

WORKSHOP INFRAESTRUTURA – ENERGIA

# A operação do SIN com a expansão das fontes intermitentes na matriz



**Elementos característicos da geração de energia a partir das fontes renováveis**

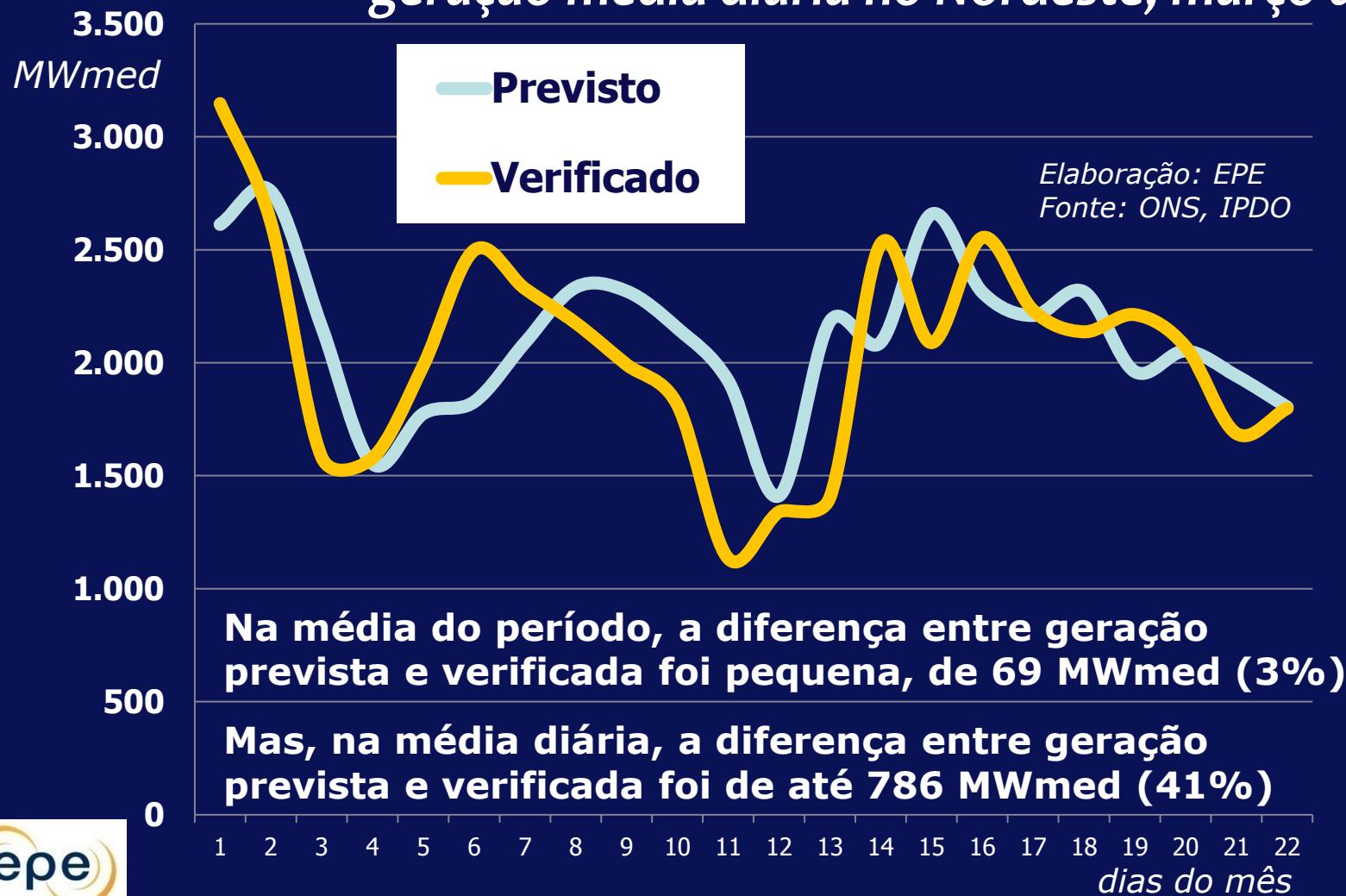


**Amilcar Guerreiro**  
Diretor de Estudos de Energia Elétrica  
Empresa de Pesquisa Energética - EPE

