



**FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS  
DO ESTADO DE SÃO PAULO**

## **WORKSHOP DE INFRAESTRUTURA – ENERGIA “O FUTURO DA ENERGIA NUCLEAR NO BRASIL”**

**Orpet J M Peixoto**  
**Vice Presidente**  
**ABDAN – Associação Brasileira para**  
**Desenvolvimento de Atividades Nucleares**



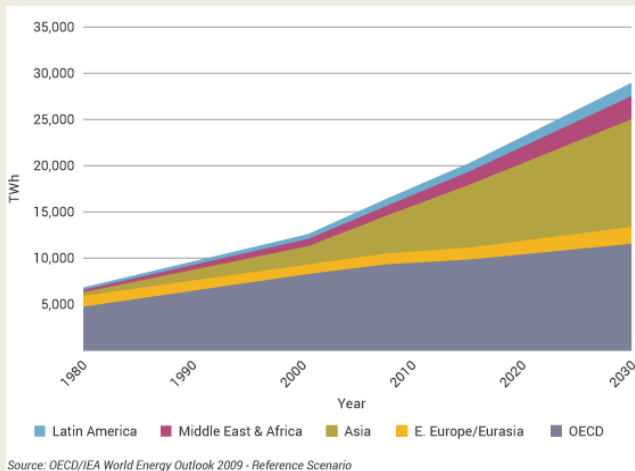
## Por que nuclear na matriz elétrica brasileira e sua participação

1. Um mercado elétrico em transformação com o aumento global do consumo energia, da necessidade da eletricidade e geração mais sustentável
2. Brasil com uma base hídrica e em evolução de sua matriz
3. Nuclear: uma opção competitiva, limpa, sustentável e segura
4. Situação atual e possíveis soluções
5. Conclusões

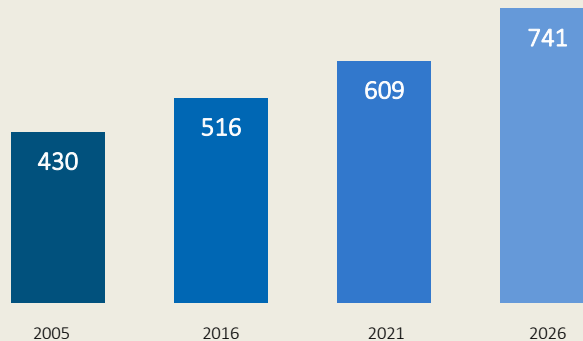
# Uma fonte de energia necessária no futuro

## Aceleração do aumento do consumo mundial de eletricidade

Consumo mundial de eletricidade por região



Previsão da demanda de eletricidade no Brasil (Twh)

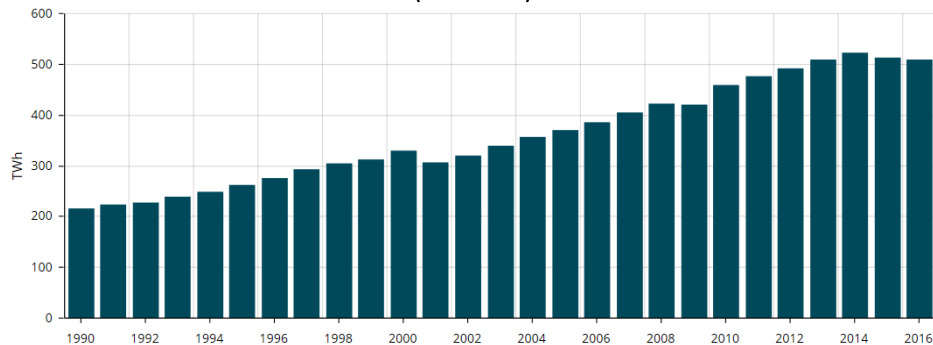


Fonte: PDE 2026 - MME / EPE

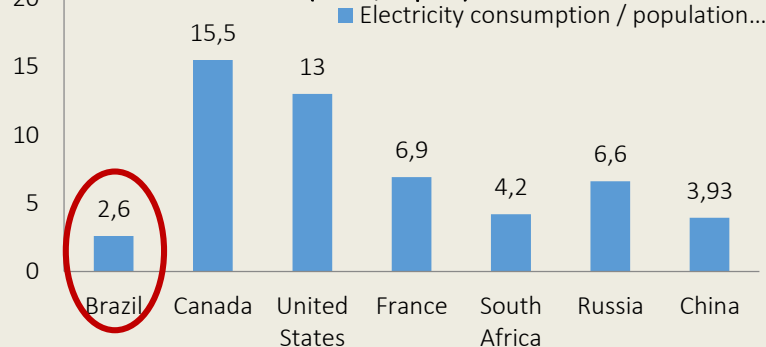
- O consumo mundial de **eletricidade** irá **aumentar expressivamente nos próximos anos**, especialmente nos países em desenvolvimento;
- Em 2026, o consumo de eletricidade no Brasil **será 72,3% maior que em 2005 ou 44% maior que em 2016!**

# Longo caminho a percorrer para alcançar o consumo percapita dos países desenvolvidos!

Evolução da demanda de eletricidade do Brasil  
(1990-2014)



Consumo de eletricidade/ população 2015  
(KWh/capita)



- Mesmo se a desaceleração econômica do Brasil diminuiu o consumo de eletricidade em 2015 e 2016, **a demanda de eletricidade dobrou desde 1990 e continuará aumentando com o retorno do crescimento econômico;**
- O Brasil ainda tem um **longo caminho a percorrer para atingir os níveis de consumo per-capita de eletricidade de outros países** em desenvolvimento e desenvolvidos e precisa estar preparado para atingir melhores índices de consumo.

