

Projetos fotovoltaicos nos leilões de energia

11 de junho de 2018

Gustavo Ponte

Empresa de Pesquisa Energética - EPE

Sumário

1

- A EPE

2

- Habilitação técnica

3

- Histórico de participação de empreendimentos UFV nos leilões de energia

4

- Medições solarimétricas e estimativa de produção

5

- Características técnicas dos projetos nos leilões

6

- Considerações finais

A EPE

A Empresa de Pesquisa Energética – EPE



100% pública

Criada em
2004
Lei 10.847

Vinculada ao
MME

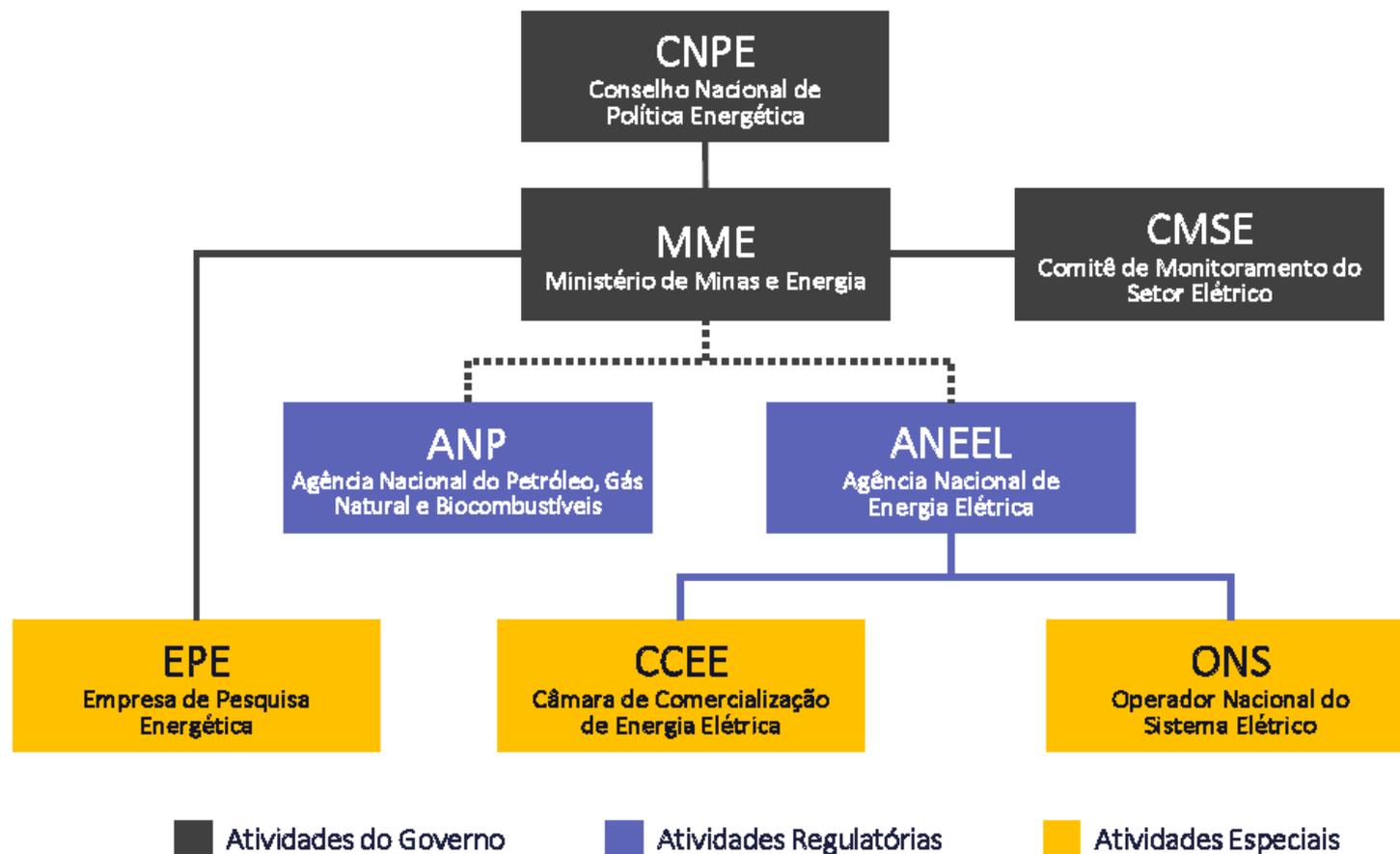
**Os estudos da EPE dão suporte técnico ao governo na
formulação de políticas para o setor de energia**

A Empresa de Pesquisa Energética – EPE

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



A Empresa de Pesquisa Energética – EPE



Habilitação Técnica

Base legal e normativa

Decreto nº 5.163/2004, artigo 12, § 4º:

A EPE habilitará tecnicamente e cadastrará os empreendimentos de geração que poderão participar dos leilões de novos empreendimentos, os quais deverão estar registrados na ANEEL.

Portaria MME nº 102/2016

Estabelece as condições de cadastramento e habilitação técnica junto à EPE para leilões de energia nova, energia de reserva e fontes alternativas.

Base legal e normativa

Instruções de Cadastramento e Habilitação Técnica

*Publicadas pela EPE com
detalhamento dos requisitos
técnicos e documentais*

A legitimidade das Instruções da EPE é garantida pela
Portaria MME nº 102/2016:

Art. 4º Os empreendedores que pretenderem propor a inclusão dos aproveitamentos ou projetos registrados na ANEEL nos leilões, de que trata o art. 1º, deverão requerer o cadastro para obtenção da Habilitação Técnica dos respectivos empreendimentos à EPE, em conformidade com os requisitos estabelecidos nesta Portaria e nas instruções da EPE, publicadas no sítio eletrônico - www.epe.gov.br.



Mais informações sobre os leilões

Canal da EPE no Youtube: The importance of qualification requirements for energy auctions



<https://www.youtube.com/watch?v=LUXK5c2Z3d0>

Síntese da análise da EPE

Análise técnica

Análise documental

Ficha de Dados



Recurso e Produção de Energia



Recurso e
produção
de energia

- Certificação de dados solarimétricos
 - ✓ Medições locais (observar tolerância de falhas; distância)
 - ✓ Dados para correlações de longo prazo
 - ✓ Análise de consistência

Desde 2016: 1 ano de medições para UFV

- Certificação de produção de energia
 - ✓ Projeto certificado = projeto cadastrado
 - ✓ Perdas e incertezas
 - ✓ Estimativa de produção de energia para longo prazo

