

# Perspectivas e o papel da fonte solar fotovoltaica no Brasil

Seminário de troca de conhecimentos – Geração Solar Fotovoltaica  
Florianópolis, 09 de Novembro de 2018

# RESUMO DA APRESENTAÇÃO



- PAPEL DA EPE
- MERCADOS PARA FOTOVOLTAICA:
  - LEILÕES DO AMBIENTE REGULADO
  - MERCADO LIVRE
  - SISTEMAS ISOLADOS
  - GERAÇÃO DISTRIBUÍDA
- PERSPECTIVAS FUTURAS

# Papel da EPE

# A Empresa de Pesquisa Energética – EPE



**100%  
pública**

**Criada em  
2004**  
Lei 10.847

**Vinculada  
ao MME**

Os estudos da EPE dão suporte técnico ao governo na  
formulação de políticas para o setor de energia

# A EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE



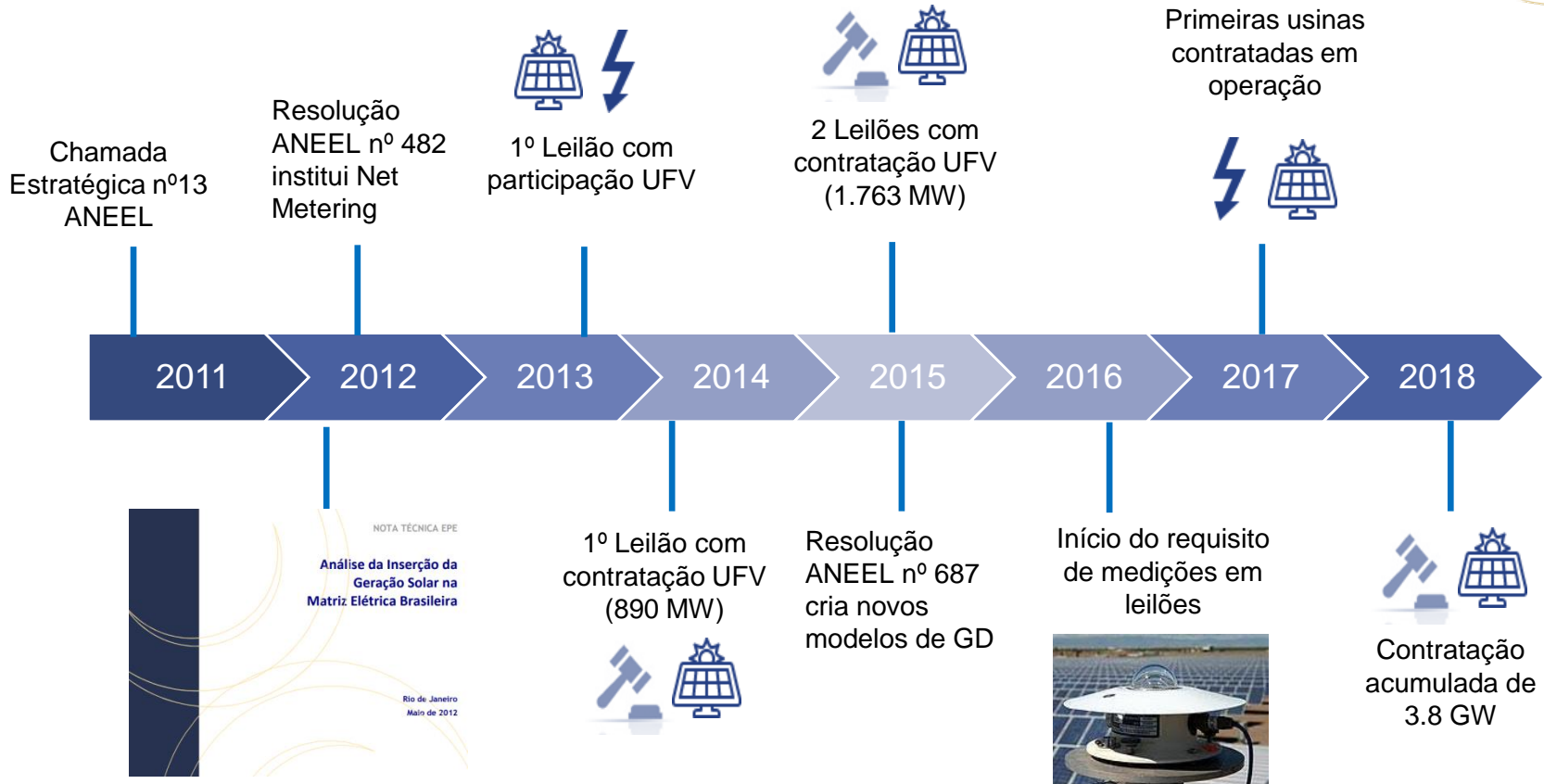
Tem por finalidade realizar estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o **planejamento do setor energético**

- Energia elétrica
- Petróleo, gás natural e derivados
- Fontes renováveis
- Carvão mineral
- Energia nuclear
- Eficiência energética
- Outros

# Mercados para fotovoltaica



# MARCOS DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO BRASIL





# MERCADOS PARA FOTOVOLTAICA



## Leilões do Mercado Regulado:

- Contratos longos, ~70% da demanda



## Mercado Livre

- Contratos bilaterais, prazos variados



## Leilões dos Sistemas Isolados

- Oportunidades em sistemas híbridos



## Geração distribuída

- Net metering





# LEILÕES DO ACR

## Expansão desde 2005:



1.229 projetos



92.290 MW



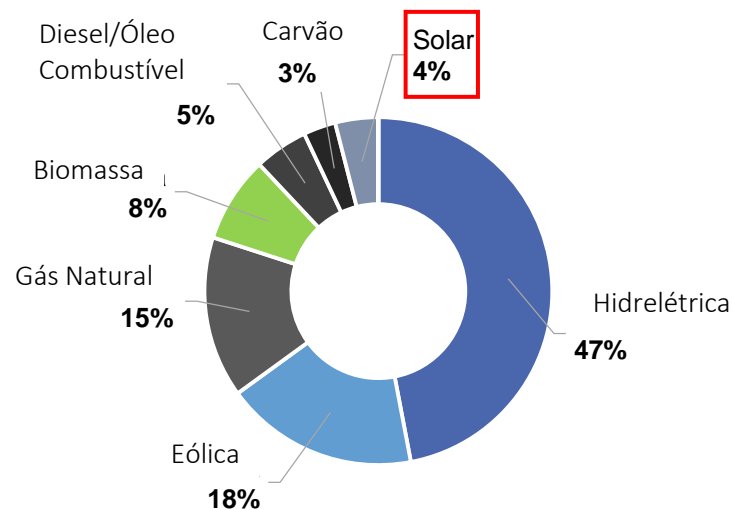
57% da matriz elétrica <sup>(1)</sup>



40 leilões



- 26 Leilões de Energia Nova
- 9 Leilões de Reserva
- 3 Leilões de Fontes Alternativas
- 3 Leilões Estruturantes



