

# Mercado Elétrico Brasileiro (ACR e ACL): O papel da fonte solar fotovoltaica

**Ministério de Minas e Energia**

---

**Reive Barros dos Santos**  
**Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético**

São Paulo, 27 de agosto de 2019

# AGENDA

---

1. Setor Elétrico – Panorama Brasil
2. Alternativas para Expansão da Geração
3. Geração Distribuída
4. Mercado Elétrico





# Setor Elétrico - Panorama

# Arranjo Institucional e Governança

## Pilares da Política Energética

---



**Governança**



**Estabilidade Regulatória e Jurídica**



**Previsibilidade**



**Inviolabilidade dos Contratos**



**Atratividade**



**Transparência**



**Sustentabilidade**

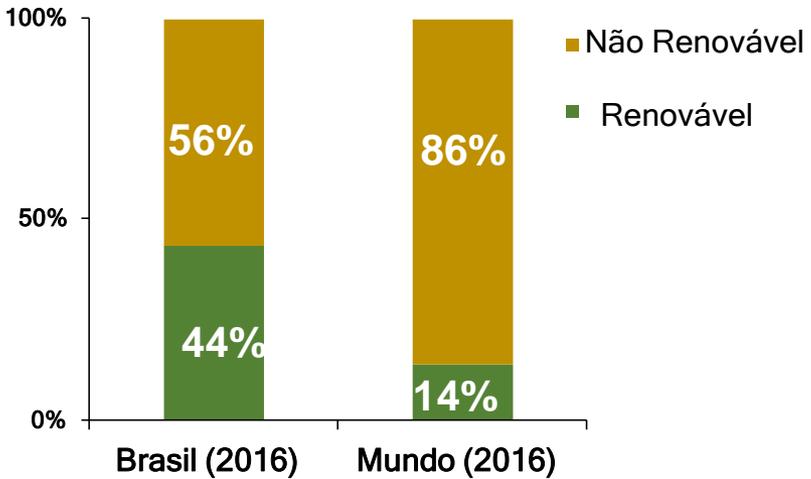


**Garantia dos Recebíveis**

# Características da Matriz Energética

## Brasil

- ✓ O Brasil possui uma das matrizes energéticas **mais limpas do mundo**
- ✓ Em 2027, a parcela renovável da oferta de energia chegará a **48%**



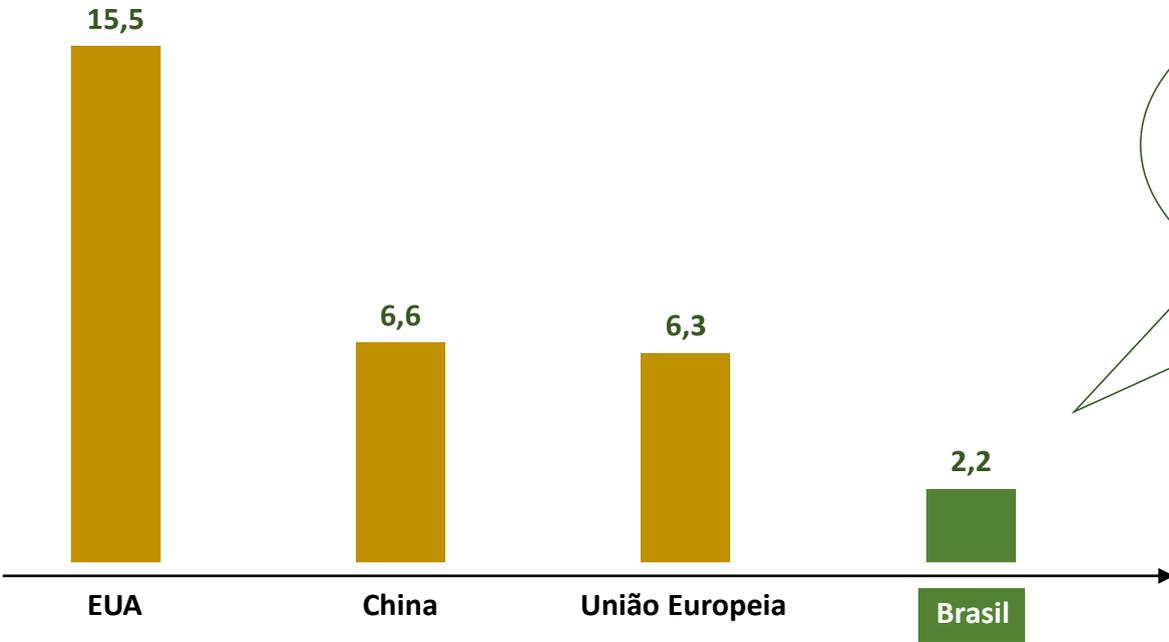
(Fonte: EPE, 2018)



# Características da Matriz Energética

## Brasil

Emissões de CO2 *per capita* – 2015  
Toneladas de CO2 por habitante



A oferta de energia do Brasil pode acompanhar o crescimento econômico previsto sem comprometer a sustentabilidade ambiental

(Fonte: EPE, 2018)

# Setor Elétrico

## Características



### 165,96 mil MW

CAPACIDADE INSTALADA

Até 26 de agosto de 2019  
\*Sem as importações



### 84,1 Milhões

UNIDADES CONSUMIDORAS



Em junho de 2019

### 147,8 mil km

LINHAS DE TRANSMISSÃO

Até julho de 2019



Rede Básica  
> 230 kV.