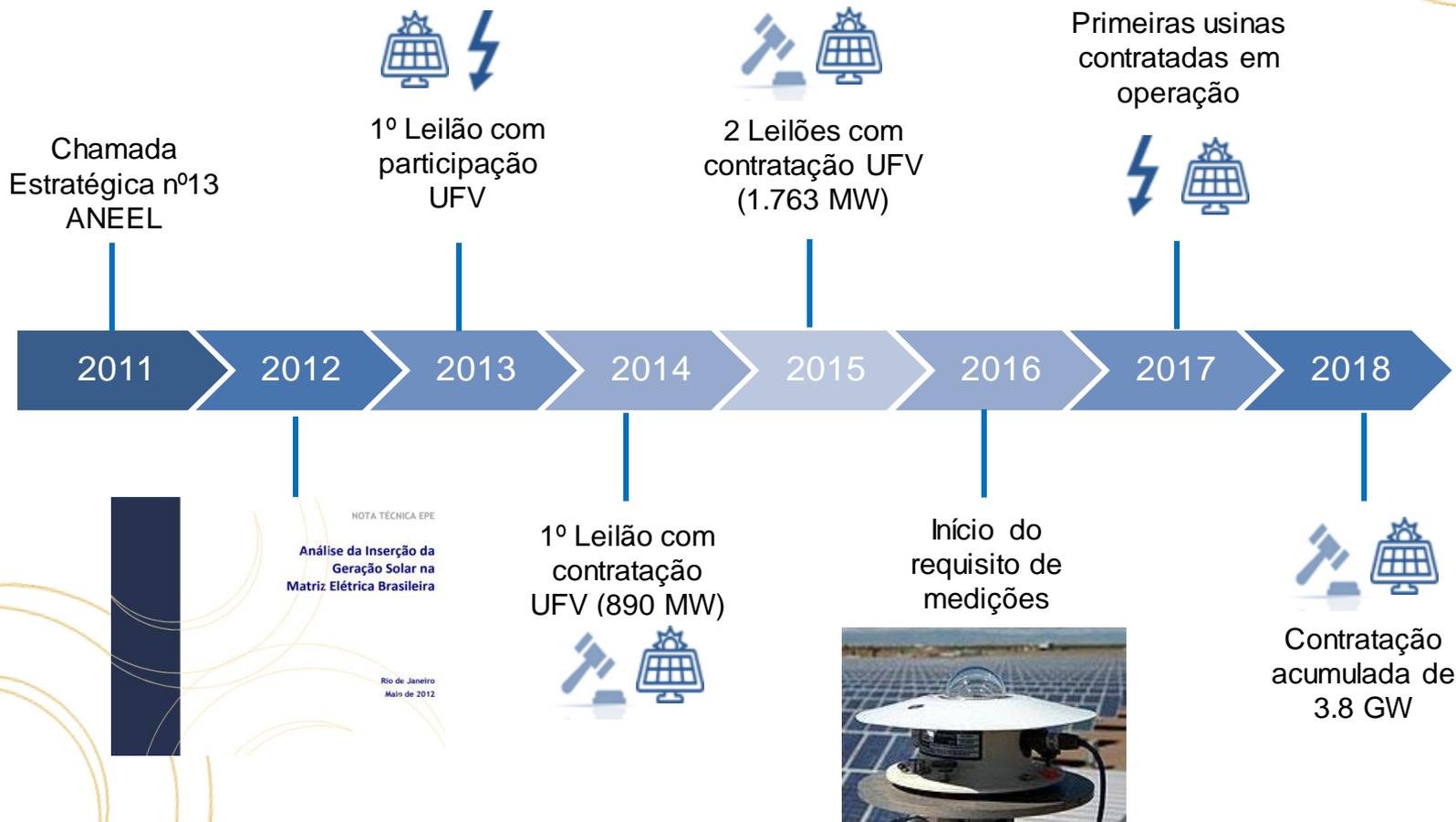
Projetos cadastrados



* Somente A-4/2018

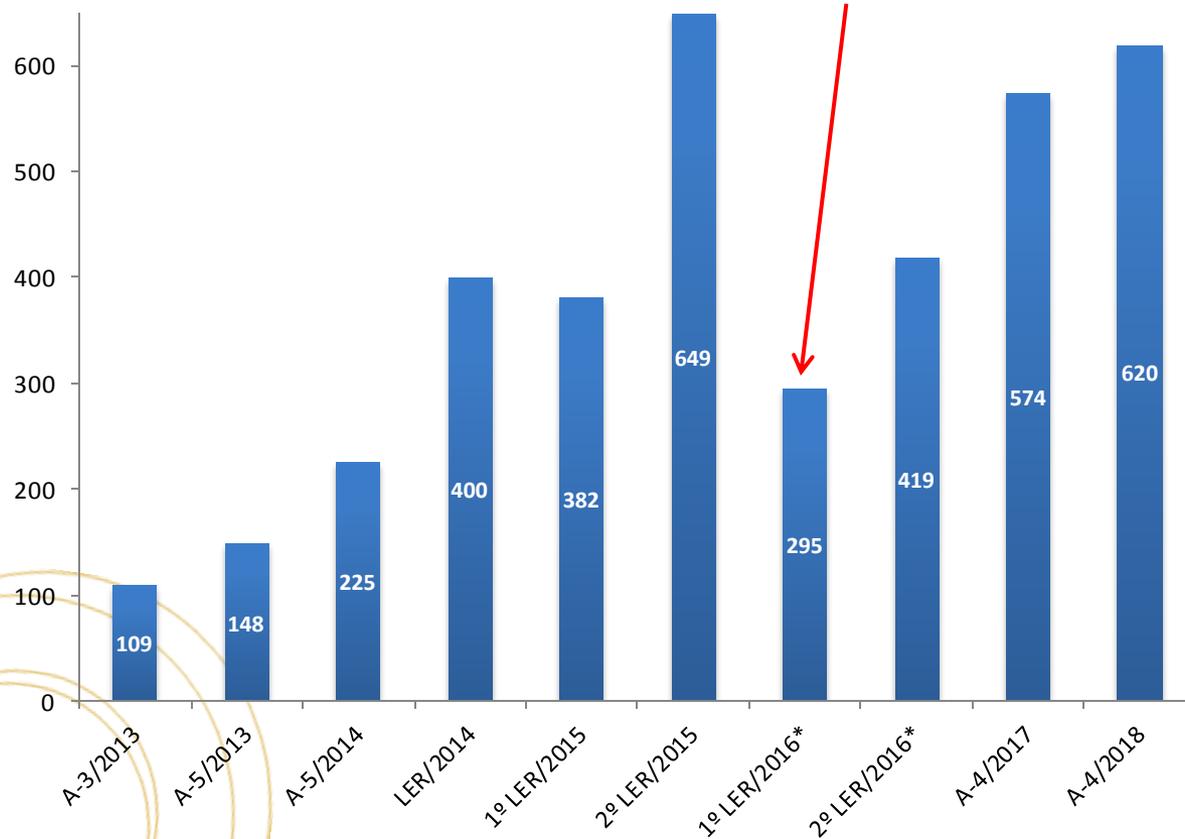
Histórico de participação de empreendimentos fotovoltaicos nos leilões de energia