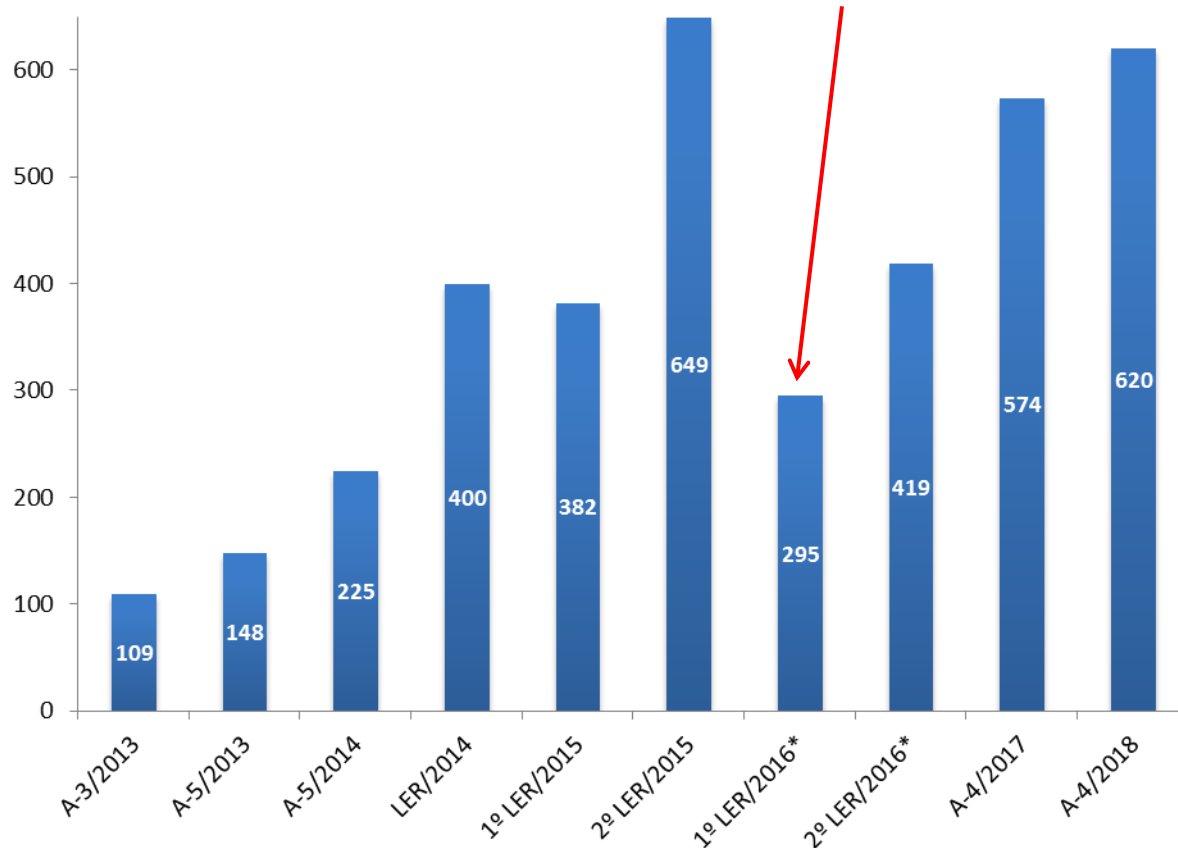
<sup>(1)</sup> Excluídos os projetos descontratados.

Fonte: CCEE (setembro/2018)



# PROJETOS CADASTRADOS NA EPE

- Início dos requisitos de medições;
- Mudança de desconto na TUST/TUSD – mais projetos > 30 MW



\* Leilões cancelados

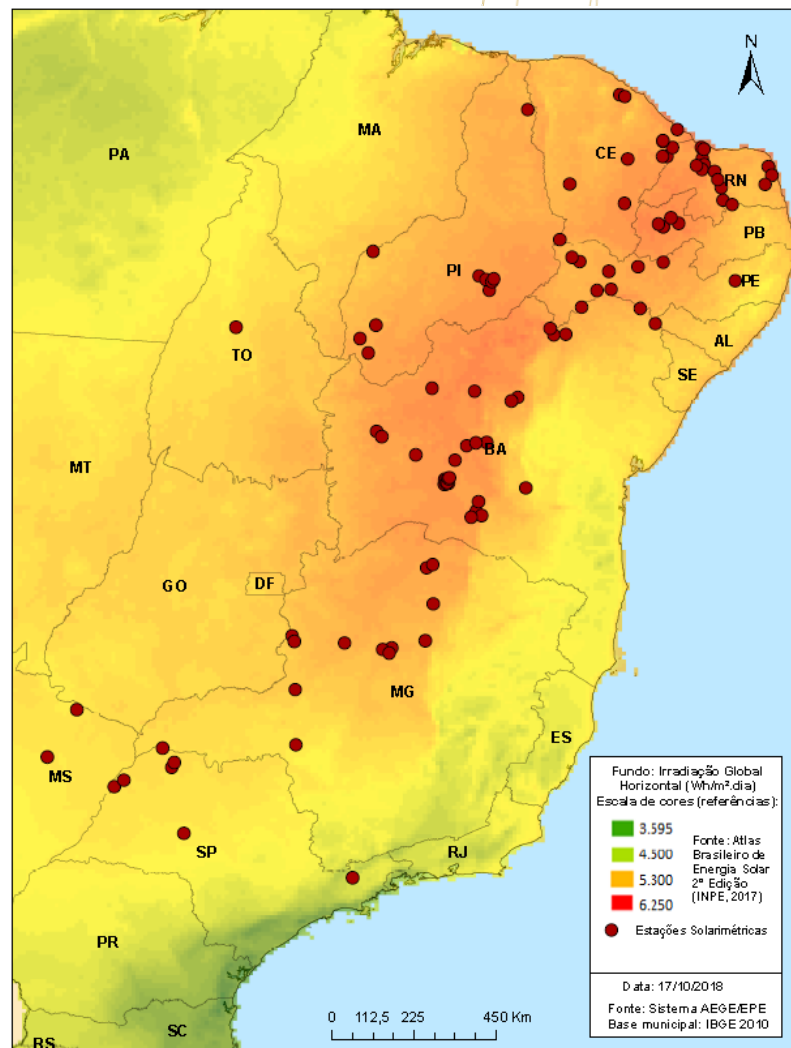
Comercializados:  
143 projetos  
3.784 MW  
9 descontratados (250 MW)





## LOCALIZAÇÃO DOS PROJETOS

- Brasil possui uma extensa área com irradiação favorável;
- Projetos espalhados pelo país, com predominância da região Nordeste.



104  
Estações

GHI  
1.850 a 2.400  
kWh/m².ano

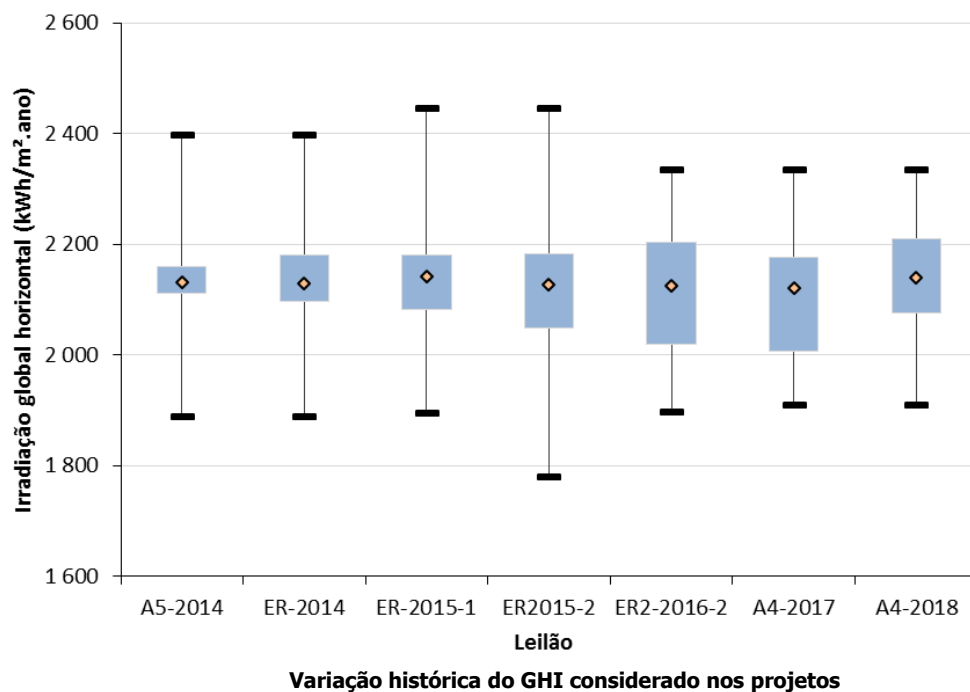


# EVOLUÇÃO DOS PROJETOS



Irradiação considerada nos projetos:

- GHI aproximadamente constante ao longo do histórico;
- Redução nos extremos pós 2016 (início do uso das medições);



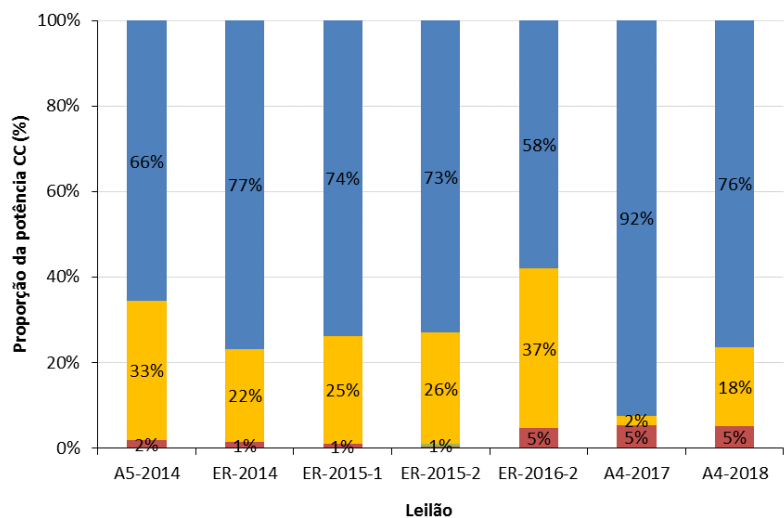


# EVOLUÇÃO DOS PROJETOS



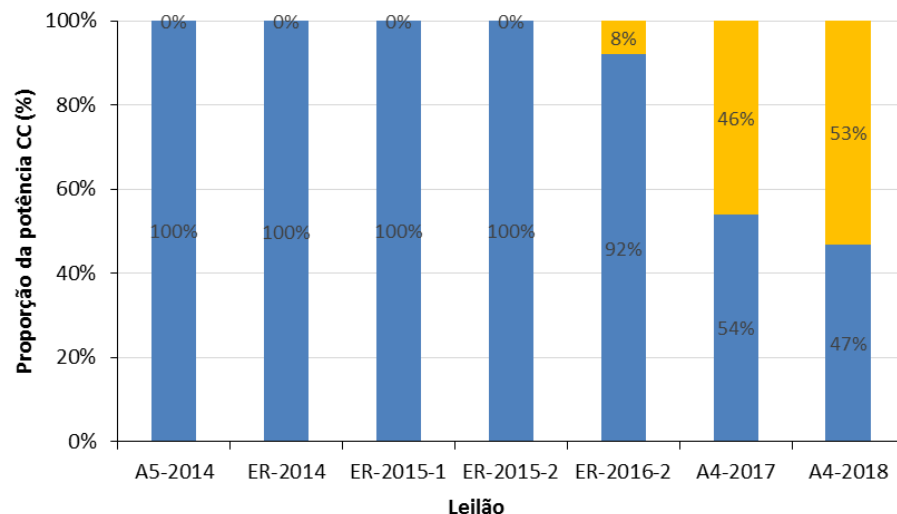
Módulos Fotovoltaicos:

- Predominância de Silício Policristalino;
- Migração para módulos com limite de 1500 V;
- Perspectiva de uso de módulos bifaciais;



■ CdTe 
 ■ CIGS 
 ■ Silício Amorfo 
 ■ Silício Monocristalino 
 ■ Silício Policristalino

**Proporção da potência CC, por tecnologia, a cada leilão, dos projetos habilitados tecnicamente**



■ 1000 V 
 ■ 1500 V

**Proporção da potência CC dos projetos habilitados por tensão máxima**



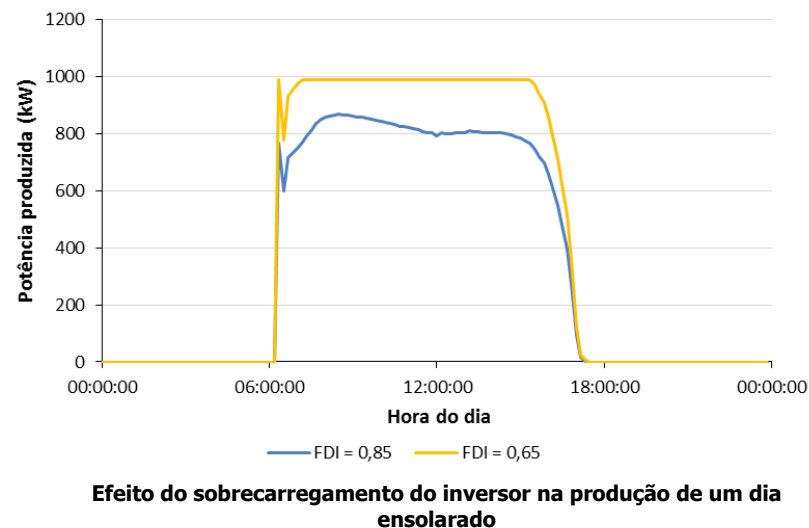
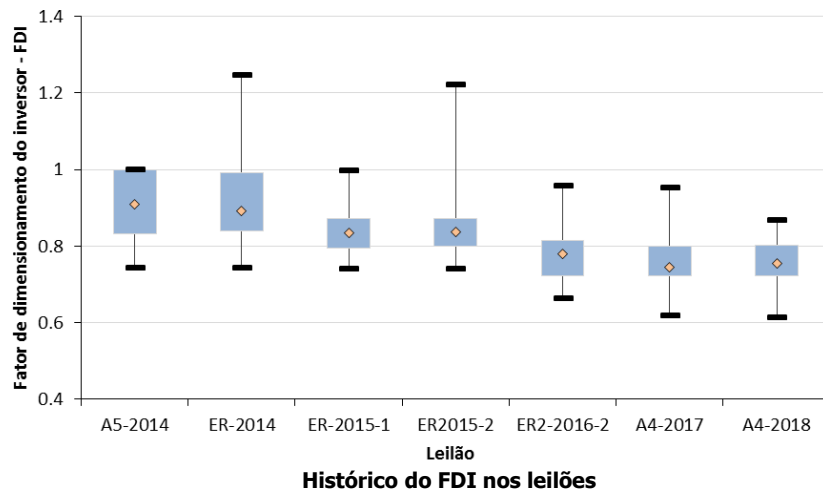


# EVOLUÇÃO DOS PROJETOS



Inversores:

- Maior diferença entre potências CC e CA (menor FDI)
- Maior fator de capacidade;



- *Curtailment* está sendo avaliado corretamente?
- Simulações horárias podem superestimar os benefícios