### 561,1 mil GWh

PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

(≅ 50% da América do Sul)

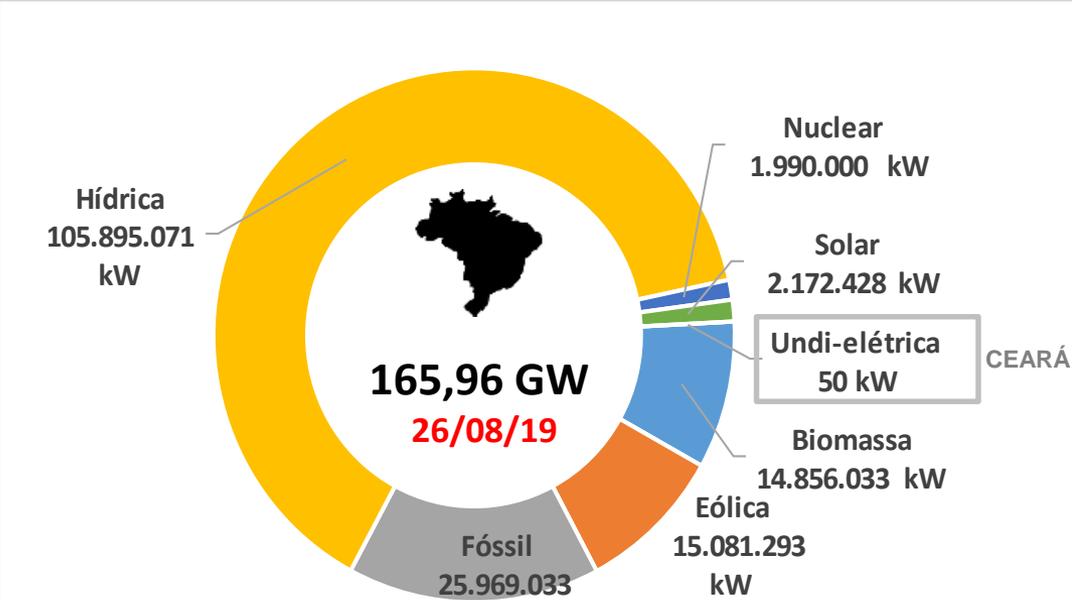
Julho/18 –junho/19



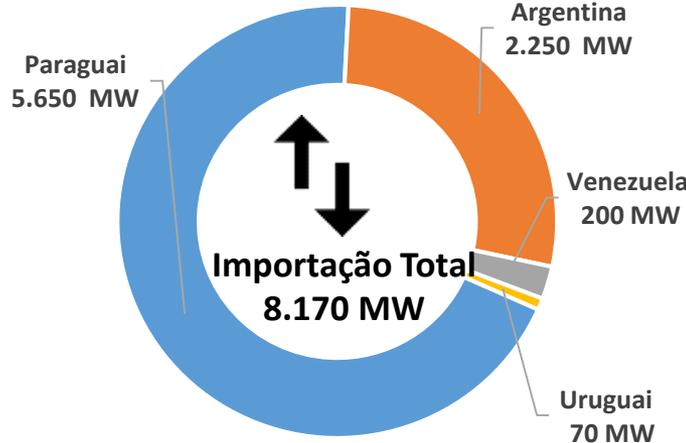
# Setor Elétrico – Composição por fonte e importações