Marcos da energia solar fotovoltaica no Brasil



Projetos cadastrados na EPE

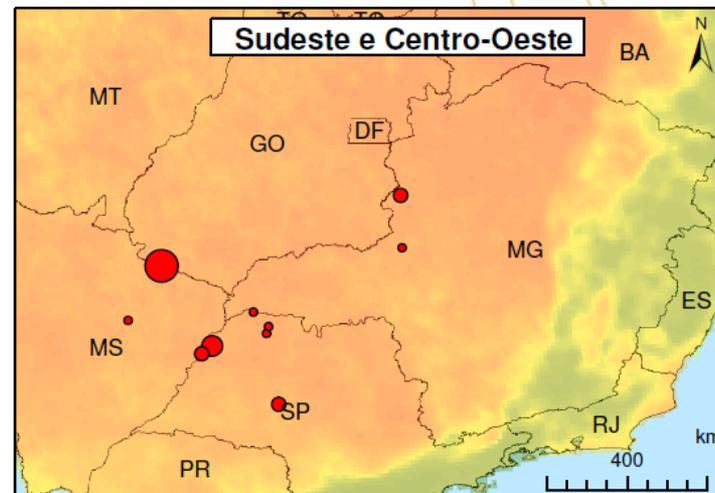
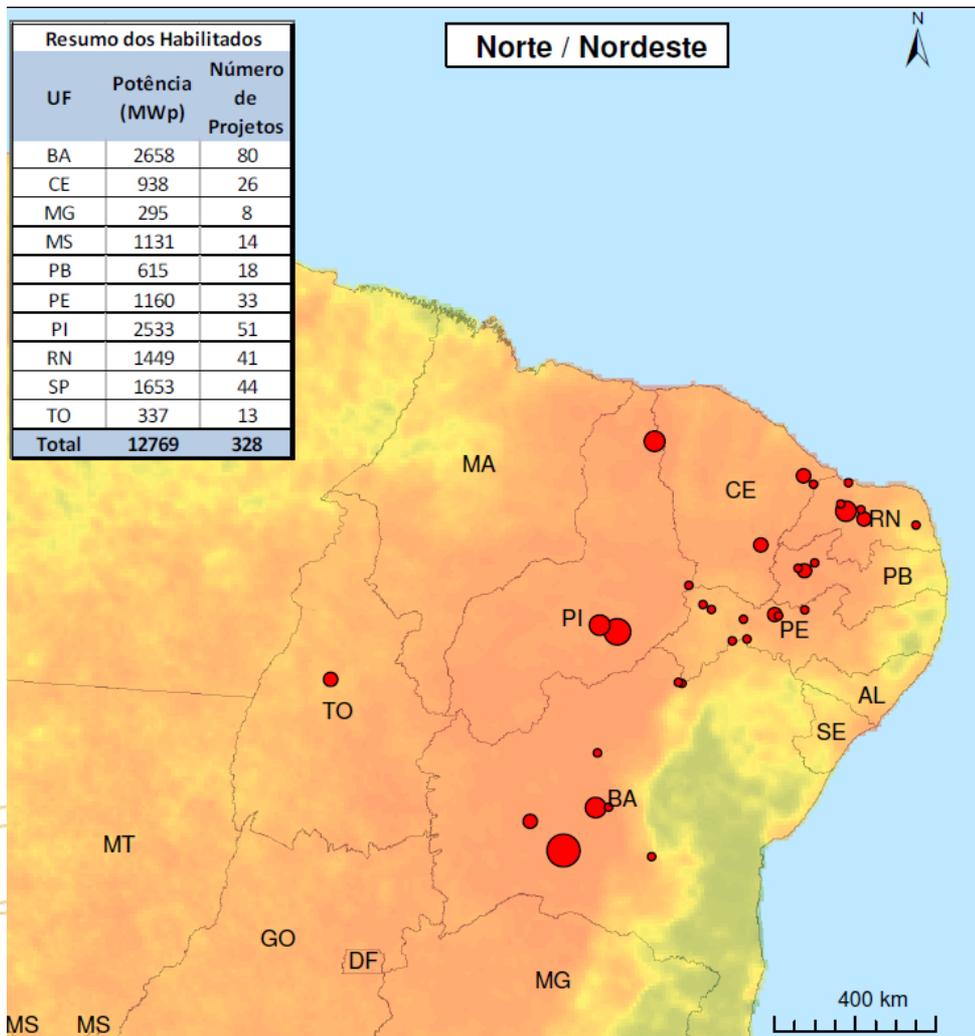
- Início dos requisitos de medições;
- Mudança de desconto na TUST/TUSD – mais projetos > 30 MW



* Leilões cancelados

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

Localização dos projetos



HABILITADOS
Potência agregada por município (MWp)

- Até 200 MW
- 201 MW a 500 MW
- 501 MW a 800 MW
- 801 MW a 1.000 MW
- Acima de 1.000 MW

Fundo: Irradiação Global Horizontal (kWh/m².ano)
Escala de cores (referências):

- 1.600
 - 1.800
 - 1.900
 - 2.150
- Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar (INPE, 2006)



Data: 27/01/2017

Fonte: Sistema AEGE/EPE
Base municipal: IBGE 2010

Base: Habilitados 2º LER/2016

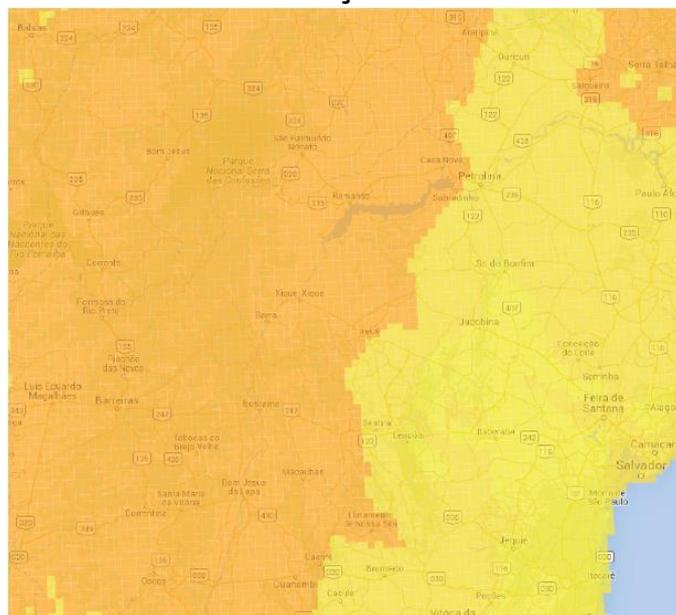
Fonte: EPE-DEE-NT-030/2017-r0

Medições solarimétricas e estimativa de produção

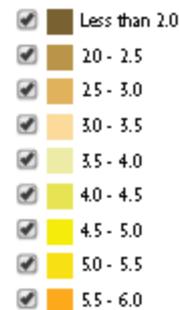
Por que medir o recurso solar?