**>> O consumo de eletricidade per-capita crescerá impulsionado pelo desenvolvimento econômico e social!**

# Adaptação ao novo mercado de energia

## Mudança climática e nova regulamentação

PARIS COP21:  
KEY ISSUES FOR  
THE NEW CLIMATE  
AGREEMENT



### Acordo COP 21 (Paris, 2015)

Aumento do limite da média da temperatura global em 2°C até 2100

### Compromisso do Brasil

43% de redução 2030 vs 2005

Emissões no Brasil em 2015

1,6 bilhões de tons de CO<sub>2</sub>e



Meta do Brasil para 2030

1,15 bilhões de tons de

CO<sub>2</sub>e

CO<sub>2</sub>  
TAX



Mais que uma necessidade ambiental, o controle de emissão de CO<sub>2</sub> poderá ser também uma necessidade econômica com a implementação da taxa por emissão de CO<sub>2</sub>

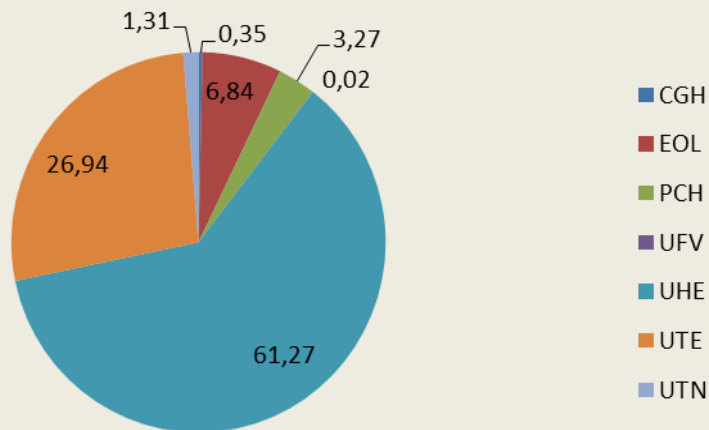
- O Brasil precisa **encontrar formas de responder a esses desafios** com soluções capazes de atender às **crecentes necessidades de eletricidade**, respeitando os **novos objetivos e restrições ambientais**

## Capacidade de Geração do Brasil

O Brasil possui no total **4.659** empreendimentos em operação , totalizando **152,2** GW de potência instalada.

Está prevista para os próximos anos uma adição de **25** GW na capacidade de geração do País, proveniente dos **268** empreendimentos atualmente em construção e mais **550** em Empreendimentos com construção ainda não iniciada.

## Empreendimentos em Operação



## Empreendimentos em Operação

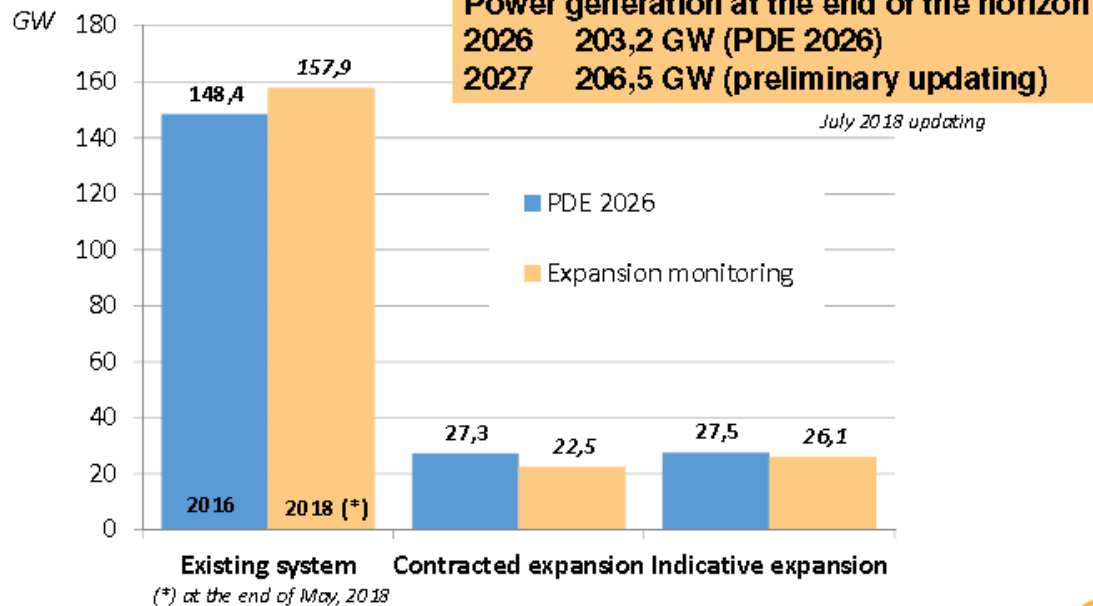
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%
CGH	609	532.998	534.999	0,35
EOL	425	10.419.038	10.405.242	6,84
PCH	436	4.989.487	4.978.243	3,27
UFV	44	27.761	23.761	0,02
UHE	219	101.138.278	93.216.340	61,27
UTE	2.924	42.782.252	40.984.495	26,94
UTN	2	1.990.000	1.990.000	1,31
<b>Total</b>	<b>4.659</b>	<b>161.879.814</b>	<b>152.133.080</b>	<b>100</b>

## Legenda

CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CGU	Central Geradora Undi-elétrica
EOL	Central Geradora Eólica
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
UFV	Central Geradora Solar Fotovoltaica
UHE	Usina Hidrelétrica
UTE	Usina Termelétrica
UTN	Usina Termonuclear