São Paulo, RJ  
24 de março 2016

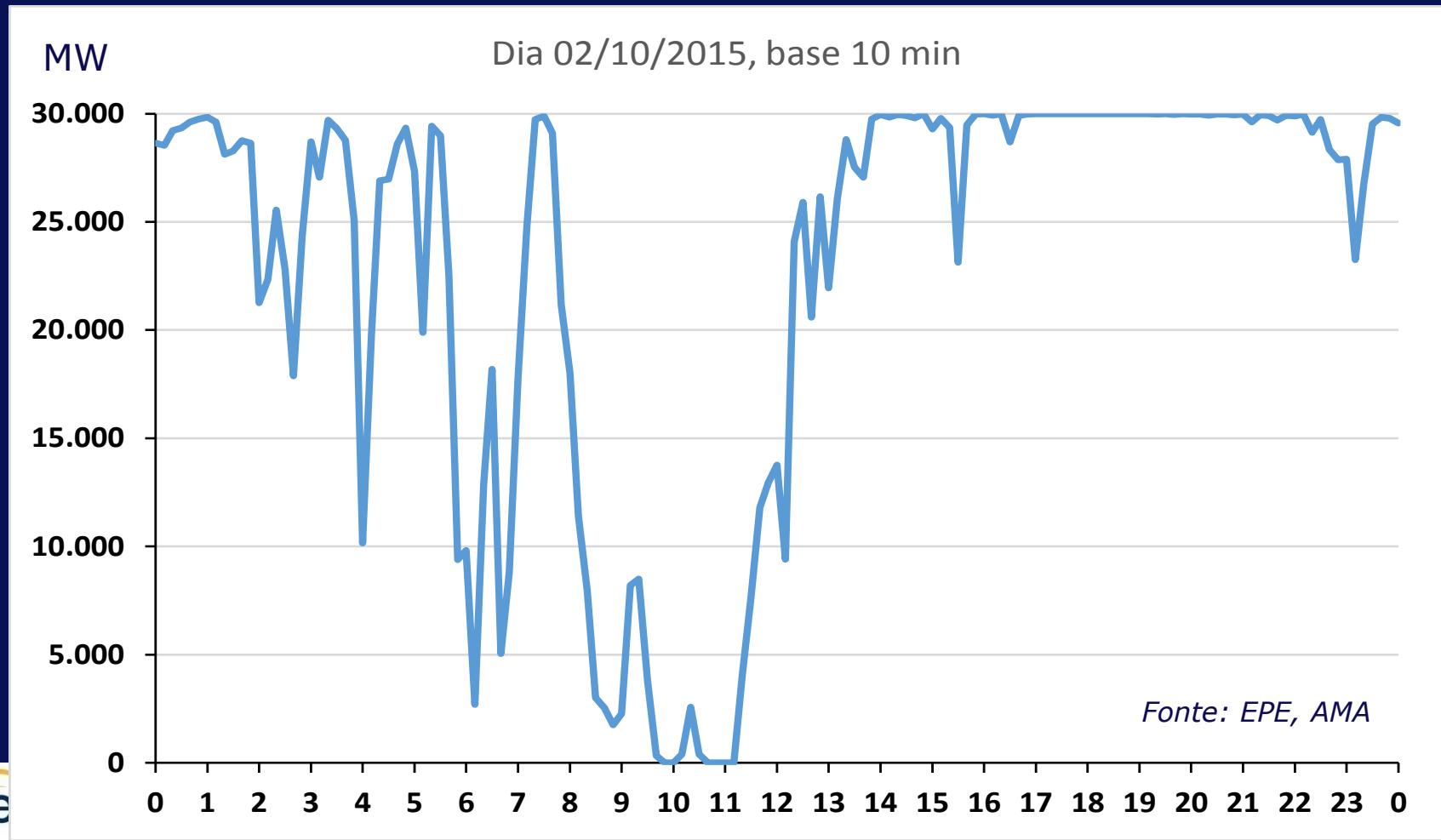
# Geração eólica

*geração média diária no Nordeste, março de 2016*



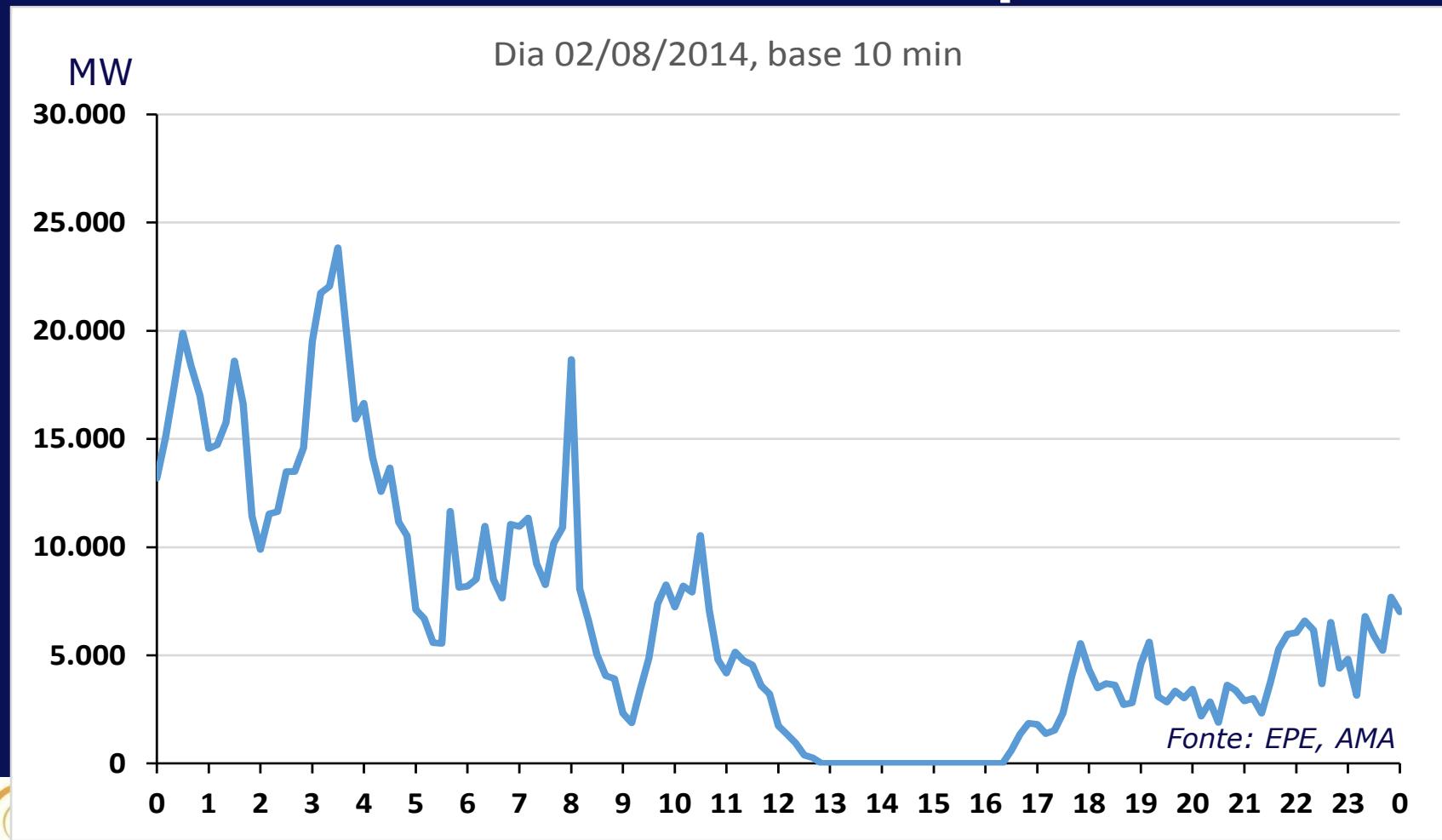
# Geração eólica (um parque)

Há dias com muito vento ...



# Geração eólica (um parque)

E dias com pouco vento ...