- Diferentes modelos de satélite, com diferentes resoluções temporais e espaciais:
 - SolarGIS: 3 a 5 km, frequência sub-horária para os últimos anos;
 - MERRA: 110 km, 3 em 3 horas;

Ilustrando: Resolução de 10 km:



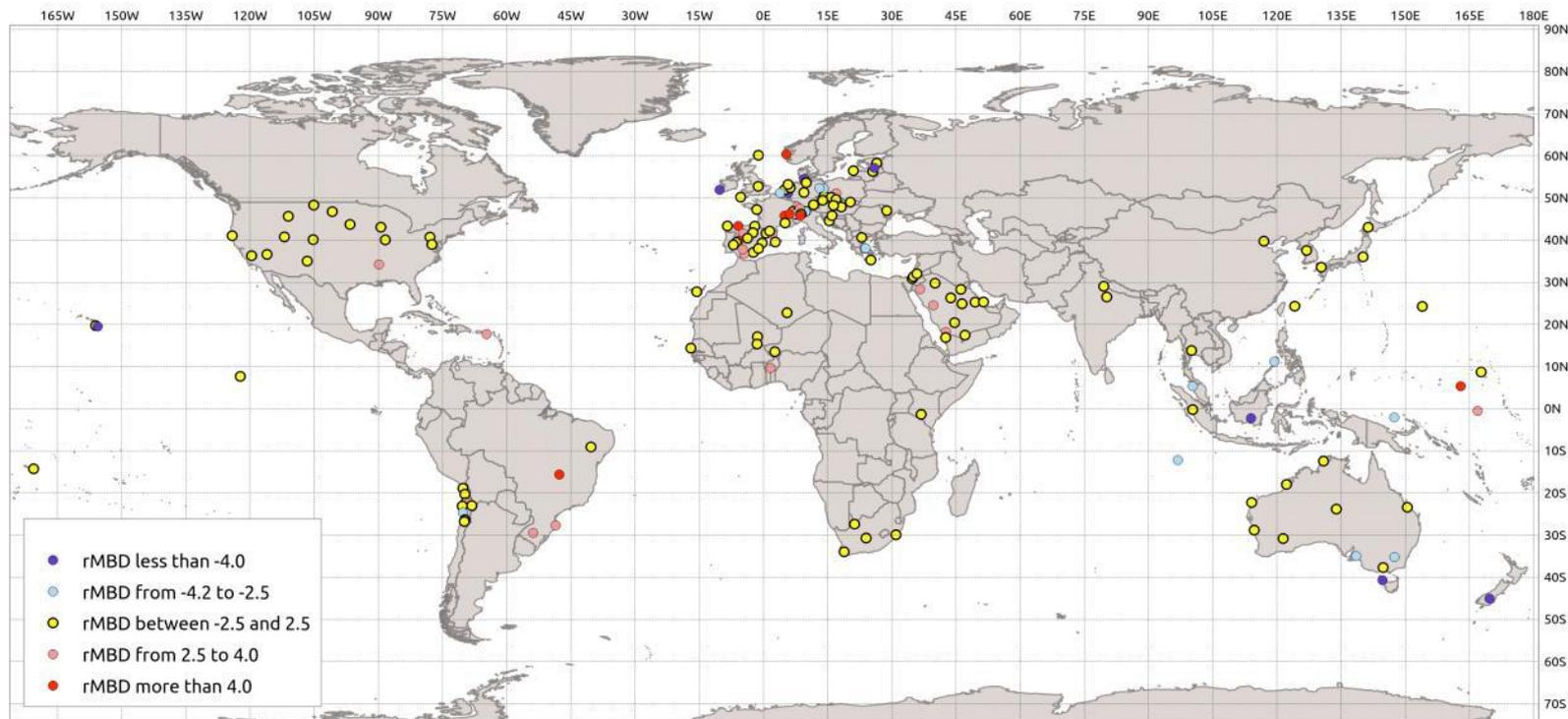
GHI INPE High Resolution (kWh/m sq. per day)



<https://maps.nrel.gov/swera/>

Por que medir o recurso solar?

- **Validação de modelos insuficiente no Brasil:**



Estações de validação do modelo SolarGIS (Suri e Cebecauer, 2014)

Requisitos mínimos de medições



Velocidade do vento

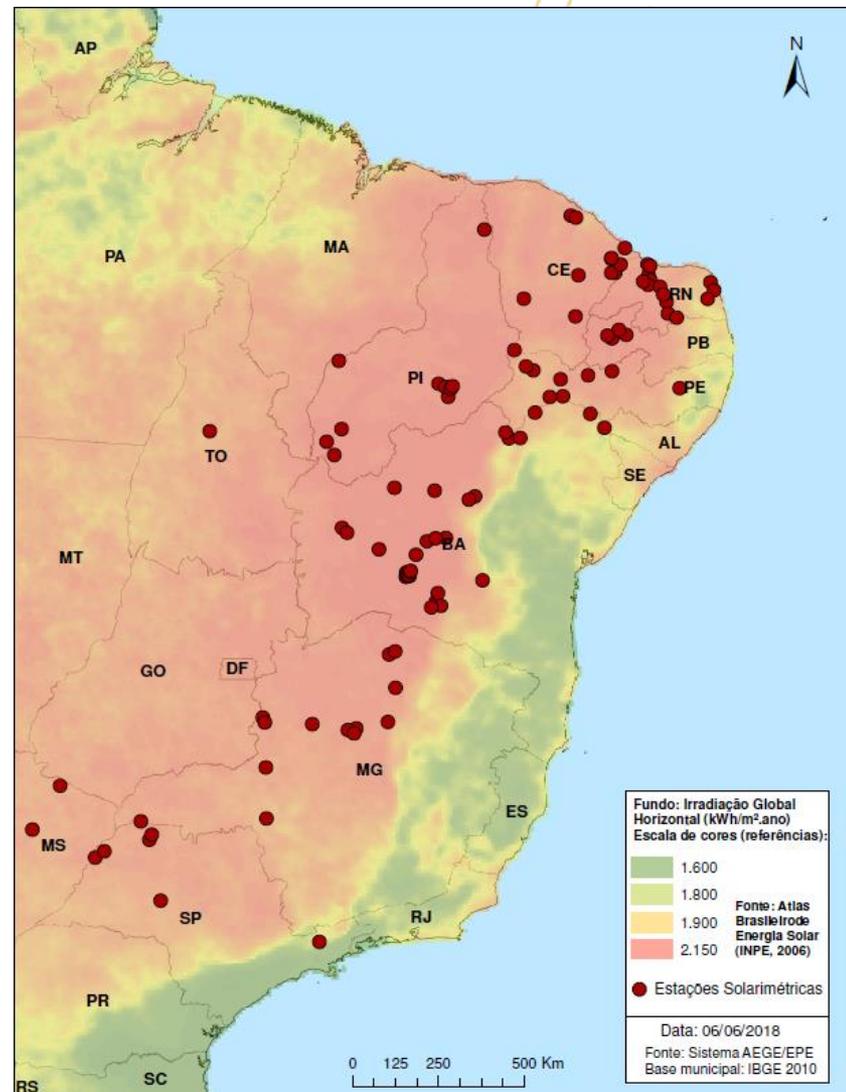
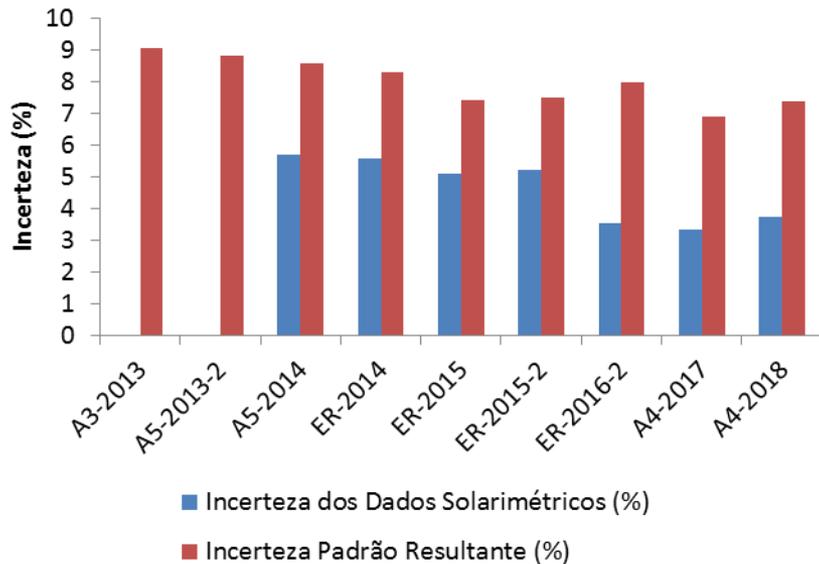
GHI