## Energy supply expansion

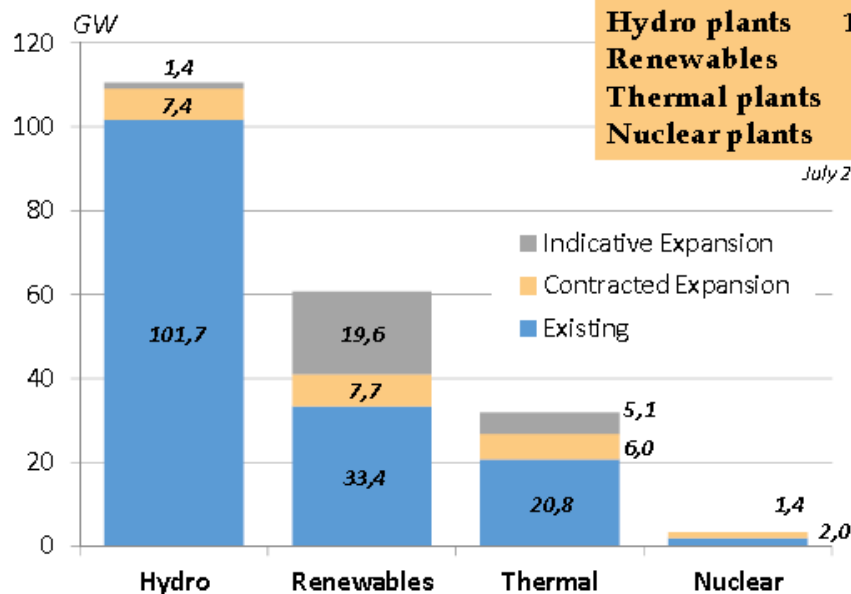
### Updating PDE 2026



Brazil Energy Outlook: Main Challenges | Guerreiro | Rio de Janeiro, August, 30<sup>th</sup> 2018



## Energy supply expansion



### Power Generation in 2027

Hydro plants	110,5 GW
Renewables	60,7 GW
Thermal plants	31,9 GW
Nuclear plants	3,4 GW

July 2018 update

Brazil Energy Outlook: Main Challenges | Guerreiro | Rio de Janeiro, August, 30<sup>th</sup> 2018

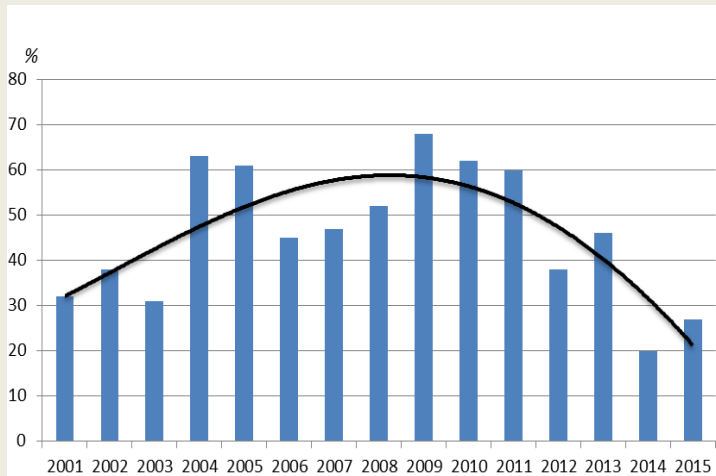


## Por que nuclear na matriz elétrica brasileira e sua participação

1. Um mercado elétrico em transformação com o aumento global do consumo energia, da necessidade da eletricidade e geração mais sustentável
2. Brasil com uma base hídrica e em evolução de sua matriz
3. Nuclear: uma opção competitiva, limpa, sustentável e segura
4. Situação atual e possíveis soluções
5. Conclusões

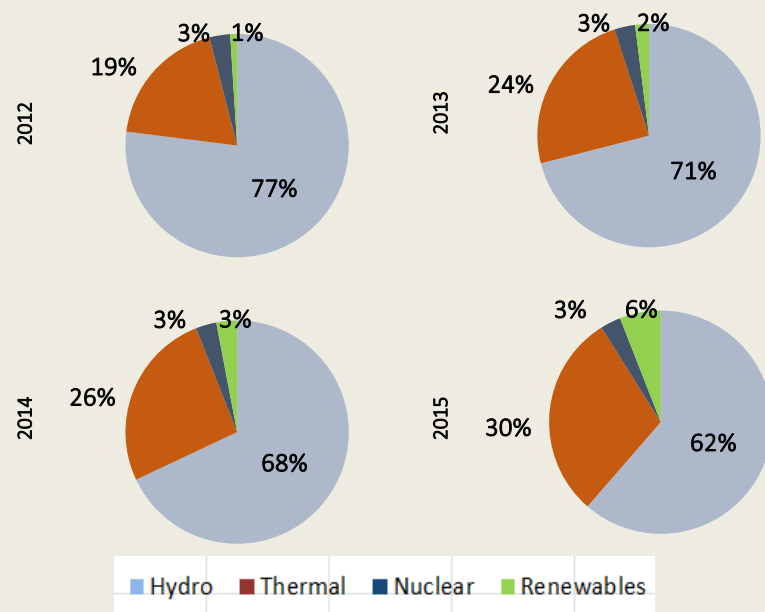
# Brasil: Transição de Hidro para Térmica