## Características – 26/08/2019

### Capacidade Instalada por Fonte (MW) (26/08/19)



### Importações Brasil (MW) (26/08/19)



- Carvão: 3.597 MW
- GN: 13.355 MW
- Petróleo: 8.850 MW
- Outros Fósseis: 166 MW

Fonte: BIG/ANEEL, 26/08/2019

\*Obs: Dados consideram autoprodução de energia

# O Planejamento e o Monitoramento

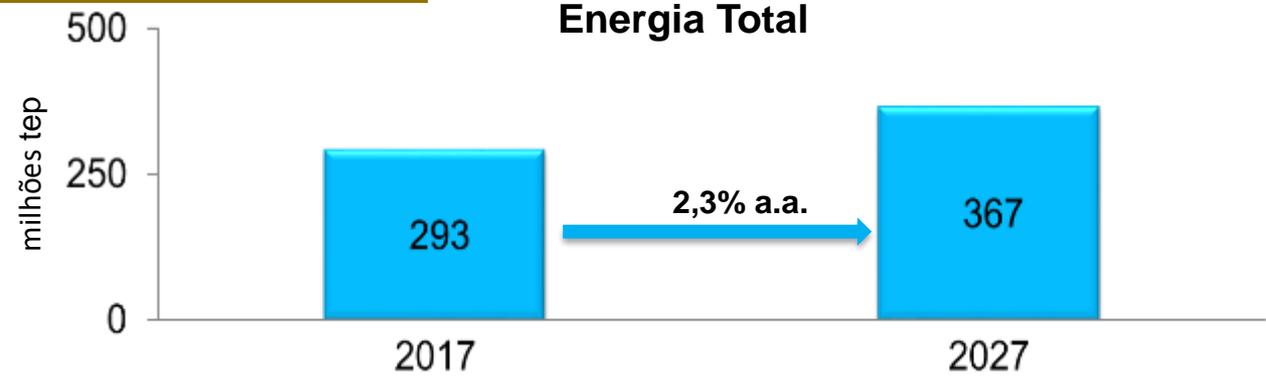
## Setor Energético Brasileiro



# Oferta de Energia e Energia Elétrica



## Planejamento Decenal



**% Renováveis** 43,2  
**% Fósseis** 55,4

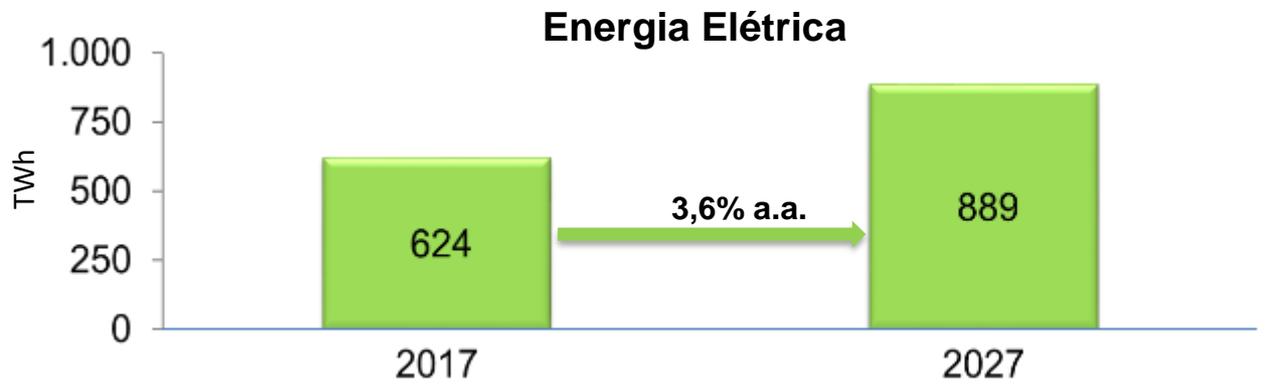
**% Renováveis** 47,5  
**% Fósseis** 50,6

### 2,3% a.a.

Crescimento médio no período decenal

### 47,5%

Participação de Renováveis em 2027  
Matriz Energética



**% Renováveis** 80,4  
**% Fósseis** 17,1

**% Renováveis** 86,5  
**% Fósseis** 10,6

### 3,6% a.a.

Crescimento médio no período decenal

### 86,5 %

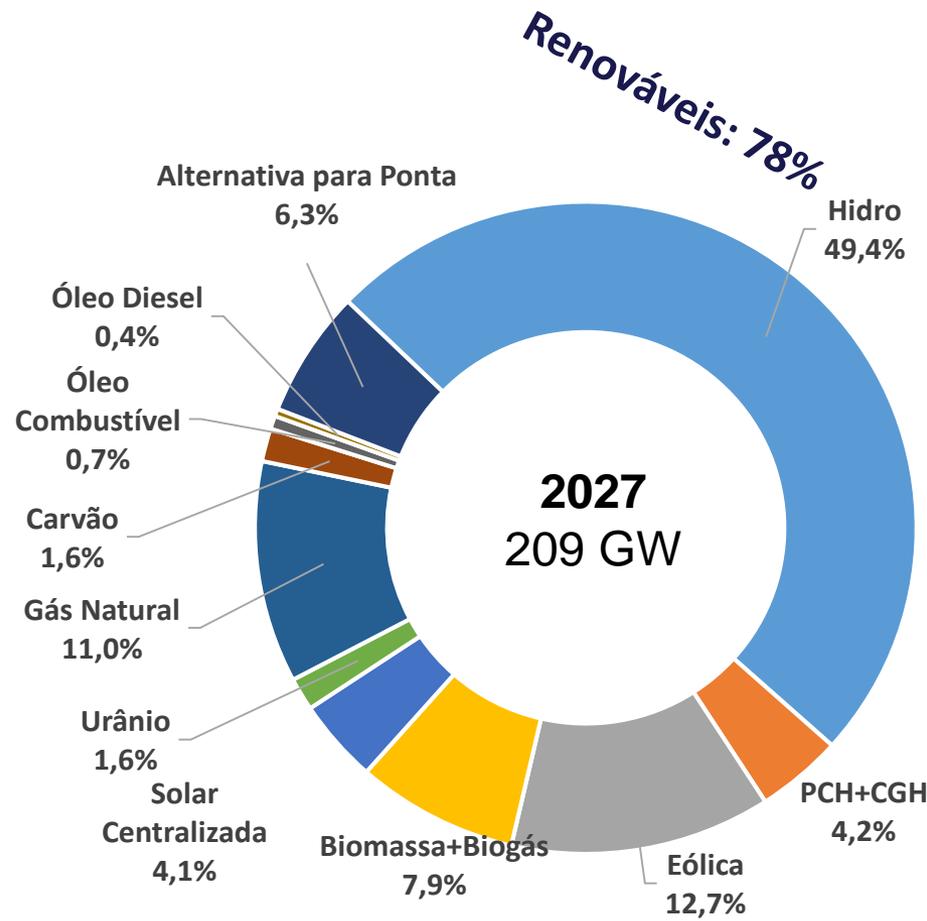
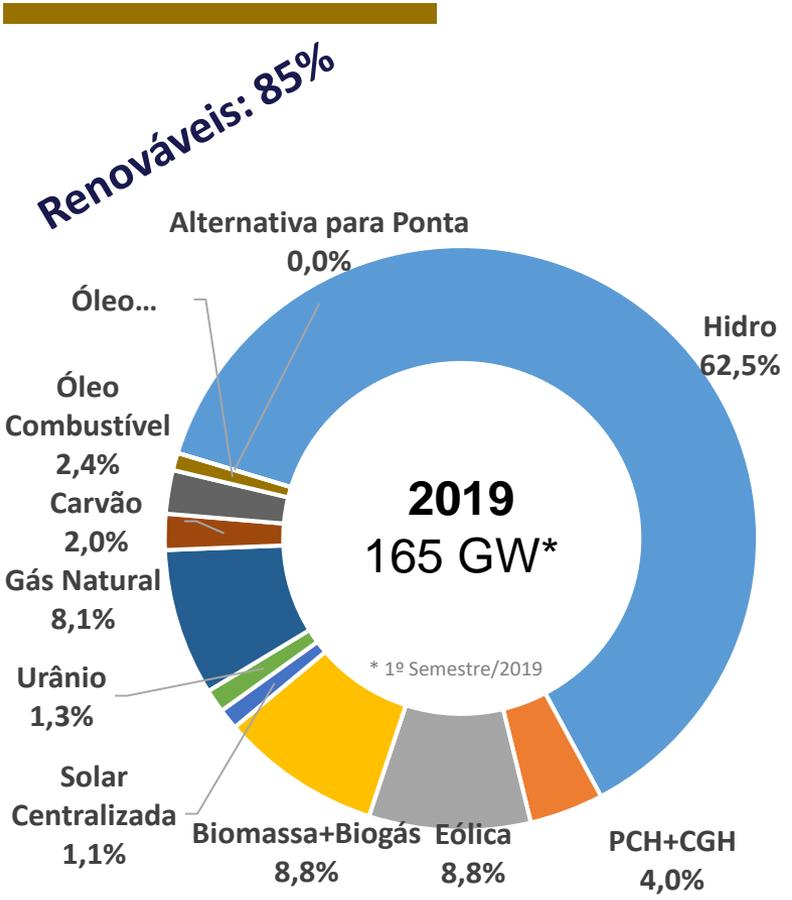
Participação de Renováveis em 2027  
Matriz Elétrica