2 piranômetros
"First Class"
(ou superiores)

Temperatura
Umidade
relativa

Mínimo 12 meses consecutivos
Até 10 km do local de interesse

Uso das medições



104
estações

GHI
1.850 a 2.400
kWh/m².ano

Uso das medições

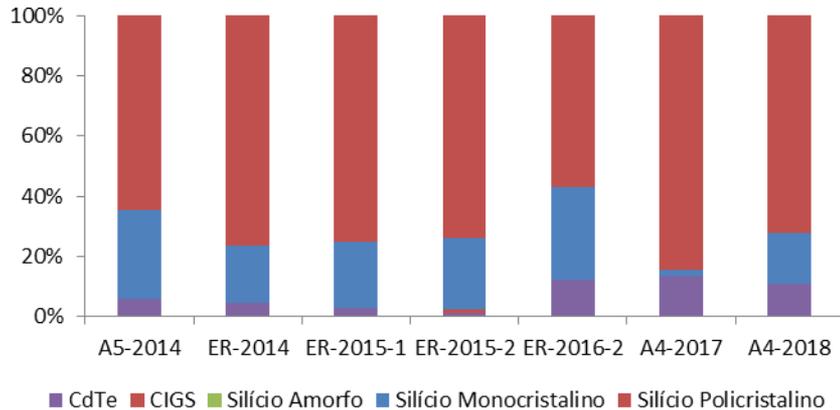
- **O que fazer com a medição?**

- Comparar período concomitante com dado de modelo de satélite;
- Ajustar (se necessário) dado de longo prazo a partir de uma metodologia;
- Gerar TMY a partir do dado ajustado para estimativa da produção de energia.

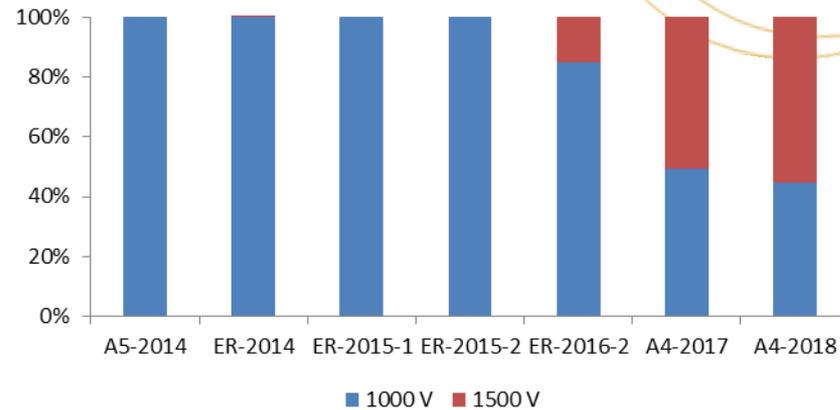
Características técnicas dos projetos nos leilões

Módulos fotovoltaicos

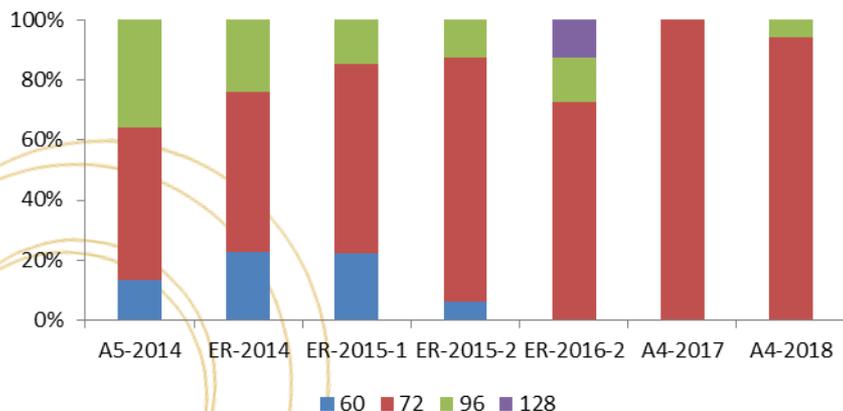
Tecnologia



Tensão Máxima



Nº de células

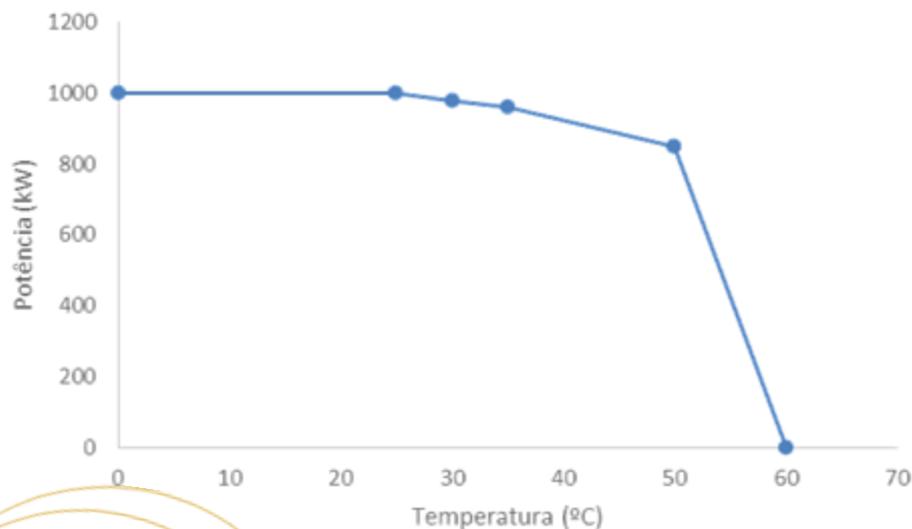


- Projetos vencedores: somente silício mono e policristalino nos leilões recentes (2017 e 2018)
- Seleção de fabricante em nível de projeto ≠ Participação de mercado