**Capacidade de armazenamento do Brasil (%) – Comparação dos meses de outubro**



Source: ONS

**Geração de eletricidade no Brasil: Crescimento de fontes fósseis**

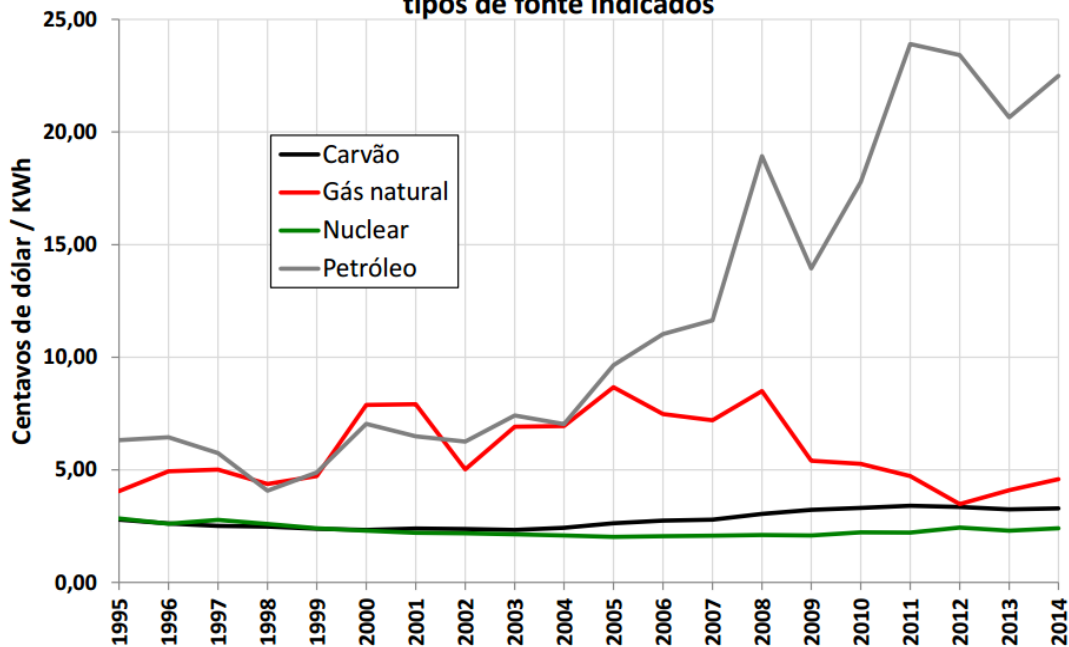


**>> Necessidade de aumento da geração térmica para garantir o fornecimento e permitir o crescimento intermitente de outras fontes intermitentes tais como a solar e a eólica.**

## Por que nuclear na matriz elétrica brasileira e sua participação

1. Um mercado elétrico em transformação com o aumento global do consumo energia, da necessidade da eletricidade e geração mais sustentável
2. Brasil com uma base hídrica e em evolução de sua matriz
3. Nuclear: uma opção competitiva, limpa, sustentável e segura
4. Situação atual e possíveis soluções
5. Conclusões

**Custos da produção de energia elétrica no mundo em função dos tipos de fonte indicados**



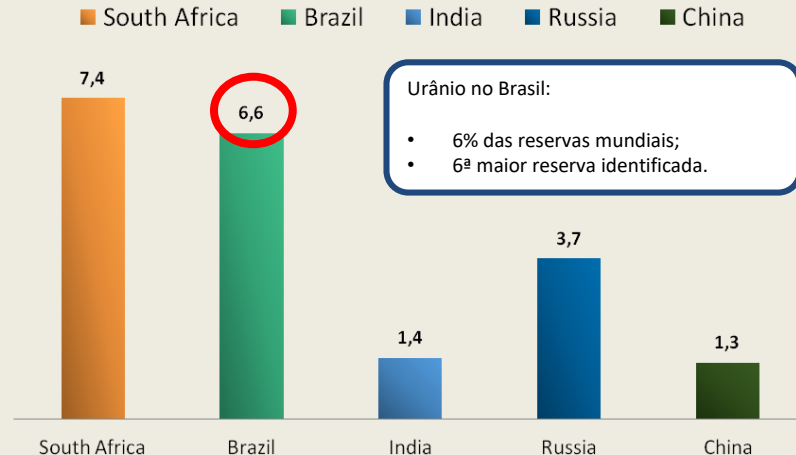
Production Costs = Operations and Maintenance Costs + Fuel Costs. Production costs do not include indirect costs and are based on