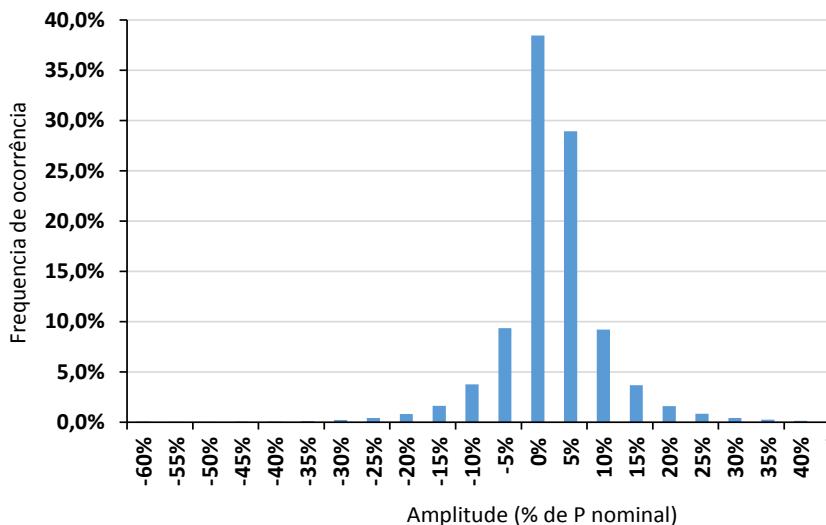


# Geração eólica (um parque)

O que há em comum entre dias “ventosos” e não “ventosos”?

## dias com muito vento

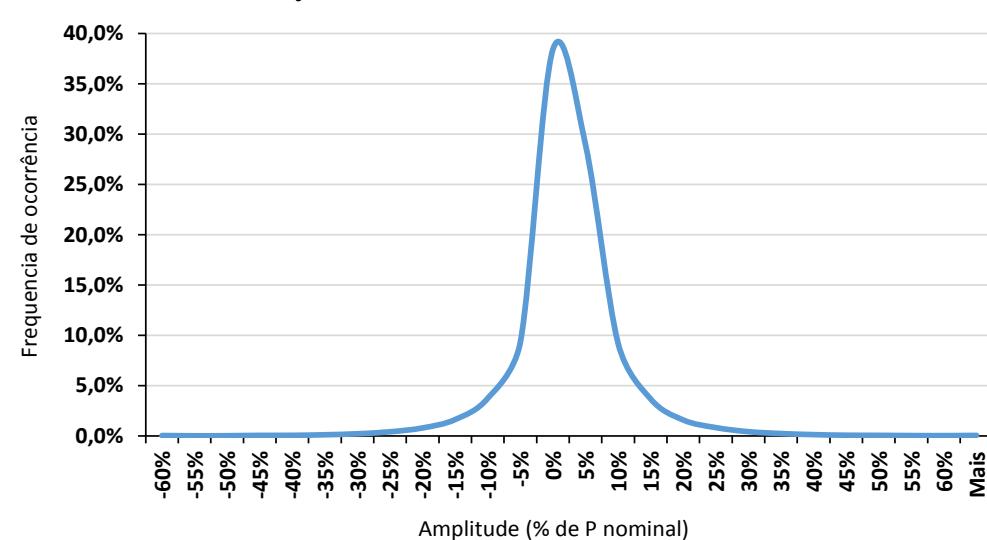
Variações de Potência em intervalos de 10 min