Inversores

Definição de potência de inversores

- *Derating* com temperatura



Empresa de Pesquisa Energética

Inversores Fotovoltaicos

Março, 2018

www.epe.gov.br | Escritório Central: Av. Rio Branco, nº 1 - 11º andar - CEP 20090-003 - Rio de Janeiro - RJ

Consulta sobre definição de potência nominal de inversores fotovoltaicos

A crescente participação de projetos solares fotovoltaicos nos leilões de energia do Ambiente de Contratação Regulada, com contratação superior a 3 GW de projetos dessa tecnologia, tem levado a EPE à busca pelo aperfeiçoamento das análises dos empreendimentos candidatos à habilitação técnica para participação nos leilões.

Em que pese o amadurecimento dos projetos e dos critérios de análise, no que diz respeito ao dimensionamento e características técnicas desses projetos, vislumbra-se a possibilidade de ajuste da definição da potência nominal dos inversores, como exposto a seguir.

Este documento tem por objetivo apresentar, no que se refere ao processo de habilitação técnica na EPE para fins de participação nos leilões de energia: (i) as indefinições acerca do valor considerado como potência nominal dos inversores; (ii) as possíveis considerações a serem adotadas e suas implicações; e (iii) orientar desenvolvedores de projetos, certificadores, fabricantes e demais interessados a contribuir para uma melhor definição.

DEFINIÇÃO DE POTÊNCIA INSTALADA DE PROJETOS FOTOVOLTAICOS

Conforme definido nas "Instruções para Solicitação de Cadastramento e Habilitação Técnica de Empreendimentos Fotovoltaicos – Leilões de Energia" (nº EPE-DEE-RE-065/2013-r4), a Potência Final Instalada de novo empreendimento fotovoltaico corresponde à soma das potências de suas unidades geradoras.

Por sua vez, a potência instalada de uma unidade geradora é definida pelo menor valor entre a soma das potências nominais dos módulos fotovoltaicos (nas *Standard Test Conditions* – STC) e a Potência Disponível do inversor, dada pela sua Potência Ativa Nominal, multiplicada pelo "Fator de Capacidade Máxima", um termo criado com a função de representar eventuais limitações impostas ao equipamento.

Definições semelhantes foram adotadas pela ANEEL na Resolução Normativa nº 676/2015, que estabelece os requisitos necessários à outorga de centrais geradoras fotovoltaicas.

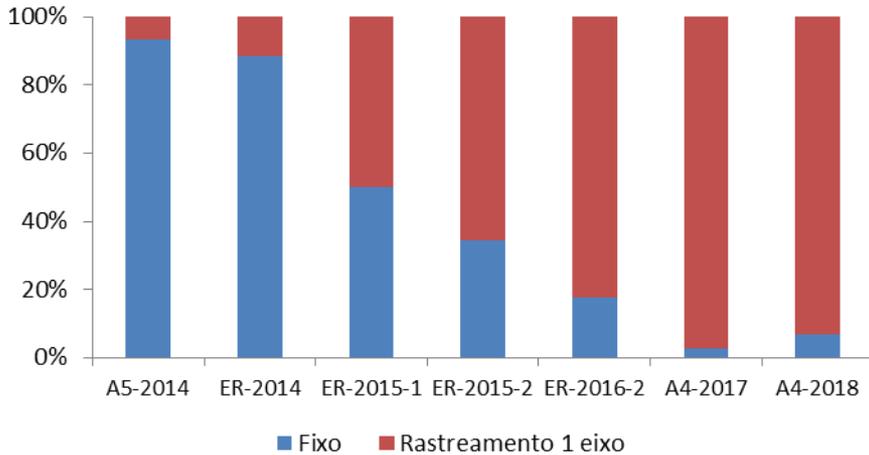
Para a definição da potência dos módulos fotovoltaicos há normas internacionais que padronizam sua definição, o que não se verifica para os inversores.

DEFINIÇÃO DE POTÊNCIA NOMINAL DE INVERSORES FOTOVOLTAICOS

Os inversores fotovoltaicos, componentes dos sistemas fotovoltaicos que convertem a potência em corrente contínua - CC produzida pelos módulos em potência em corrente alternada - CA, possuem um desempenho dependente da temperatura. Diferentemente dos módulos fotovoltaicos, que apresentam uma perda de eficiência linear com o aumento da temperatura, nos inversores, em geral, sua potência de saída é constante até um determinado valor, a partir do qual há um ou mais estágios de decaimento linear, até um limite no qual o equipamento é desligado. Esse comportamento é programado pelos fabricantes para proteção dos componentes eletrô-