# Urânio: um combustível econômico e disponível no Brasil

## Equivalência energética



## World's uranium reserves (%)

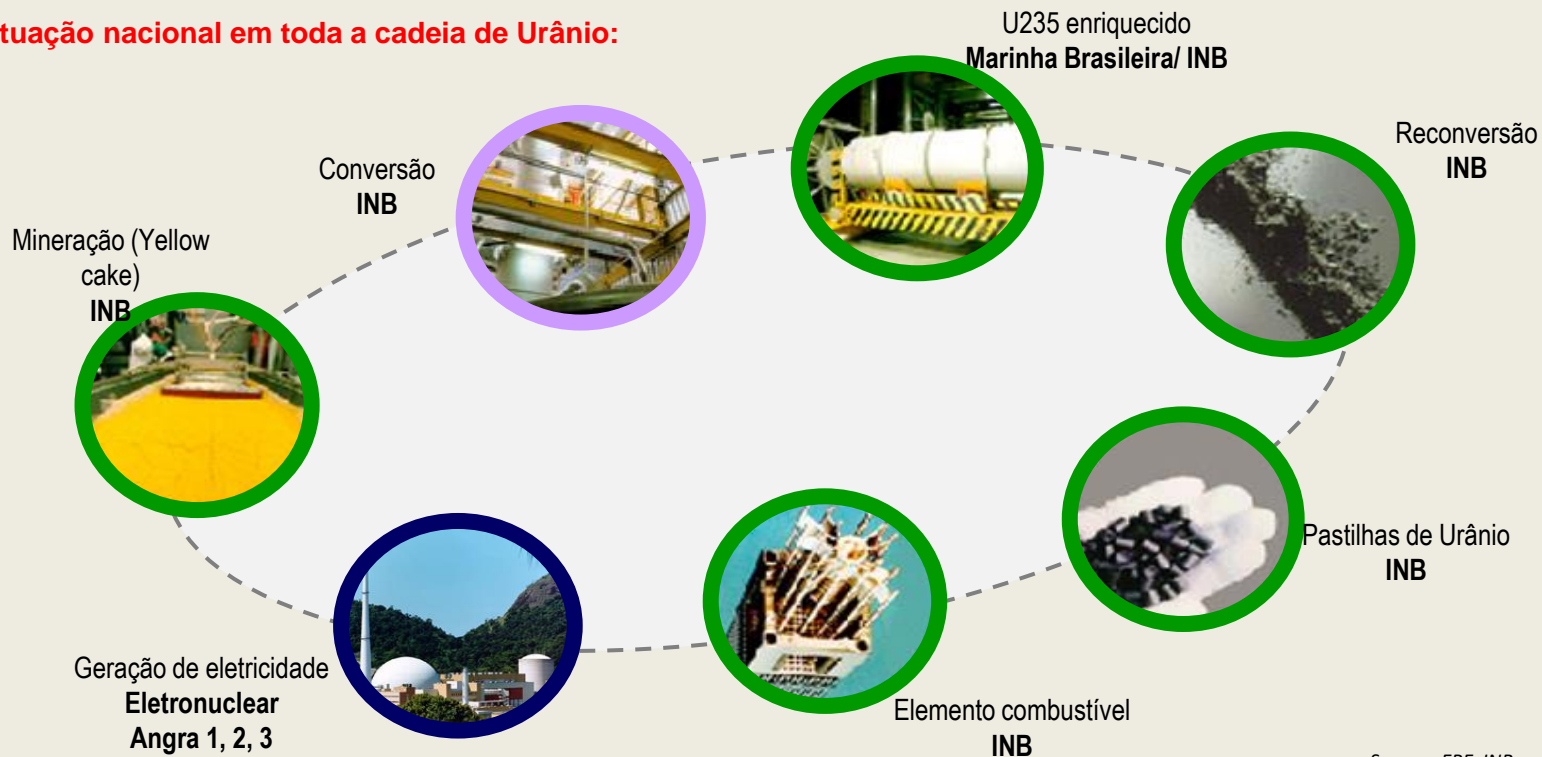


- O Urânio enriquecido tem uma densidade de energia muito maior do que outras fontes térmicas;
- O Brasil domina todo o ciclo do urânio e possui a 6ª maior reserva do mundo.** Apenas 30% do território prospectado (Indícios de maiores reservas)

## Aspecto estratégico e tecnológico

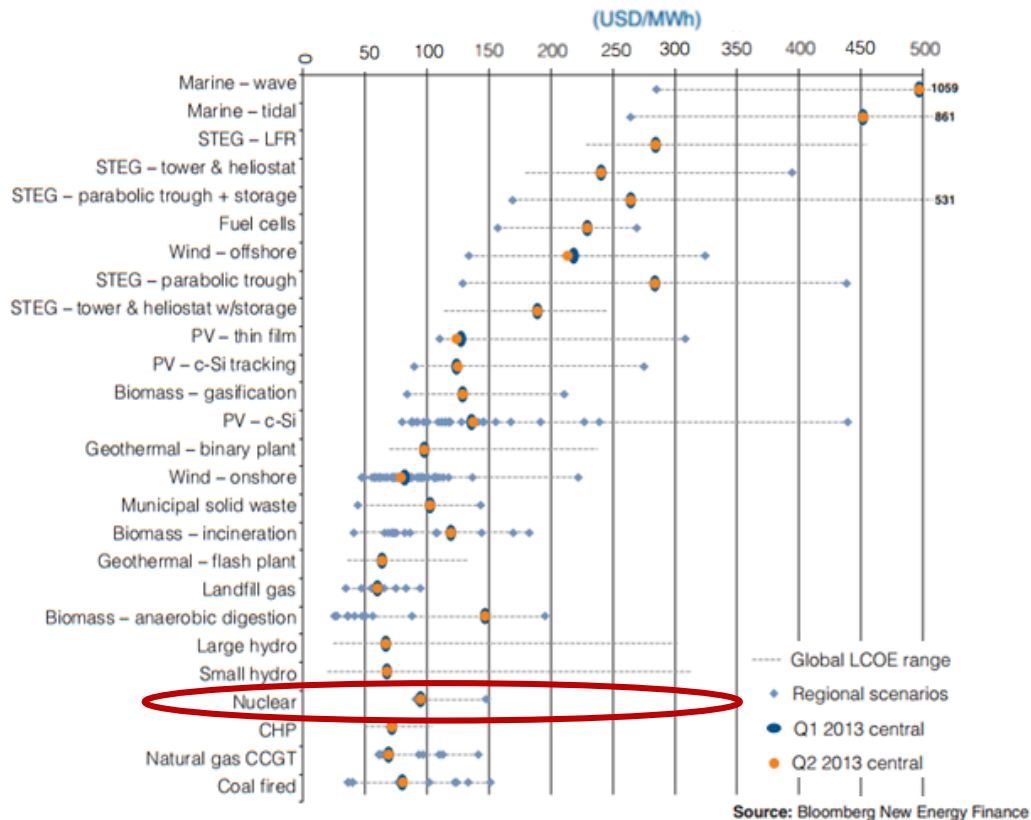
O Brasil domina todo o ciclo nuclear

### ► Atuação nacional em toda a cadeia de Urânio:



Source: EPE, INB

# Energia nuclear: por uma eletricidade competitiva



- A geração de energia nuclear é considerada **uma das mais baratas**;
- Ao contrário do óleo e do gás, **os custos da geração de eletricidade nuclear são previsíveis** pois são conhecidos no início de um projeto e não são tão sensíveis ao combustível ou às emissões de CO<sub>2</sub>;
  - Especialmente no Brasil, onde o acesso a combustíveis fósseis é difícil e resultaria na dependência a outros países;
- A França, que tem a maior parte da energia gerada por fonte nuclear, tem o **menor preço da eletricidade** na Europa. **O Brasil é o terceiro mais caro no mundo**;
- Nuclear permite o desenvolvimento econômico e da força de trabalho, **criando 3 vezes mais empregos locais** que as tecnologias concorrentes.



# Usinas nucleares continuam sendo estratégicas

## Declaração do Clima

Em 4 de maio de 2015, foi assinado em Nice o Protocolo Nuclear for Climate Declaration:

- Por 39 Associações Nucleares representando 50.000 profissionais de 36 países
- Este protocolo contempla o limite de aumento de temperatura da terra em 2050 de 2°C.
- Para tanto é necessário que 80% da geração de energia seja proveniente de fonte de baixo carbono (atualmente é de 30%).

