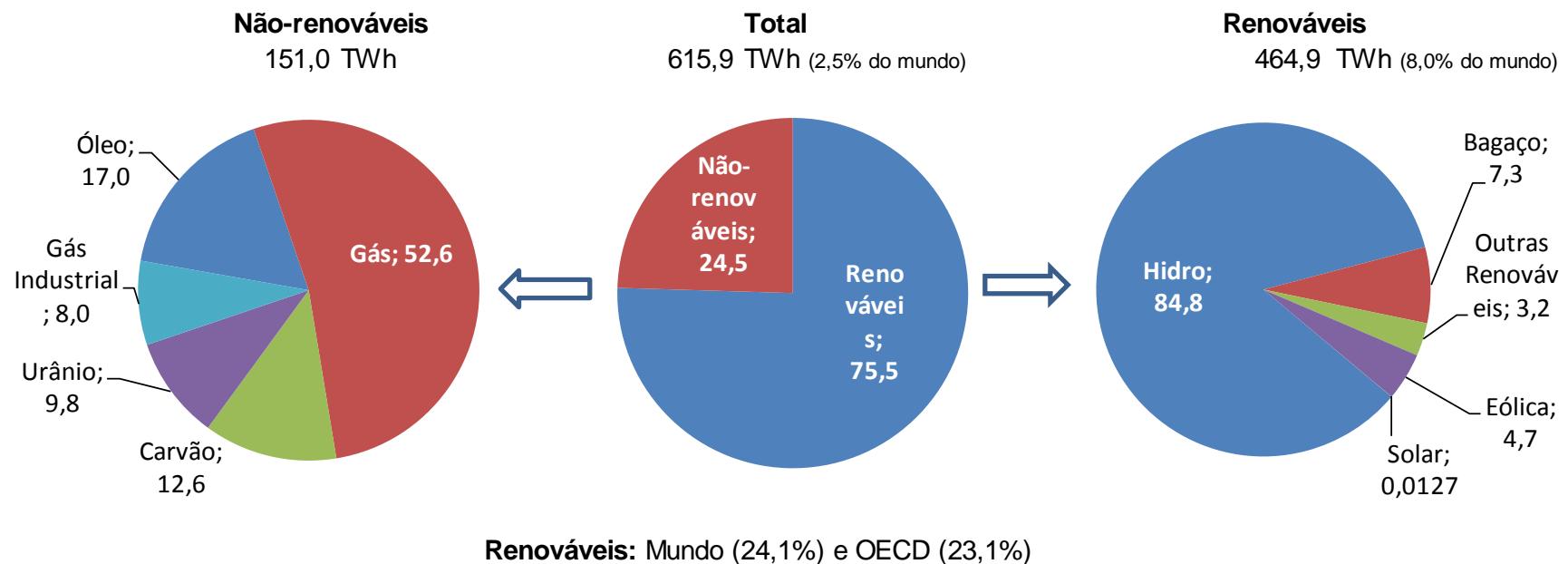
Oferta Interna de Energia 2015 (%) - Brasil



Renováveis: Mundo (14,3%) e OCDE (9,4%)



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 | 21,4 | 0,0 | 4,1 | 0,08 | 0,8 | 0,06 | 2,9 |
| Total (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Total - milhões tep | 19 | 84 | 695 | 1.187 | 183 | 967 | 1.081 | 2.593 |
| % 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 | 39,3 | 4,4 | 9,9 | 6,3 | 5,3 | 5,6 | 7,7 |
| Calor | 0,0 | 0,1 | 1,0 | 2,9 | 0,5 | 5,3 | 0,8 | 4,4 |
| Total (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Total - milhões tep | 23 | 85 | 958 | 793 | 559 | 1.877 | 1.540 | 2.755 |
| % 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 |
| Biomassa sólida | 44,3 | 22,9 | 2,4 | 4,2 | 24,7 | 13,0 | 10,5 | 9,5 |
| Biomassa líquida | 0,5 | 6,3 | 0 | 0,93 | 0 | 0,13 | 0 | 0,57 |
| Eólica | 0 | 0,62 | 0 | 0,88 | 0 | 0,28 | 0 | 0,51 |
| Solar | 0 | 0,0005 | 0 | 0,52 | 0 | 0,58 | 0 | 0,53 |
| Geotérmica | 0 | 0 | 0,16 | 0,66 | 0 | 0,44 | 0,1 | 0,51 |
| Total (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| dos quais renováveis | 50,8 | 41,2 | 4,6 | 9,4 | 26,0 | 17,1 | 12,5 | 14,3 |
| Total - milhões tep | 82 | 299 | 3.741 | 5.185 | 2.105 | 7.814 | 6.109 | 13.653 |
| % do mundo | 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 gás 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 |
| Biomassa sólida | 1,2 | 8,0 | 0,2 | 2,8 | 1,6 | 0,9 | 0,5 | 2,1 |
| Eólica | 0,0 | 3,5 | 0 | 5,0 | 0 | 2,0 | 0 | 3,5 |
| Solar | 0 | 0,01 | 0 | 1,9 | 0 | 0,7 | 0 | 1,0 |
| Geotérmica | 0 | 0 | 0,1 | 0,5 | 0 | 0,2 | 0,1 | 0,3 |
| Total (%) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| <i>dos quais renováveis</i> | 90,6 | 75,5 | 20,8 | 23,1 | 20,9 | 22,5 | 21,5 | 24,1 |
| Total (TWh) | 65 | 616 | 4.472 | 10.681 | 1.579 | 12.895 | 6.115 | 24.364 |
| % do mundo | 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.