Fonte: EPE, AMA

## dias com pouco vento

Variações de Potência em intervalos de 10 min



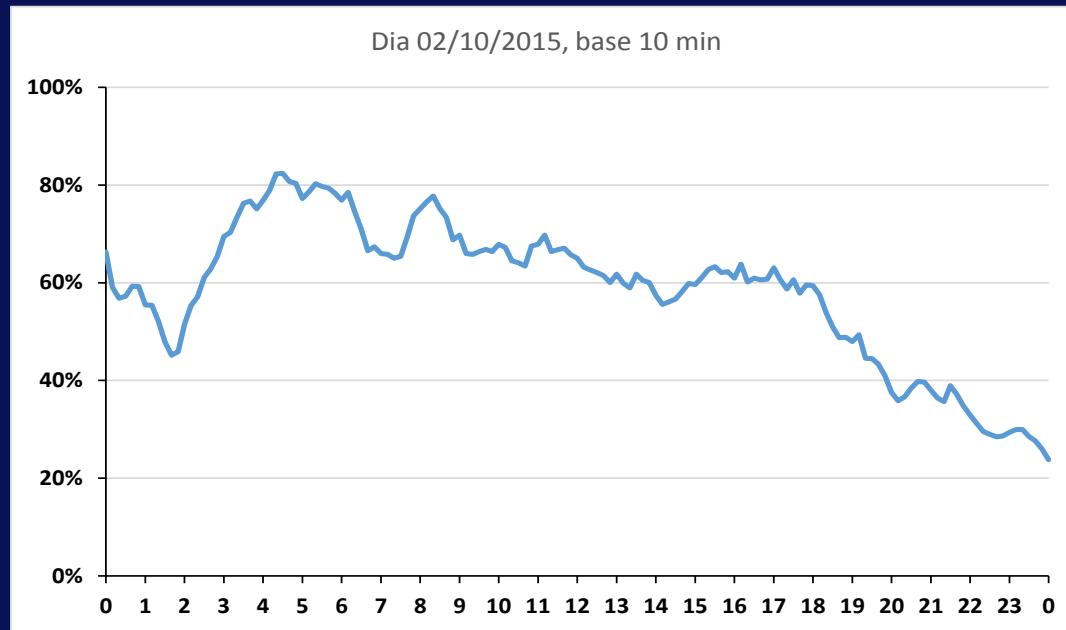
Variações de potência de até 100% da instalada  
em intervalo de 10 minutos (99% das ocorrências entre -40% e +40%)!

Mesa redonda - Operação do SIN e a expansão das fontes intermitentes - A. Guerreiro, São Paulo, Mar 2016