# Quais as opções térmicas no Brasil para manter o baixo desenvolvimento de emissões de CO2?

NUCLEAR

12 gCO2eq/kWh



BIO-ENERGIA

230 gCO2eq/kWh



GAS

490 gCO2eq/kWh



PETRÓLEO

733 gCO2eq/kWh



CARVÃO

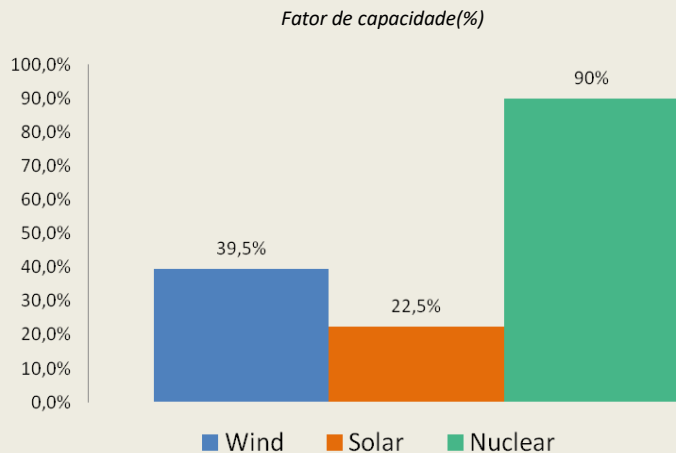
820 gCO2eq/kWh



Entre as fontes térmicas, Nuclear e Biomassa apresentam a menor emissão de carbono e podem ser consideradas fontes limpas !

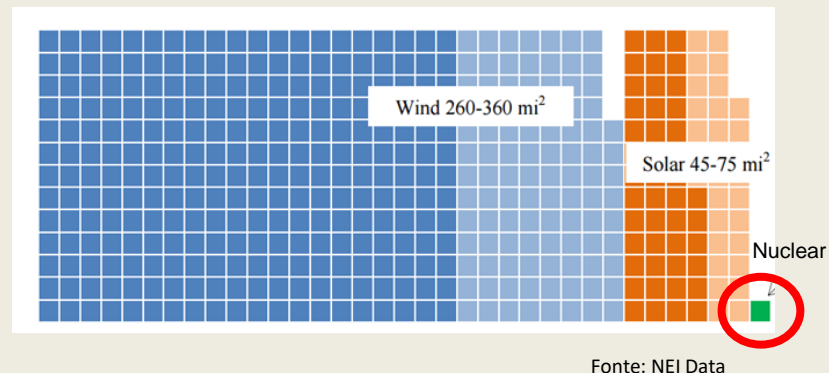
# Nuclear, sustentável e ...

## ... Energia eficaz



## ... Área reduzida a ser utilizada

*O gráfico representa área aproximada utilizada por cada fonte, considerando a produção de energia anual equivalente uma planta nuclear de 1.000-MW*



- Ao contrário de outras fontes de energia renováveis, a **energia nuclear não depende do clima** e registra um **fator de capacidade muito maior** que poderia **compensar a sazonalidade da energia hidrelétrica** no Brasil;
- Comparada à solar e eólica, a tecnologia nuclear utiliza uma área reduzida e **pode ser instalada mais próximo dos centros de consumo.**

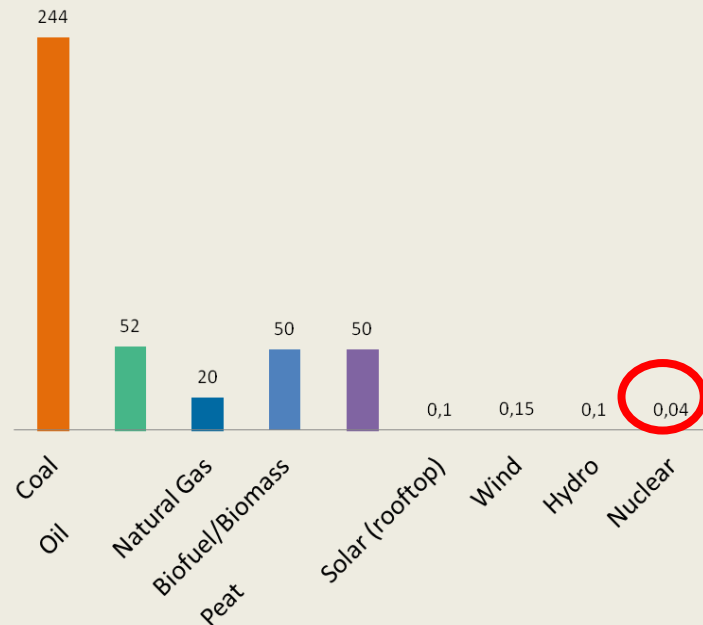
# Nuclear, a produção de eletricidade mais segura



- Nuclear é a tecnologia de geração de energia com o menor número de mortes/TWh produzido e a mais controlada :

- Normas de segurança da AIEA: estrutura para proteger as pessoas e o meio ambiente;
- Temas sensíveis monitorados por convenções internacionais;
- O apoio da AIEA em cada etapa do programa nuclear garante o mais alto nível de segurança.