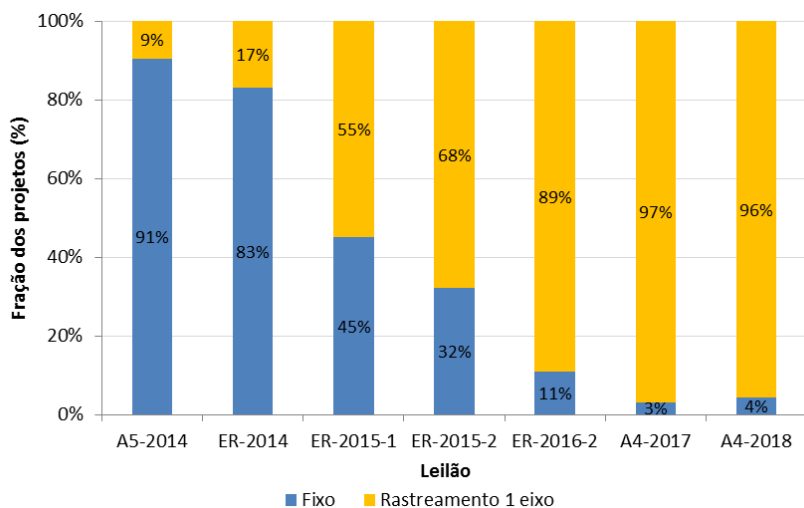


# EVOLUÇÃO DOS PROJETOS

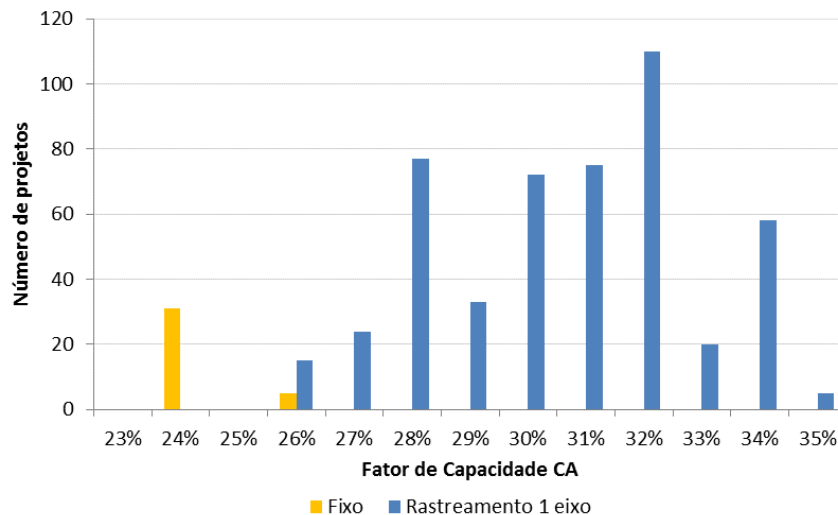


Estruturas de suporte:

- Predomínio de projetos com rastreamento em 1 eixo;
- Maior fator de capacidade;
- Projetos vendedores: 100% com rastreamento.



Proporção de projetos por estrutura de suporte



Histograma de Fatores de capacidade dos projetos habilitados no A-4/2018 (base Potência Habilitada/CA)

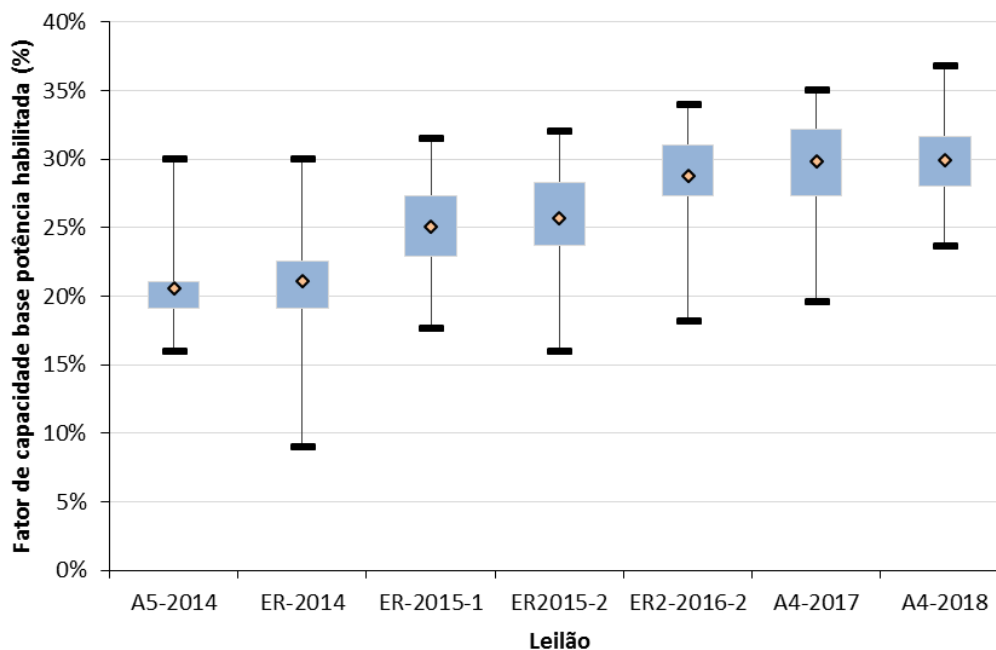


# EVOLUÇÃO DOS PROJETOS



Fator de capacidade:

- Crescimento histórico no FC;
- Ligado ao uso de rastreamento em 1 eixo e ao maior carregamento dos inversores;



**Histórico do fator de capacidade (base Potência Habilitada)**



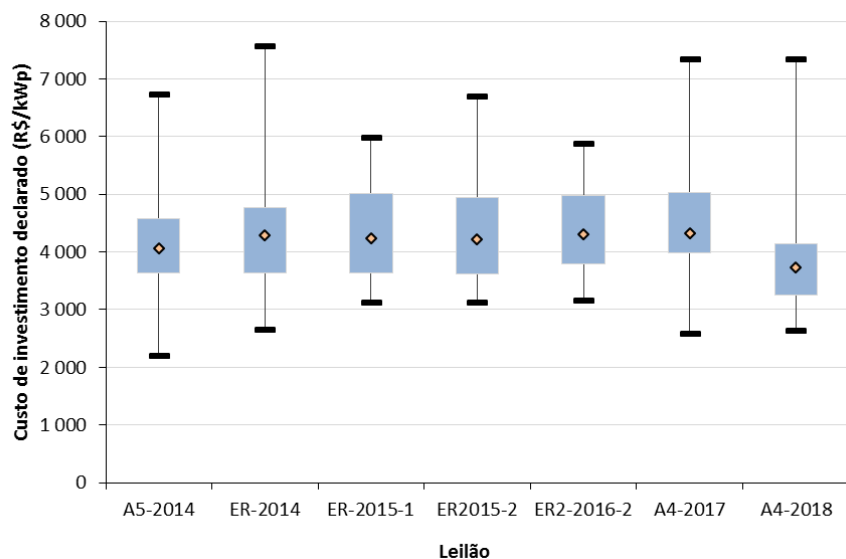


# EVOLUÇÃO DOS PROJETOS

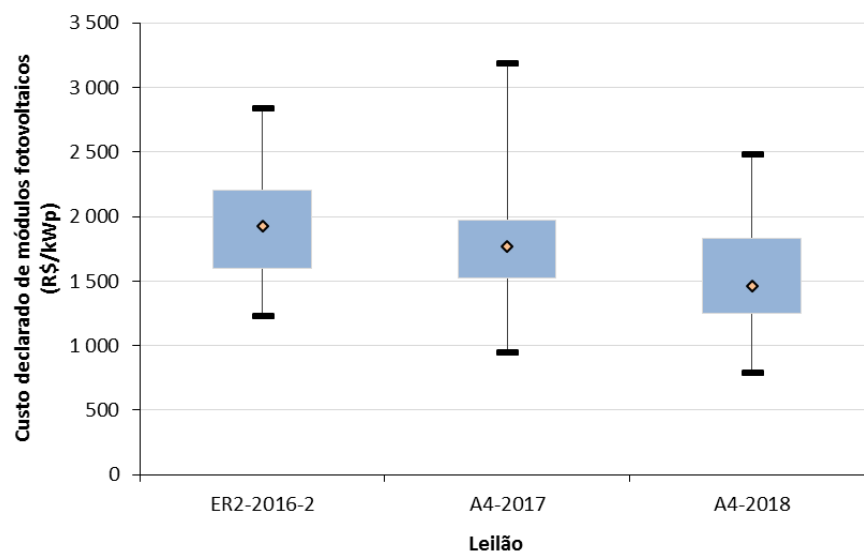


Custos:

- Ligeira queda em 2018;
- Redução notável no custo dos módulos.