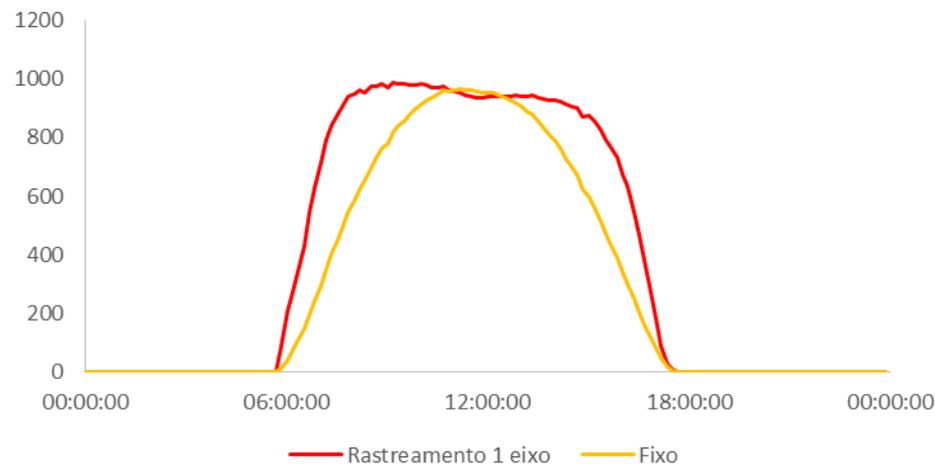
Estruturas de suporte



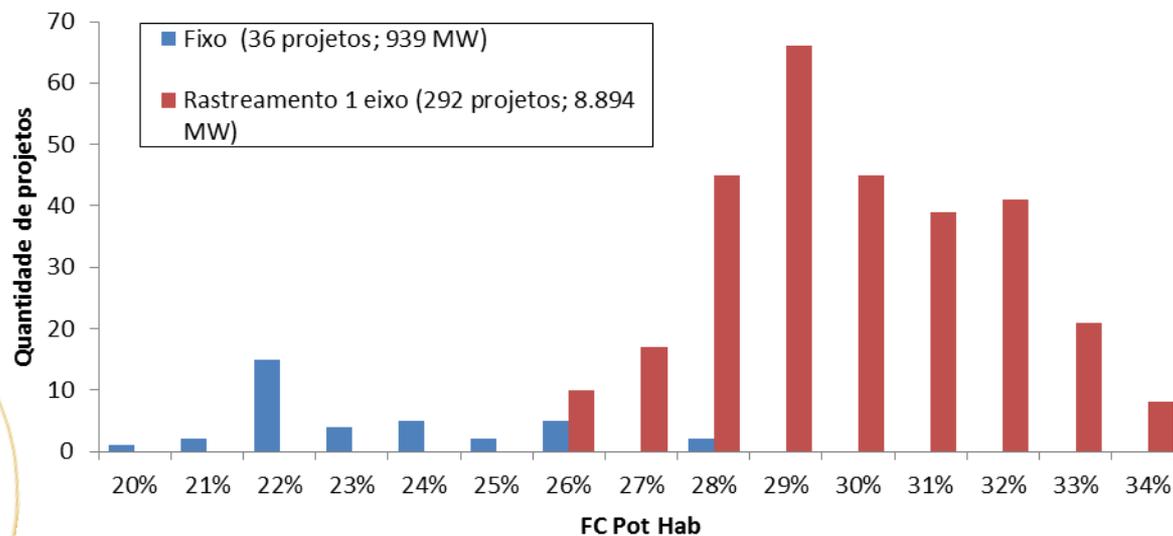
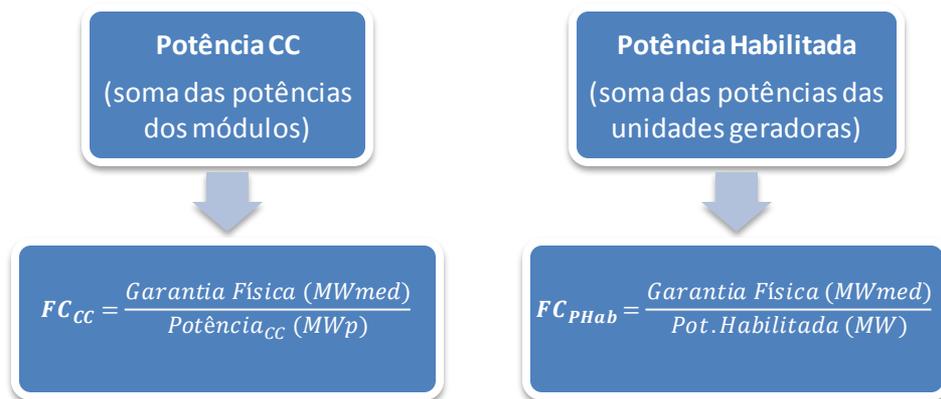
Rastreamento de 1 eixo

- Maior Fator de Capacidade
- Redução dos custos
- Todos projetos vendedores em 2017 e 2018

Estrutura fixa vs rastreamento 1 eixo

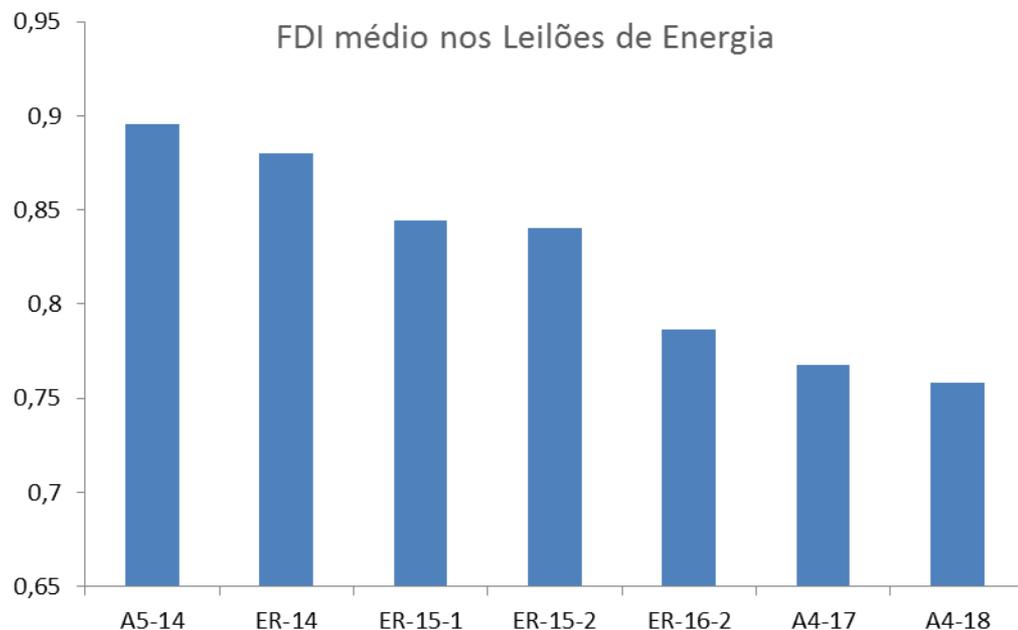


Fator de capacidade



Projetos habilitados para o 2º LER/2016

Fator de Dimensionamento do Inversor - FDI

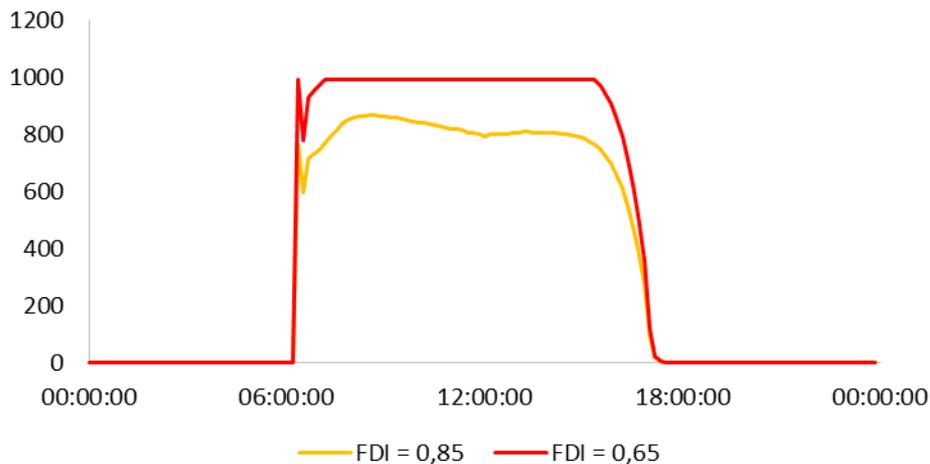


$$FDI = \frac{\text{Potência CA}}{\text{Potência CC}}$$

- Menores FDIs:
 - Tendência nos projetos recentes
 - Aumenta ainda mais o Fator de Capacidade
- Valores médios: há projetos com FDI's inferiores