Number of deaths per TW/h produced per energy production

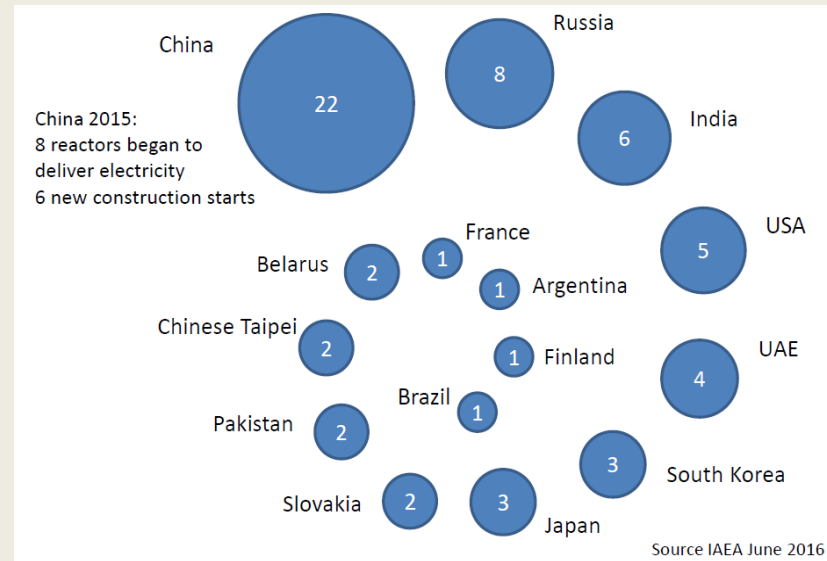
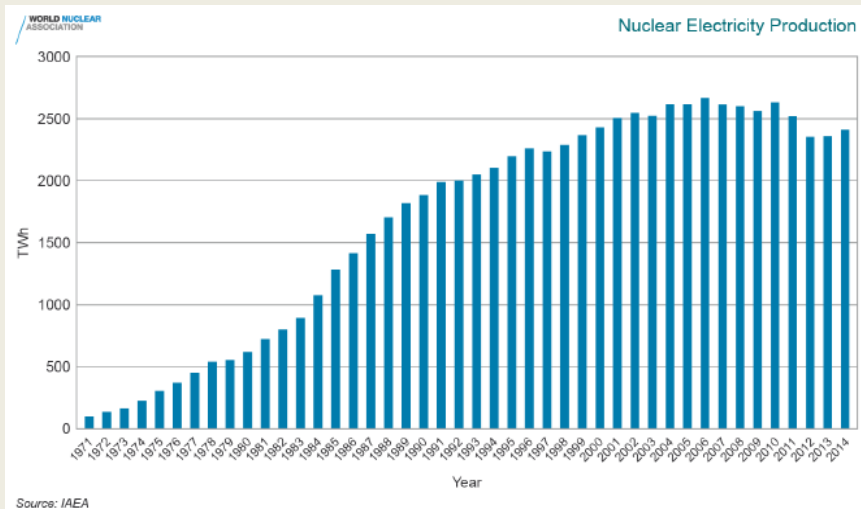


Fonte: The Next Big Future, 2016

## Por que nuclear na matriz elétrica brasileira e sua participação

1. Um mercado elétrico em transformação com o aumento global do consumo energia, da necessidade da eletricidade e geração mais sustentável
2. Brasil com uma base hídrica e em evolução de sua matriz
3. Nuclear: uma opção competitiva, limpa, sustentável e segura
4. Situação atual e possíveis soluções
5. Conclusões

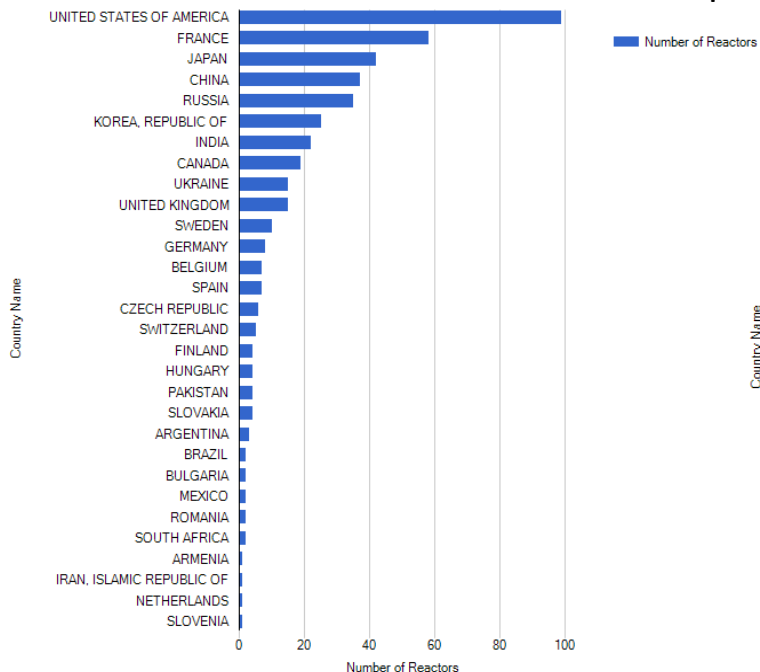
# Histórico de Produção de energia nuclear e novas usinas em construção no mundo



**Com 63 reatores em construção no mundo, a energia nuclear vive a maior expansão dos últimos 25 anos**  
**A energia Nuclear é a solução para responder aos novos desafios do mercado elétrico**

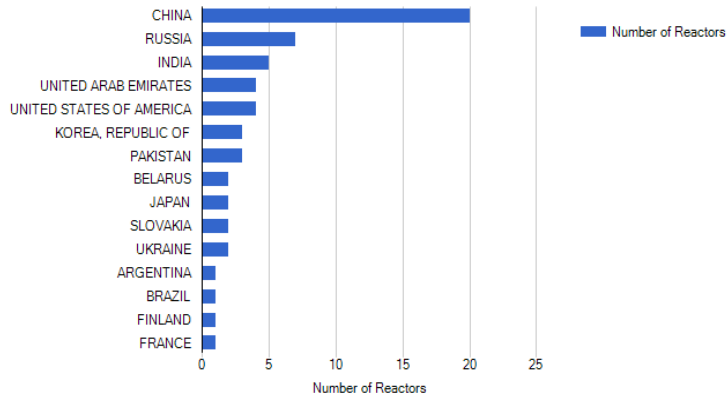
# Número de Reatores

Total Number of Reactors: 449



Em Construção

Total Number of Reactors: 60



# Projetos nucleares promovem educação e emprego



## Educação

Prevê-se que uma NPP dure 60 anos, de modo que um investimento na educação é um **investimento na futura força de trabalho qualificada**;