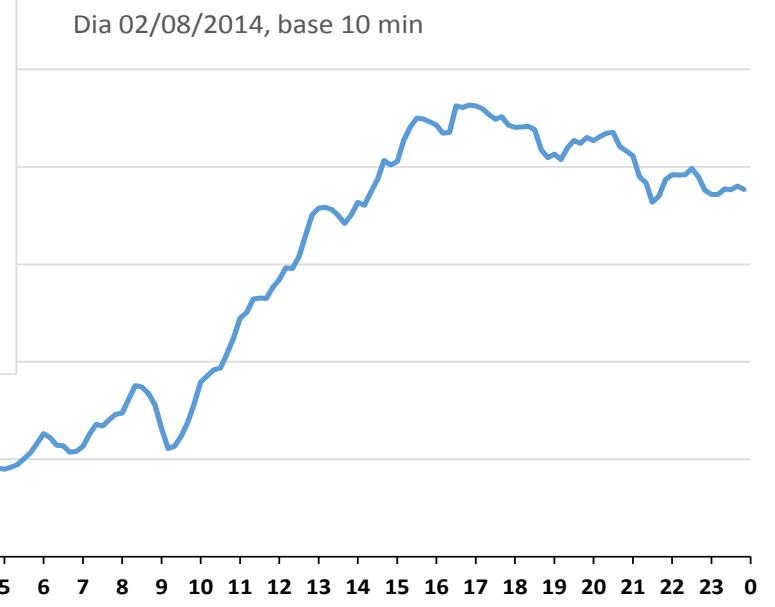
FIESP

# Geração eólica (conjunto de parques)

**É claro que a situação melhora quando se considera um conjunto de parques  
dias com muito vento**

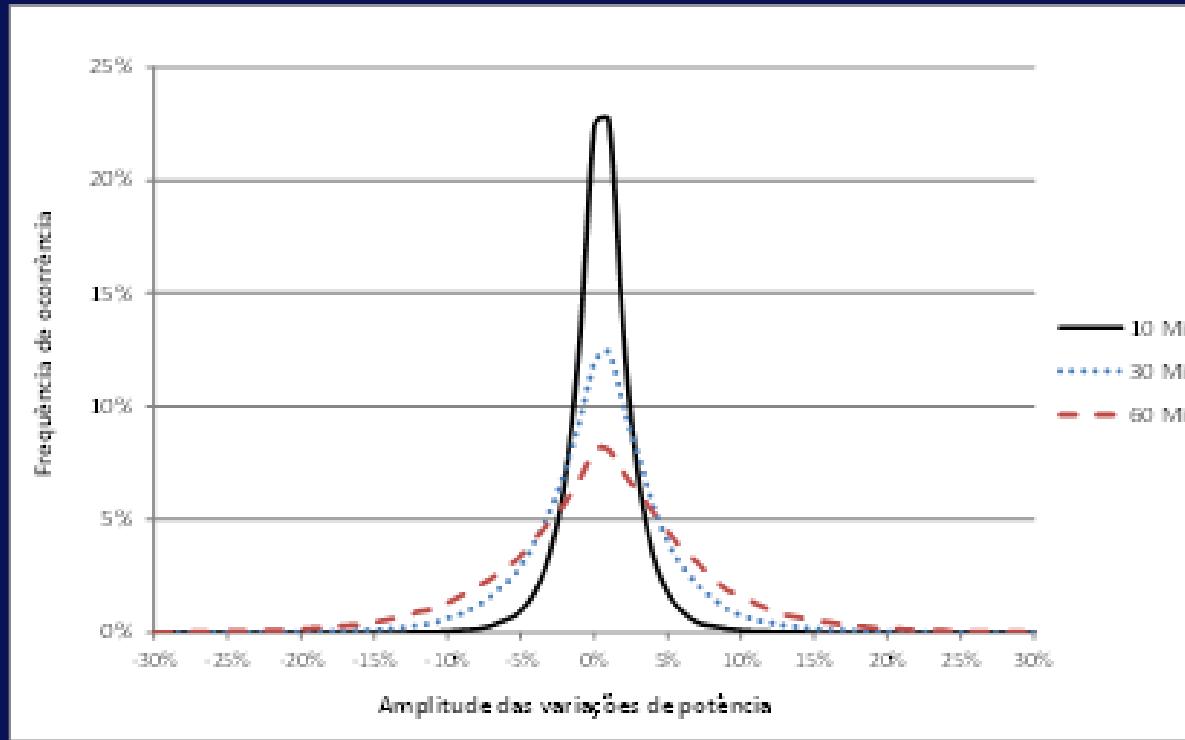