Obs: Valores de Oferta de Energia Elétrica inclui Geração Centralizada, Autoprodução, Geração Distribuída e importações do excedente de Itaipu pertencente ao Paraguai

Fonte: Plano Decenal 2027, pág. 238 e 239.

# Evolução da Capacidade Instalada

## Por fonte de Geração para Expansão de Referência



- OBS:
- A evolução não considera a autoprodução de uso exclusivo que, para os estudos energéticos, é representada como abatimento de carga
  - Usinas termelétricas movidas a óleo diesel e óleo combustível são retiradas do Plano de Expansão de Referência nas datas de término de seus contratos
  - Alternativa Indicativa de Ponta: contempla termelétricas a ciclo aberto e tecnologias de armazenamento
  - As importações do excedente de Itaipu pertencente ao Paraguai não foram consideradas

### Compromissos do Brasil junto à ONU



Reduzir as emissões de gases de efeito estufa, em relação aos níveis de 2005, em 37% até 2025, e uma indicação de 43% até 2030



# Resumo dos Investimentos – Setor Elétrico

## Planejamento Decenal



Eólica: R\$ 69 Bilhões  
Fotovoltaica: R\$ 33 Bilhões  
Biomassa: R\$ 13 Bilhões  
PCH/CGH: R\$ 14 Bilhões  
Investimentos até 2027



R\$ 550 Bilhões em Investimentos até 2027



≈50% Geração  
≈30% Transmissão  
≈20% Distribuição

FONTE: PDE 2027 (pág.247) e ABRADDEE.

Obs: Taxa de câmbio referencial: R\$ 3,31 / US\$ (comercial – fim de período, média de compra e venda, dezembro/2017 )



# Alternativas para Expansão da Geração

# Alternativas para Expansão da Geração

## Potencial Teórico Solar

### Potencial Teórico Solar

| Recursos                          | Capacidade (GW) |
|-----------------------------------|-----------------|
| Geração Centralizada              | 28.519          |
| Geração Distribuída (residencial) | 164             |

Fonte: EPE (Evento Brasil Solar Power)



# + 164 GW

Potencial Teórico Geração Distribuída



OBS: Este potencial técnico solar fotovoltaico já exclui áreas sensíveis como: Amazônia, Pantanal, Mata Atlântica, unidades de conservação, terras indígenas e comunidade quilombolas.

Fonte Mapa: Nota Técnica PR 04/18/EPE - Potencial dos Recursos Energéticos no Horizonte 2050. Data: Setembro de 2018

# Alternativas para Expansão da Geração

## Mercado de Energia Solar em Expansão



### Capacidade instalada em 2018

|    |  |             |         |
|----|--|-------------|---------|
| 1  |  | China       | 45,0 GW |
| 2  |  | India       | 10,8 GW |
| 3  |  | USA         | 10,6 GW |
| 4  |  | Japan       | 6,5 GW  |
| 5  |  | Australia   | 3,8 GW  |
| 6  |  | Germany     | 3,0 GW  |
| 7  |  | Mexico      | 2,7 GW  |
| 8  |  | Korea       | 2,0 GW  |
| 9  |  | Turkey      | 1,6 GW  |
| 10 |  | Netherlands | 1,3 GW  |

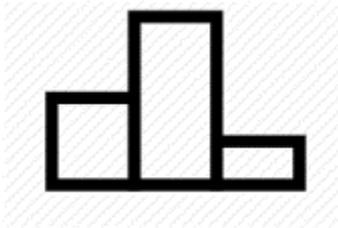
**11º**  
 País que mais instalou fonte Solar no Mundo em 2018

### Capacidade instalada Total

|    |  |           |          |
|----|--|-----------|----------|
| 1  |  | China     | 176,1 GW |
| 2  |  | USA       | 62,2 GW  |
| 3  |  | Japan     | 56,0 GW  |
| 4  |  | Germany   | 45,4 GW  |
| 5  |  | India     | 32,9 GW  |
| 6  |  | Italy     | 20,1 GW  |
| 7  |  | UK        | 13,0 GW  |
| 8  |  | Australia | 11,3 GW  |
| 9  |  | France    | 9,0 GW   |
| 10 |  | Korea     | 7,9 GW   |

Fonte: 2019 - Snapshot of Global Photovoltaic Markets (IEA), [04/2019] e ABSOLAR

**1,2 GW**  
 Potência Instalada em 2018



Fonte: 2019 - Snapshot of Global Photovoltaic Markets (IEA), [04/2019]

## POTÊNCIA OPERACIONAL TOTAL NO BRASIL

Potência Geração Centralizada 2.172 MW
+
Micro/Minigeração Distribuída 1.230 MW
=
Potência Operacional Total 3.402 MW

Fonte: BIG ANEEL, 26/08/2019 e ABSOLAR

# O Projeto de Integração do Rio São Francisco

## Operação integrada Solar/Hidro

### Objetivo

Garantir a **segurança hídrica a 12 milhões de habitantes, em 390 municípios**, nos estados de PE, CE, PB e RN através da transposição do rio São Francisco.