Fator de Dimensionamento do Inversor - FDI

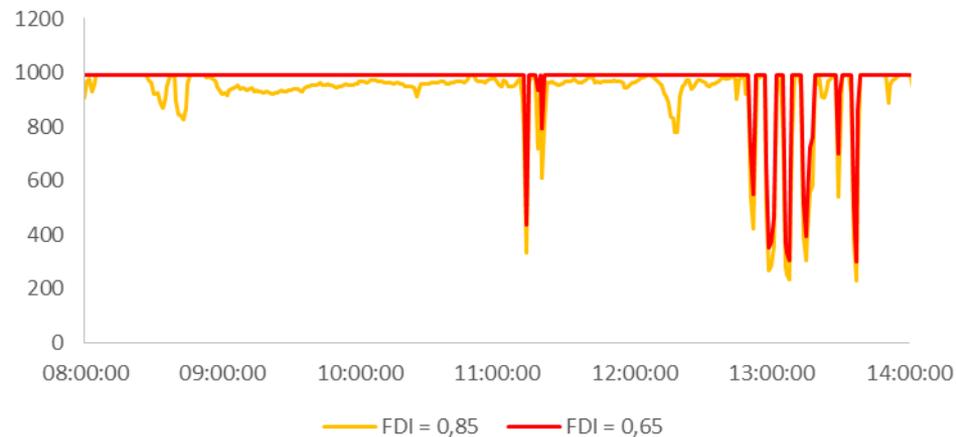
Efeito do FDI (dia ensolarado - junho)



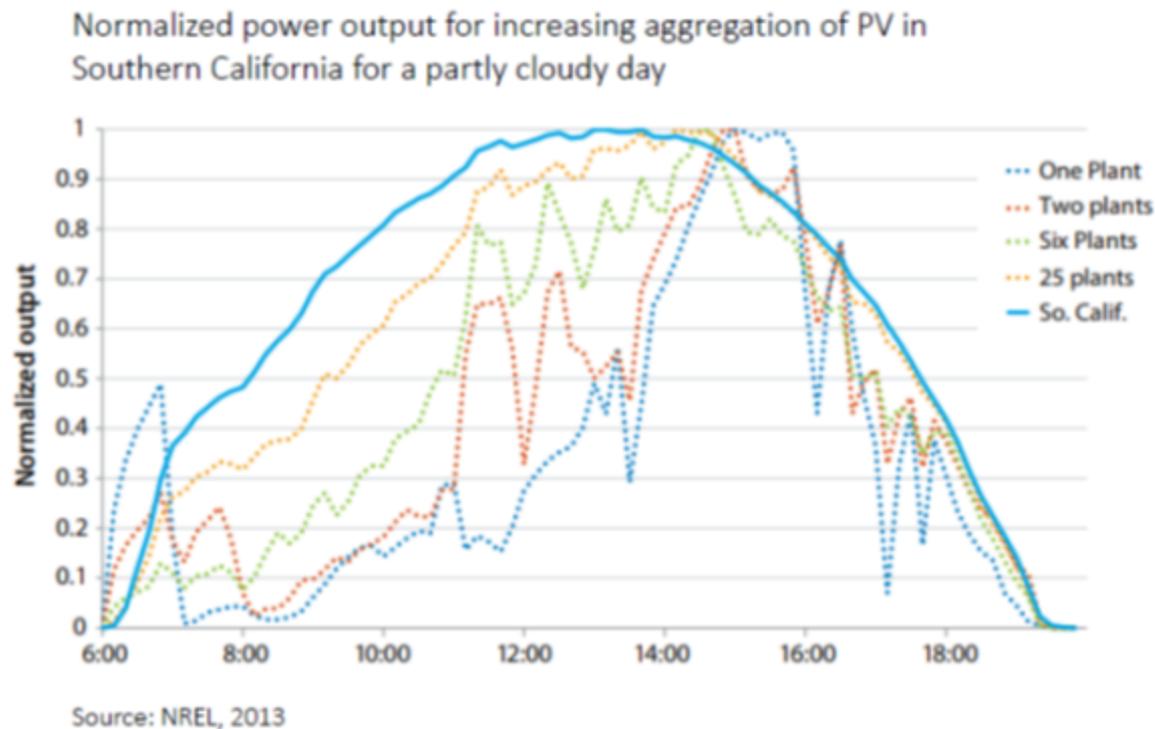
Baixo FDI: produção mais “flat”

Baixo FDI: atenuação da variabilidade da produção

Efeito do FDI na variabilidade da produção (dia parcialmente nublado - fevereiro)



Efeito portfólio



Área Califórnia <<< Brasil

No Brasil: maior variação de longitude

Efeitos diferentes: rampas em “degraus” no início e fim do dia?

Considerações finais

Considerações finais

- Os requisitos de medições solarimétricas estabelecidos pela EPE visam a reduzir a incerteza da estimativa de produção de energia de longo prazo.
- Localização das estações indica prováveis regiões de futuras usinas
- A depender da longitude do projeto, a contribuição de uma usina para o sistema pode ser maior ou menor.
- As tendências de dimensionamento (rastreamento e FDI baixo) e a dispersão espacial dos projetos favorecem a redução da variabilidade da produção.

Mais informações?

- Instruções para Solicitação de Cadastramento e Habilitação Técnica com vistas à participação nos Leilões de Energia Elétrica - Empreendimentos Fotovoltaicos (EPE-DEE-RE-065/2013-r4)
- Metodologias de ajuste de dados solarimétricos visando a estimativa de produção de energia de longo prazo. CBENS 2018
- Nota Técnica: Retrato dos novos projetos solares fotovoltaicos no Brasil

Disponível em Português e Inglês

OBRIGADO

Gustavo Pires da Ponte

Consultor Técnico

gustavo.ponte@epe.gov.br

Cristiano Saboia Ruschel

Analista de Pesquisa Energética

cristiano.ruschel@epe.gov.br



**Avenida Rio Branco, 1 - 11º andar
20090-003 - Centro - Rio de Janeiro**

<http://www.epe.gov.br/>

Twitter: @EPE_Brasil
Facebook: EPE.Brasil