Custo de investimento declarado nos leilões para empreendimentos fotovoltaicos



Varição nos custos declarados de módulos fotovoltaicos

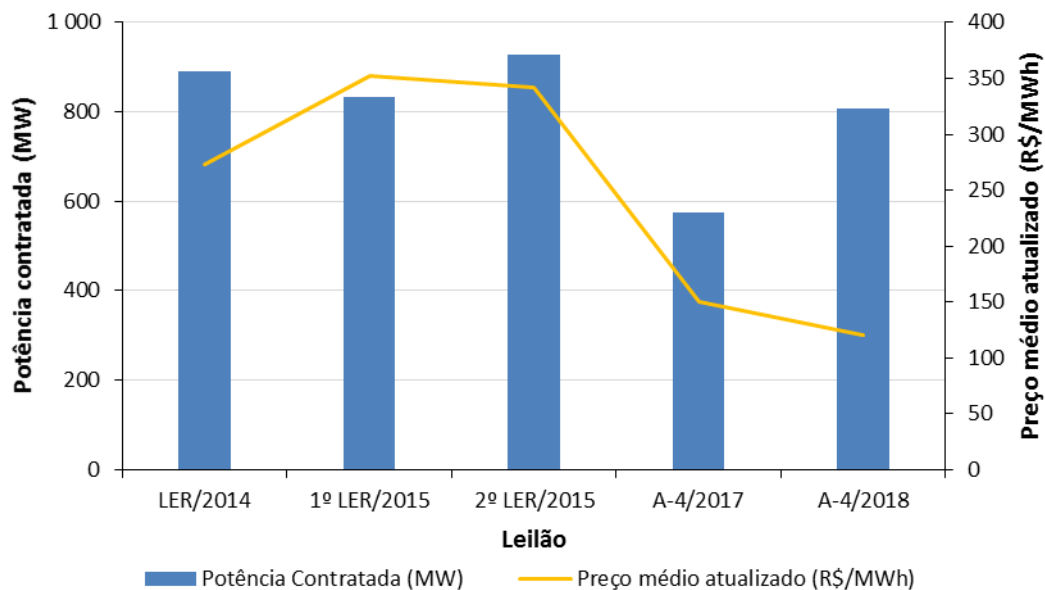


# EVOLUÇÃO DOS PROJETOS



Preço de venda:

- Redução expressiva, superior à queda nos custos;
- Aumento do FC e aspectos financeiros também contribuíram.

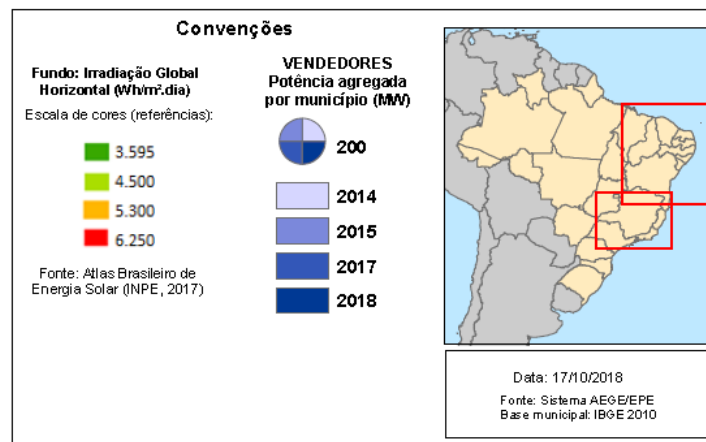
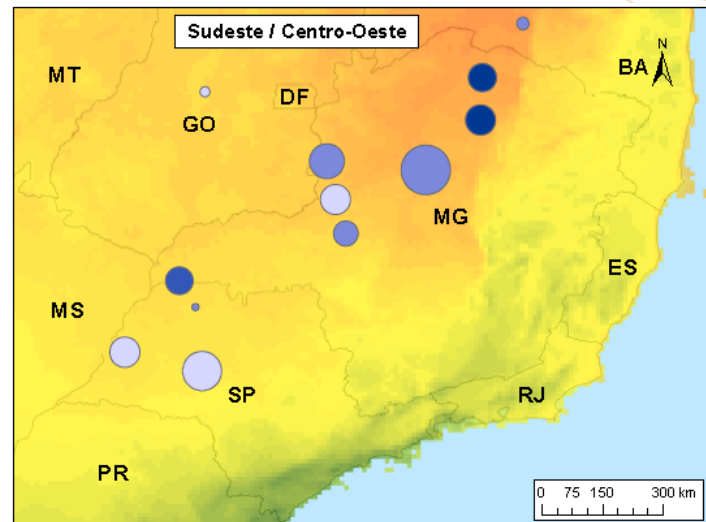
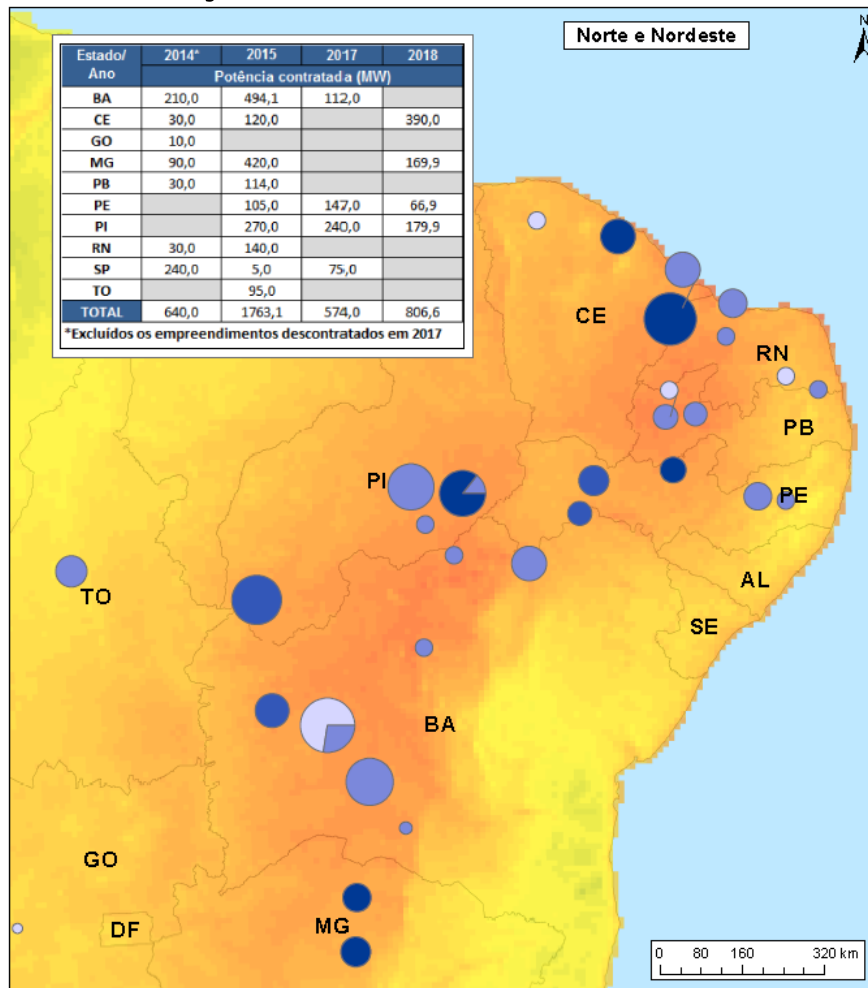


Potências contratadas e preços médios a cada leilão



# EVOLUÇÃO DOS PROJETOS

Localização dos vendedores desde 2014:





# EVOLUÇÃO DOS PROJETOS

- Mais detalhes na Nota Técnica:



- Disponível no endereço:  
<http://bit.ly/UFV2018>



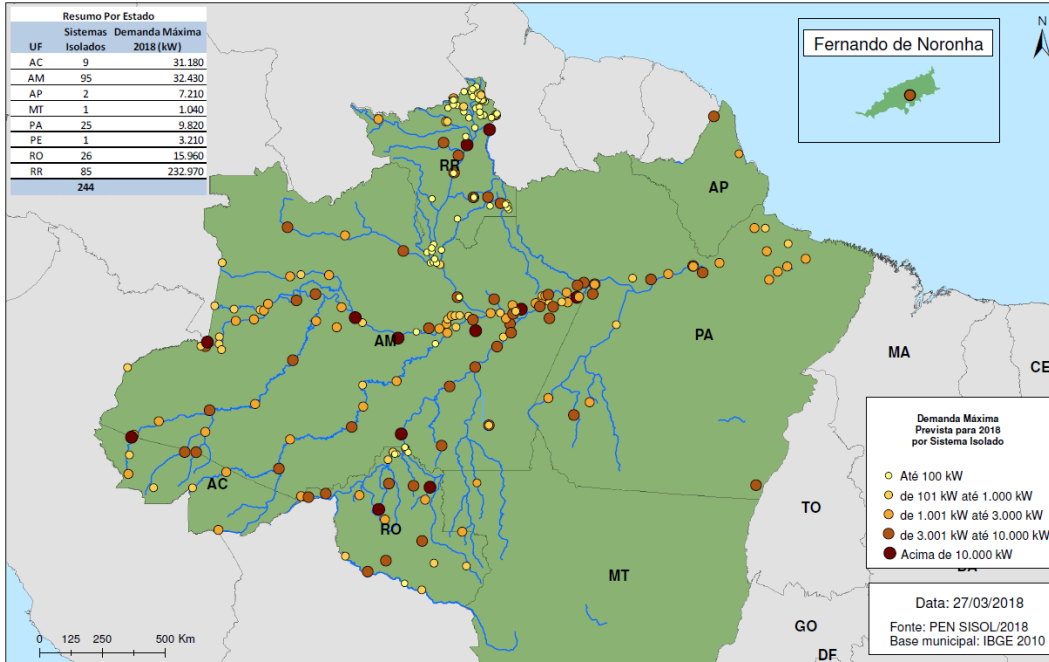
# MERCADO LIVRE



- Cerca de 30% do mercado;
- Contratos bilaterais de curto, médio e longo prazo;
- Mercado especial de Energia incentivada para renováveis;
- Movimento recente de crescimento de projetos financiados via ACL: leilões CEMIG, usina de 199 MW da EDP em SP;

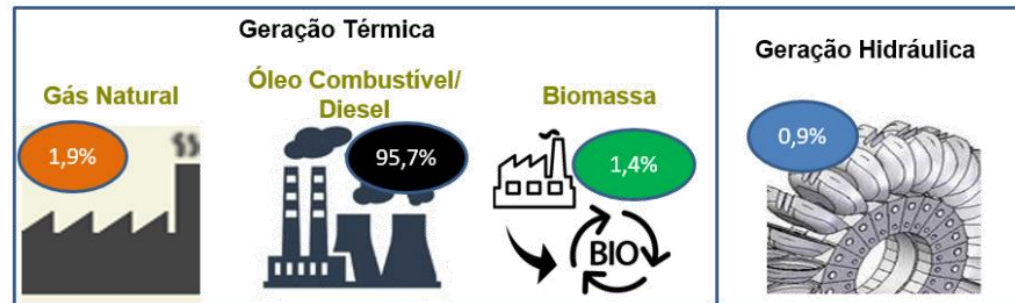


# SISTEMAS ISOLADOS: VISÃO GERAL



Fonte: EPE

- Custos elevados (diesel)
- Logística complexa
- Potencial para soluções híbridas



Fonte: ONS



# SISTEMAS ISOLADOS: VISÃO GERAL



- Contratação via leilões, vencedor é o responsável pelo suprimento da localidade;
- Sistemas híbridos diesel-fotovoltaicos já são competitivos e há projetos em operação (Fernando de Noronha ~1 MW, Oiapoque, 3,3 MW) – expectativa de novos projetos no futuro próximo;
- Queda no preço de baterias pode fazer com que híbrido fotovoltaico-bateria seja competitivo;



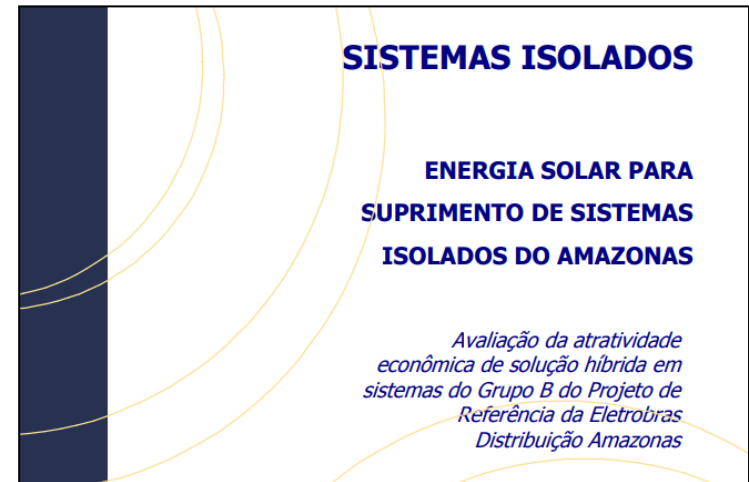
# SISTEMAS ISOLADOS: VISÃO GERAL

- EPE vem realizando estudos sobre viabilidade de hibridismo nos Sistemas Isolados desde 2014;



Fevereiro/2014

<http://bit.ly/solar-acre>



Outubro/2016

<http://bit.ly/solar-amazonas>

- Resultados já apontavam competitividade da solução híbrida;
- Atratividade tende a ter crescido com queda nos preços dos módulos após 2016.





# SISTEMAS ISOLADOS: RORAIMA



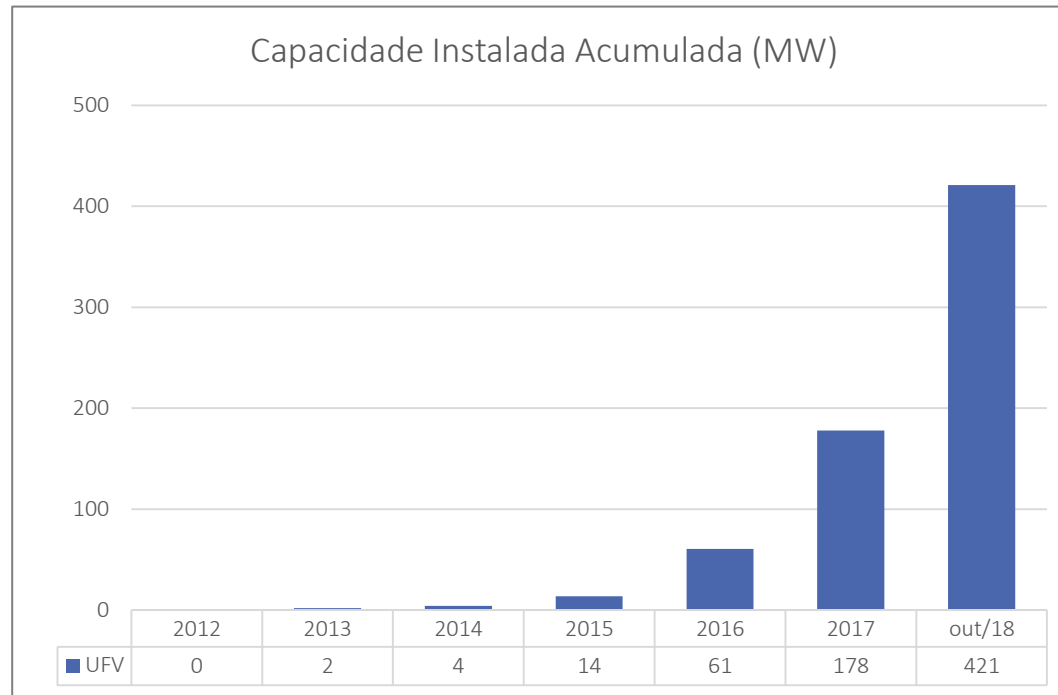
- Roraima é um caso especial: estado inteiro é isolado (cerca de 230 MW de demanda);
  - Suprimento principalmente pela Venezuela – grande número de blecautes recentes e incerteza sobre renovação;
  - Alto consumo de diesel, alto custo operacional;
  - Leilão para suprimento **híbrido**: produtos energia e potência.
  - Portaria de leilão em consulta pública no site do MME até 29/10:
    - Disponível em: <http://bit.ly/CP-RR>