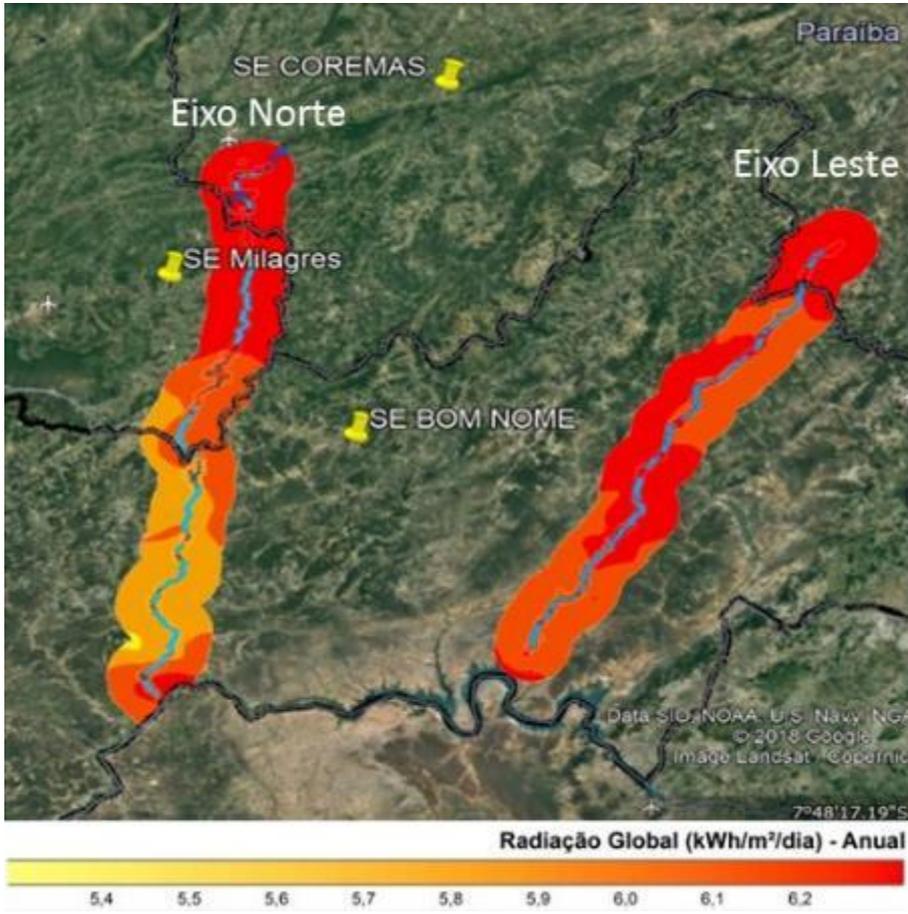
**477 km de canais em 2 eixos (Leste e Norte):**

**Eixo Leste: faixa de terra de 217 km de extensão** com 200 m de largura, 6 estações de bombeamento em operação, canal com 14 m de largura.

**Eixo Norte: faixa de terra de 260 km de extensão** com 200 m de largura, 3 estações de bombeamento em operação, canal com 23 m de largura.

### Características

13 aquedutos, 9 estações de bombeamento, 27 reservatórios, 8 túneis, 8 subestações de 230 kV e 1 de 69 kV, **270 km de linhas de transmissão de 230 kV, 51 km de linhas de transmissão de 69 kV 257 km de linhas de transmissão de 13,8 kV**, sistema conectado a SE Bom Nome da CHESF 500 kV e mais de 400 km de estrada de acesso não pavimentadas.