*No projeto HPC, EDF Energy trabalhou com **mais de 150 escolas locais***



## Habilidades

A construção e operação das centrais nucleares requerem uma força de trabalho **técnica altamente treinada**;

*No projeto HPC, foram investidos **15 milhões de libras** em capacitação.*



## Jobs

Uma usina de 1.000 MW gera entre 400 e 700 empregos permanentes por planta;

***Mais de 5.000 trabalhadores** no pico das obras*



## Desenvolvimento Macro Econômico

### Macro-Economia

O programa nuclear poderia gerar um **aumento significativo (1,5%) no PIB brasileiro**, apesar de investimentos;

Na França, o valor anual gerado por um reator :

- **Durante a construção: 660 M €**
- **Durante a operação (60 anos): € 550 milhões**

Para um programa nuclear de 4 a 8 GW, estima-se uma receita anual para as comunidades locais entre 80 e 300 milhões de euros



**Reforço do programa nuclear brasileiro permitiria uma enorme desenvolvimento económico e regional**



The Flamanville 3 EPR in May 2017



Almirante Álvaro Alberto Nuclear Central

# Desenvolvimento Industrial

Setores/empregos gerados ao longo da construção de uma planta nuclear (ex. de Hinkley Point)

## CADEIA DE SUPRIMENTOS

Com a construção de novas usinas nucleares, um grande número de setores estão envolvidos

Isso estimula a economia local e o desenvolvimento local.

Os valores combinados de outros setores envolvidos representaram mais de 600m \$

Year:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Phase one Earthworks	<b>PLANT OPERATORS</b> <b>PROJECT MANAGERS</b> <b>EARTHWORKS OPERATIVES</b> <b>CATERING &amp; HOSPITALITY</b>									
Phase two Civil construction	<b>STEELFIXERS</b> <b>FACILITIES MANAGEMENT</b> <b>CONSTRUCTION SUPERVISORS</b> <b>LOGISTICS</b> <b>CRANE &amp; LIFTING OPERATIVES</b> <b>CONCRETE OPERATIVES</b> <b>CARPENTERS &amp; FORMWORKERS</b>									
Phase three Mechanical, electrical & air conditioning				<b>MECHANICAL &amp; ELECTRICAL ENGINEERS</b> <b>HVAC ENGINEERS</b> <b>SKILLED WELDERS</b>						
Phase four Commissioning							<b>MAINTENANCE ENGINEERS</b> <b>ELECTRICAL &amp; INSTRUMENTATION ENGINEERS</b> <b>TECHNICIANS</b> <b>PHYSICISTS &amp; CHEMISTS</b> <b>CABLE PULLERS</b>			
Phase five Site clearance & landscaping										<b>LANDSCAPERS</b> <b>GROUNDS</b> <b>MAINTENANCE</b>



**Projetos nucleares envolvem muitos outros setores da indústria e competências)**

## USINAS DE ANGRA BATEM RECORDE DE GERAÇÃO EM 2016

A central nuclear de **Angra** fechou 2016 gerando 15,9 milhões de megawatts-hora (MWh) – a melhor marca da história da **Eletronuclear** em um ano com parada para reabastecimento de combustível.

Além disso, Angra 1 e 2 também bateram seus **recordes** individuais de produção em anos com troca de combustível.

- Angra 1 gerou **5,1** milhões de MWh, enquanto
- Angra 2 gerou **10,8** milhões de MWh.

# Contribuição nuclear para a Matriz elétrica brasileira nos próximos 30 anos

1. A solução imediata da retomada de Angra 3 e sua conclusão num período de no máximo 6 a 8 anos;
2. A inclusão no plano plurianual, com o alcance de 30 anos de mais 4 a 6 reatores.

## Ações necessárias

- Com a nova tarifa se proporciona a e viabilização das novas centrais e solução do equilíbrio econômico da ETN em relação a Angra 3;
- Um novo modelo de implantação de novas centrais que de respaldo Jurídico e Administrativo;
- Um programa nuclear conservador, mas firme e claro, apoiado pelo Estado

# Conclusões

- Entendemos que a conclusão de Angra 3 é fundamental para o Brasil;
- Defendemos a manutenção do Plano de construir quatro a seis novas usinas num período de 30 anos.
- Propomos a reestruturação dos órgãos e empresas do estado pertencentes a área nuclear de maneira a promover e tornar eficaz o planejamento, implantação e operação da Energia Nuclear em todas as suas vertentes.
- Apoiamos a mudança da legislação para permitir a participação da iniciativa privada na Geração de Energia nucleoeleétrica.

**Segurança  
energética**

Operação de base  
compensando a  
sazonalidade da  
hidroelétrica

Garante a segurança da rede

Complementar à intermitência das  
eólicas e solares

Não depende de condições climáticas

Maior geração de  
eletricidade,  
fator de capacidade e  
disponibilidade (90%)

**Meio ambiente  
/  
Segurança**

Regulamentação mais  
rigorosa sobre  
segurança

Emissão ZERO de CO<sub>2</sub>

Menor impacto ambiental

Menos resíduos em  
comparação com outras  
fontes térmicas

Menor número de  
accidentes fatais por  
MW/h produzido

**Eficiência  
de  
Custos**

Menor custo de geração de  
energia depois da solar

**Garante preços  
constantes e previsíveis**

Menor preço final de  
eletricidade para o  
consumidor

O Brasil já domina  
o ciclo do  
combustível  
nuclear

**Desenvolvimento  
Social  
e  
Econômico**

Promove a criação de  
empregos

Desenvolve know how  
tecnológico beneficiando  
outros setores

Credibilidade geopolítica e  
científica do país

Desenvolve serviços  
regionais e locais

Promove o  
desenvolvimento  
econômico e social

# Obrigado!

**Orpet Peixoto**  
**Vice Presidente**



Mail: [orpet.peixoto@afconsult.com](mailto:orpet.peixoto@afconsult.com)

AF Consult do Brasil Ltda