# GERAÇÃO DISTRIBUÍDA



- Crescimento exponencial, de 61 MW a 420 MW em menos de 2 anos;



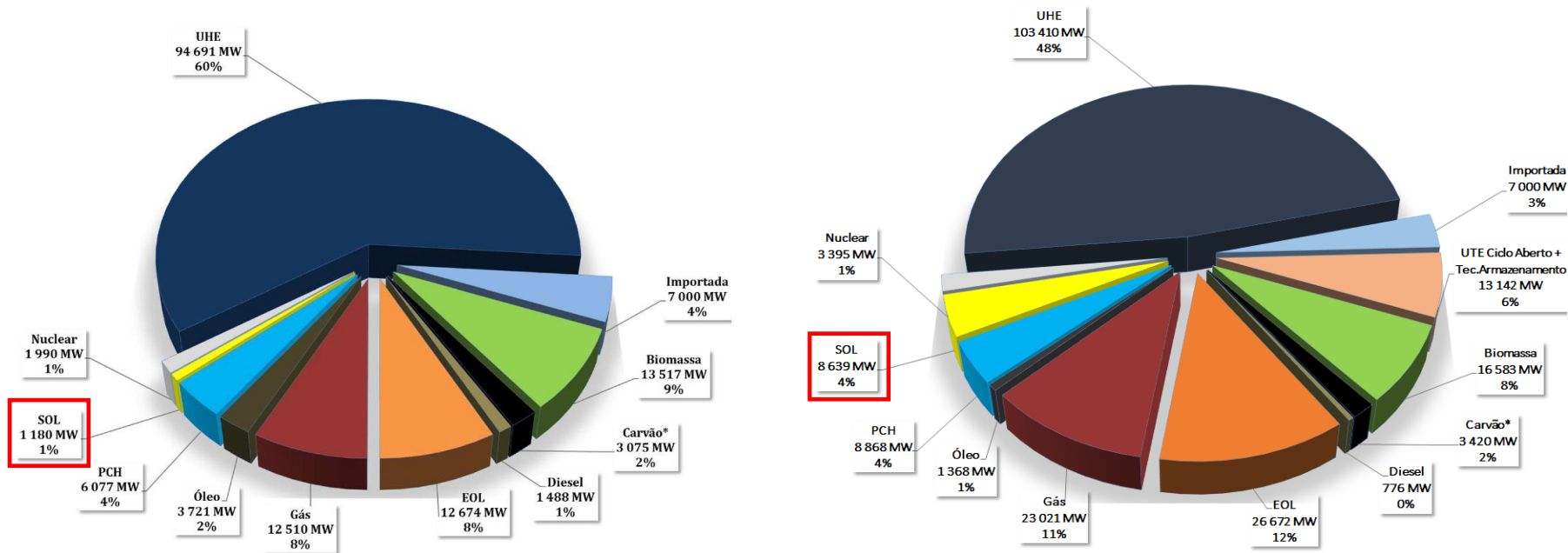
- Sistema de compensação em revisão pela ANEEL (Consulta Pública 010/2018);

# Perspectivas futuras

# PDE 2027\* – CENÁRIO DE REFERÊNCIA

**2018** 162 GW

**2027** 216 GW



- Indicação de contratação de 1 GW por ano no cenário de referência;
- Solar passa de 1,2 GW (1%) para 8,6 GW (4%) da capacidade instalada no horizonte decenal;

\*O PDE 2027 está em consulta pública no site do Ministério de Minas e Energia, podendo haver alterações até sua publicação final;

# PDE 2027 – SENSIBILIDADE



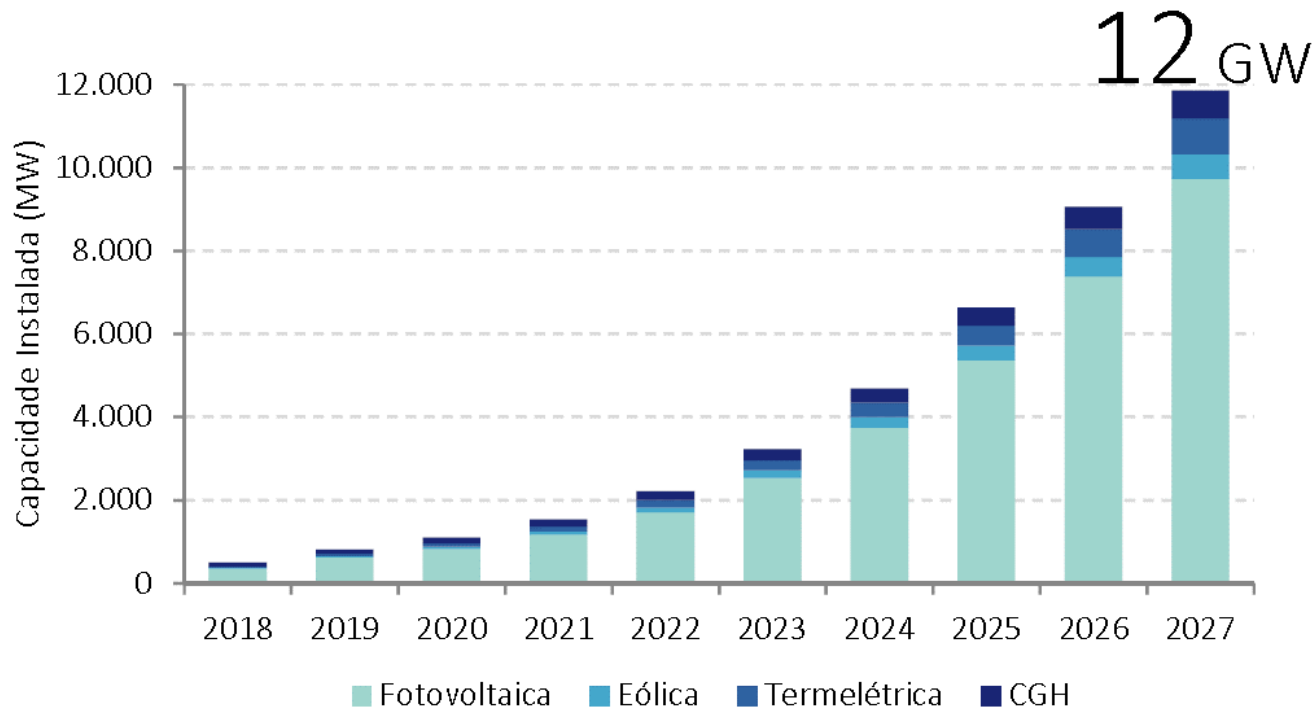
- Consideração de contribuição da FV no atendimento à ponta:
  - Metodologia probabilística, P95 dos horários de maior demanda mensal;
  - 11 anos de geração simulada com dados de GHI de satélite (LABREN-INPE);

Fator de Contribuição Solar para Capacidade (% da potência instalada)

Subsistema	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
SE/CO	21,8%	29,3%	22,8%	14,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	12,5%	16,3%	19,4%	17,1%
NE	14,1%	16,2%	13,1%	9,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	7,9%	6,7%	7,4%	10,2%

- Apesar de reduzir a necessidade de geração de ponta, não aumenta a indicação de FV contratada;
- Quando considerada em conjunto com redução de custos (40% a partir de 2024), expansão anual indicada cresce de 1 GW para 3 GW.