**PISF Localizado numa das melhores regiões de insolação do Brasil.**

# O Projeto de Integração do Rio São Francisco

## Potencial Solar na Transposição do São Francisco

**R\$ 15 bilhões**

Investimento total esperado

**50.000**

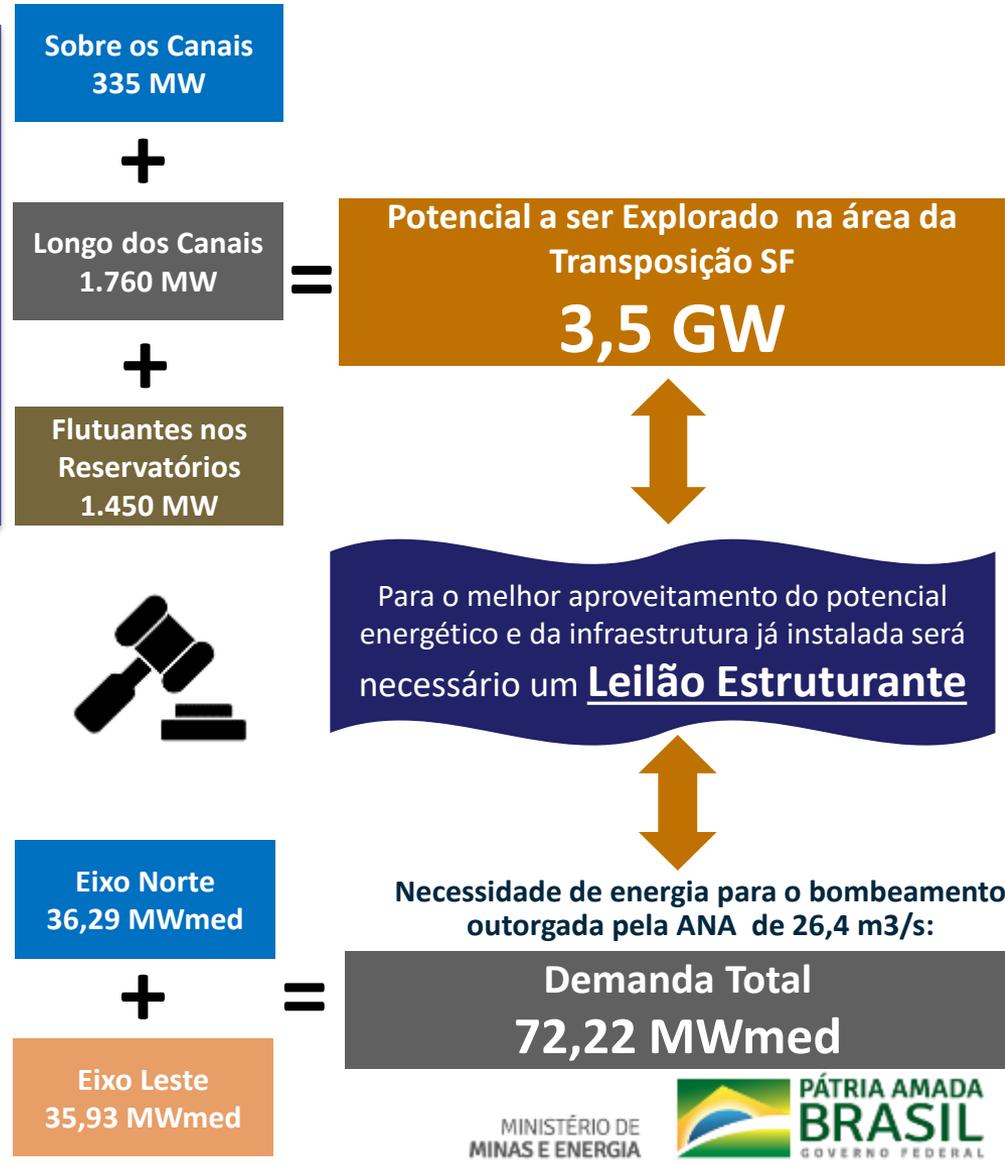
Estimativa de empregos durante a Instalação

## Menor Preço Energia

Como um dos critérios de Leilão (além de outros como o de valorizar a infra existente)

## Mercado Livre

Possibilidade de exploração de 1 GW de geração solar flutuante sobre os reservatórios (cobrindo 50% de cobertura dos reservatórios)



# Alternativas para Expansão da Geração



## Usinas Híbridas



### Algumas Reflexões – Usinas Híbridas

#### Exemplos Combinações



- Redução de custos UFV estimula a adição de geração solar junto a eólica
- Sinergia entre as fontes EÓLICA + SOLAR, no caso Brasileiro
- Sistemas Isolados, interessante uso de soluções como DIESEL + Renováveis, com/sem técnicas de Armazenamento. Ex: Leilão para suprimento de Boa Vista
- Maior uso da capacidade disponível dos Sistema de Transmissão ou Distribuição
- Otimização do Uso da Área Disponível (Terreno)
- Sinergias de logística e planejamento das ações (canteiro de obras, terraplanagem, mão de obra)
- Sinergias operativas (plano de manutenção, monitoramento)
- Necessidade de adaptar o regramento vigente referente a tarifa de uso de rede
- Observar se as fontes/tecnologias integradas são despacháveis ou não despacháveis. Se as duas ou mais fontes integradas num projeto forem não despacháveis, a produção da usina associada ou híbrida será não despachável

# Usina Flutuante Fotovoltaica



## Características:

- ❑ **Localização: Lago da UHE Sobradinho**
- ❑ **Projeto de P&D:** UFPE, UFAM, Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da UFPE. Apoio: Unisol, Sunlution e Weg
- ❑ **Customizável**, podendo reduzir 70% a evaporação
- ❑ Possibilidade de utilização **Sistema de Geração híbrida**