**dias com pouco vento**



# Geração eólica (conjunto de parques)

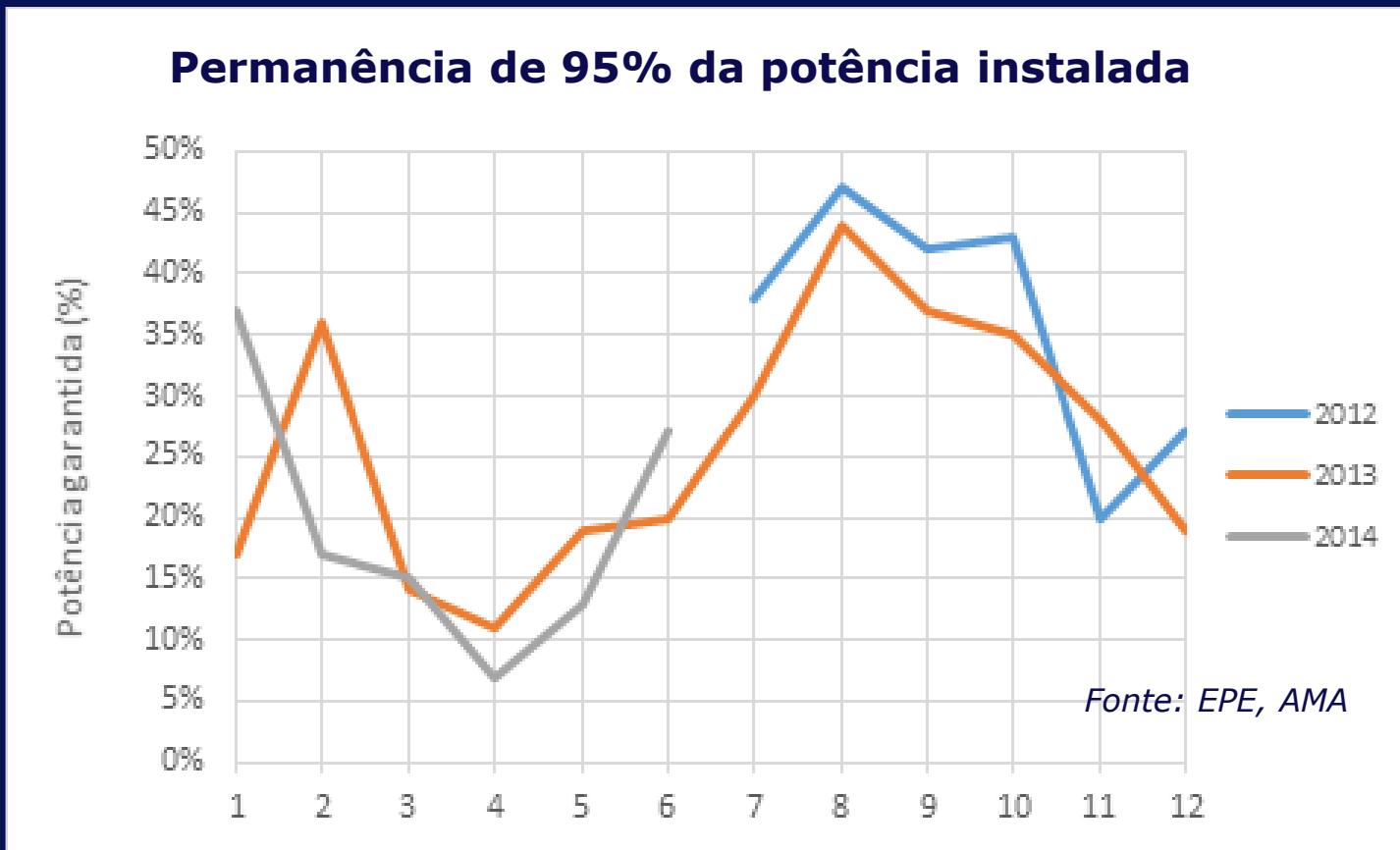
Mas, ainda assim, são expressivas, em ambas as situações (muito vento ou pouco vento), as variações de potência de até 100% da potência instalada