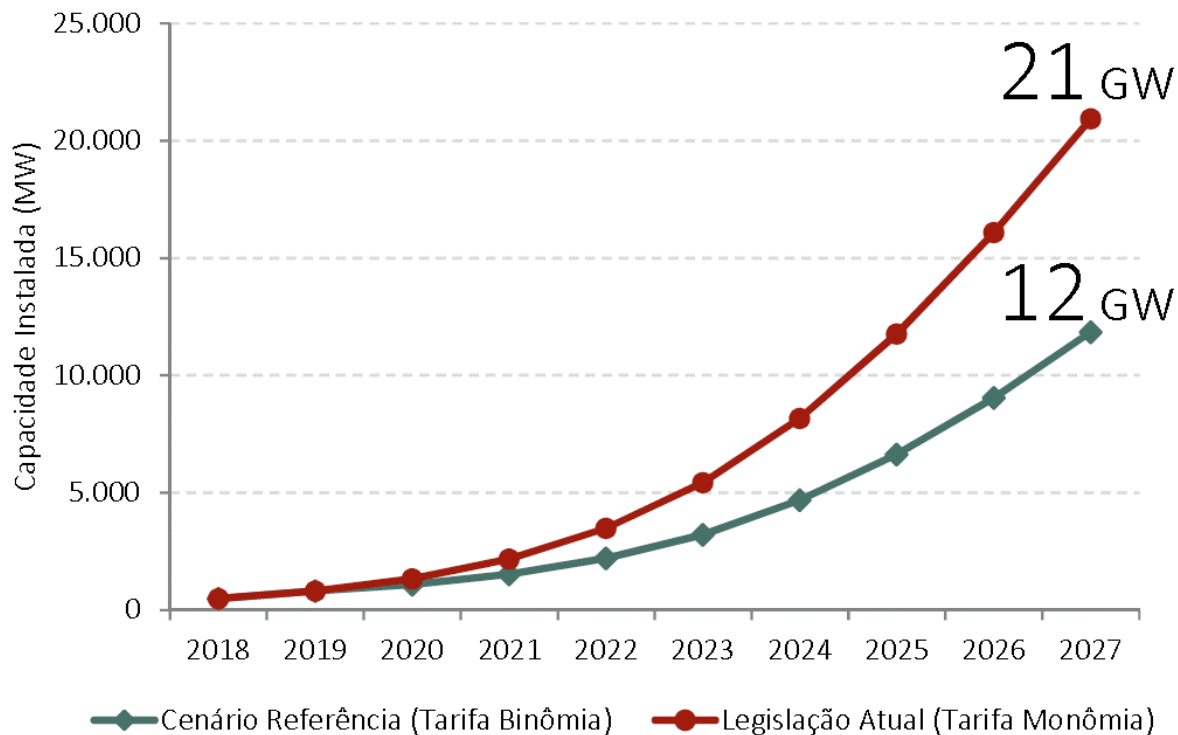
# PDE 2027 – GERAÇÃO DISTRIBUÍDA



## Potência instalada de GD por fonte em 2027

- Considera mudança para tarifa binômia;
- Aproximadamente 10 GW projetados de solar distribuída;

# PDE 2027 – GERAÇÃO DISTRIBUÍDA



## Efeito da Tarifa Binômia na projeção de GD

- Com a legislação atual, estimativa cresce para 21 GW;
- Nesses patamares, desequilíbrios deixam de ser desprezíveis, podendo ocasionar reajustes tarifários da ordem de 20% para algumas distribuidoras (ANEEL, 2015)

# USINAS HÍBRIDAS: ANÁLISE EOL + UFV

- Nota Técnica publicada em 2017 discute potenciais benefícios de hibridização de eólica e fotovoltaica:
  - Os resultados indicam que os benefícios dependem do local e das características dos projetos, não devendo ser generalizados;
  - Comparação de recurso, ao invés da produção esperada, ou com bases de tempo sem discretização adequada podem superestimar os benefícios.

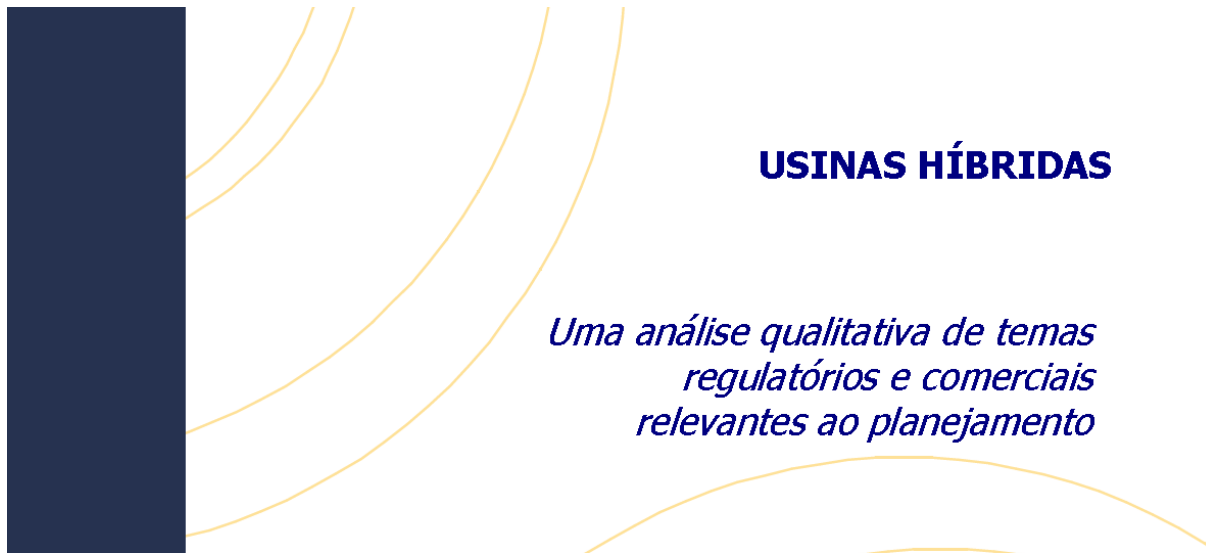


Disponível em: <http://bit.ly/EOL-UFV>



# USINAS HÍBRIDAS: ASPECTOS REGULATÓRIOS

- Nota Técnica de junho de 2018 discute tema por um ponto de vista mais conceitual:
  - Definição de diferentes topologias de hibridização, não restrito a EOL e UFV;
  - Análise de benefícios, barreiras à viabilização e sugestões;
  - Tema está na Agenda Regulatória 2018/2019 da ANEEL, onde essas questões poderão ser debatidas.



Disponível em: <http://bit.ly/usinashibridas>

# CONSIDERAÇÕES FINAIS



- Há perspectiva de um papel importante para a fonte solar fotovoltaica na matriz elétrica no futuro;
- Projetos vêm sofrendo evolução constante, com redução de custos e aumento do fator de capacidade;
- Além do Mercado Regulado, há espaço para crescimento da geração centralizada também no Mercado Livre;
- Nos sistemas isolados, a geração fotovoltaica já é competitiva para economia de combustível, podendo no futuro ser combinada com baterias;
- Na geração distribuída, ainda que ocorram mudanças regulatórias, a expectativa é de crescimento acelerado.

# Obrigado!

**Gustavo Pires da Ponte**

Consultor Técnico

Superintendência de Projetos da Geração de Energia

Diretoria de Estudos de Energia Elétrica

E-mail: [gustavo.ponte@epe.gov.br](mailto:gustavo.ponte@epe.gov.br)



Avenida Rio Branco, 1 - 11º andar  
20090-003 - Centro - Rio de Janeiro  
<http://www.epe.gov.br/>

Twitter: [@EPE\\_Brasil](https://twitter.com/EPE_Brasil)  
Facebook: [EPE.Brasil](https://www.facebook.com/EPE.Brasil)