**2,5 MWp**  
Capacidade Instalada



**1 MWp**  
Primeira Etapa, já inaugurada



THE WORLD BANK

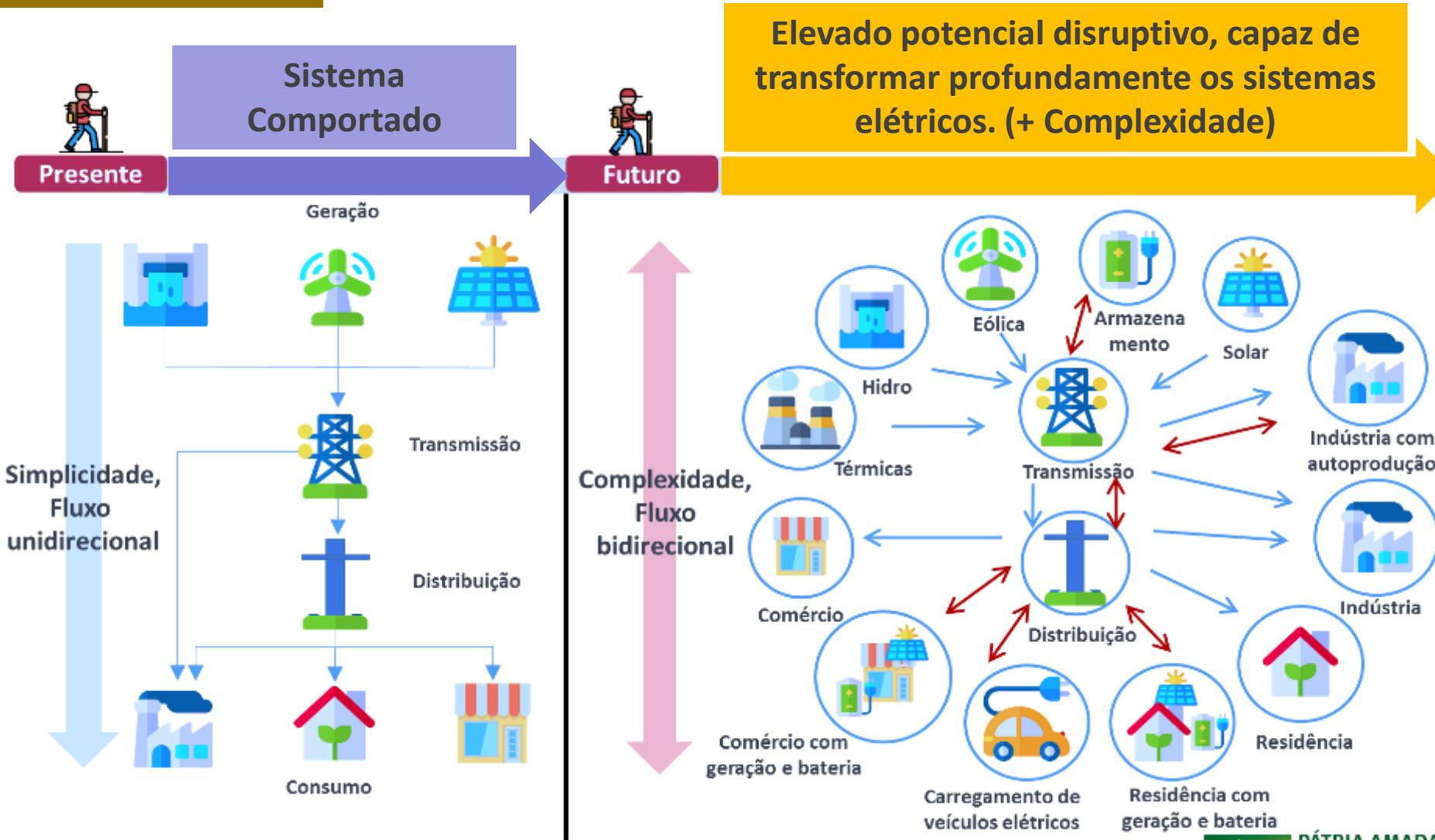
**30 GW**

Potencial Estimado BM – Lagos artificias



# Geração Distribuída

# Recursos Energéticos Distribuídos - RED



# Adaptando os Modelos

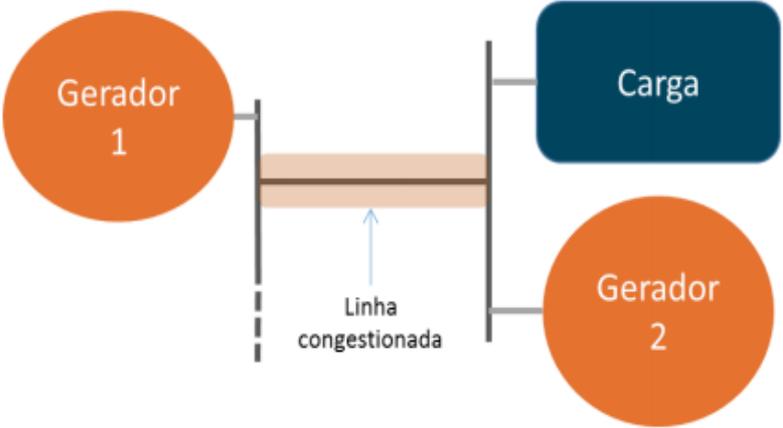
## Exemplos de Discussão



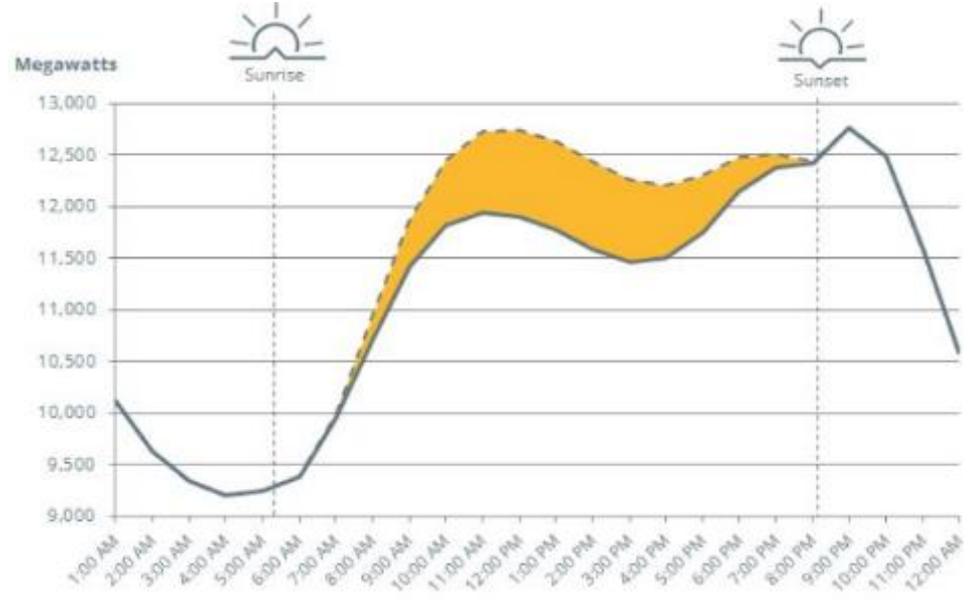
**Maior granularidade espacial e temporal.**

- Capturar o benefício da GD frente à geração centralizada - **Figura 1**
- Adequar perfil de geração com carga (ex. Solar) – **Figura 2**

**Figura 1 – Exemplo de Valor Locacional**



**Figura 2 – Exemplo de contribuição horária**



Fonte: ISO New England



# Geração Distribuída

## Capacidade Instalada Brasil (06/2019)



**47 MW**

Termelétrica

170

Empreendimentos



**10 MW**

Eólica

57

Empreendimentos



**1.085 MW**

Solar Fotovoltaica

101.441

Empreendimentos

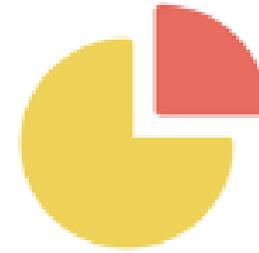


**88 MW**

Central Geradora Hidrelétrica

93

Empreendimentos



**1.230 MW**

Potência Instalada em 26/08/19

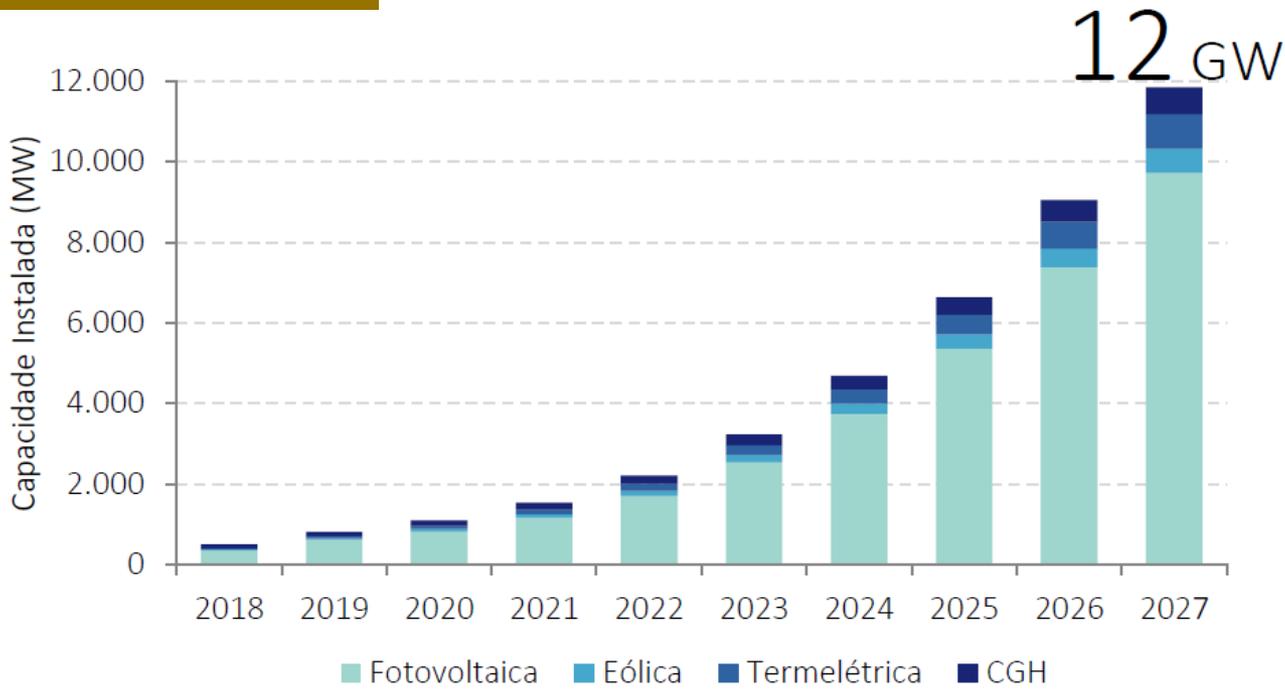


**101.761**

Empreendimentos no Brasil em 26/08/19

# Geração Distribuída

## Planejamento Decenal



R\$ 60 Bilhões em Investimentos até 2027



**1,35 milhão**

Adotantes de sistemas de micro ou minigeração distribuída em 2027



**12 GW**

Quantidade instalada em 2027

FONTE: PDE 2027, pág. 212 e 213.



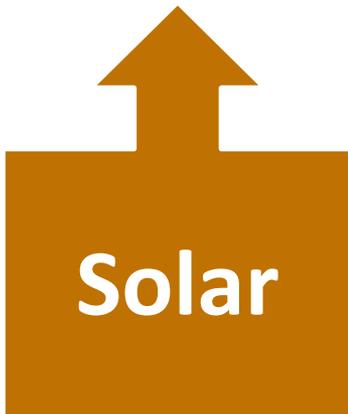
# Mercado Eléctrico

# Mercado Elétrico

ACR e ACL



Atributos por Fonte



Comercialização



Variabilidade das Fontes



Leilões de Energia



# Obrigado!



**Reive Barros dos Santos**  
Ministério de Minas e Energia  
[\(61\) 2032-5762](tel:(61)2032-5762)  
[spe@mme.gov.br](mailto:spe@mme.gov.br)