Fonte: EPE, AMA

# Geração eólica

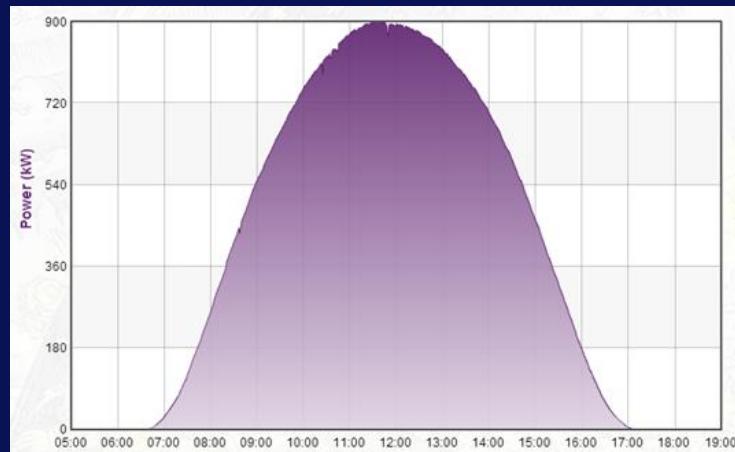
Sistema Nordeste (consideradas 64 usinas eólicas, 1.464 MW)



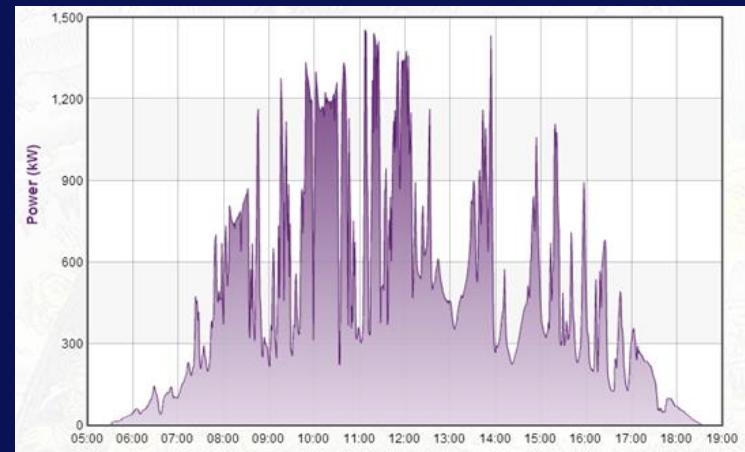
# Geração solar fotovoltaica

Fonte: EPE, com dados de usinas europeias

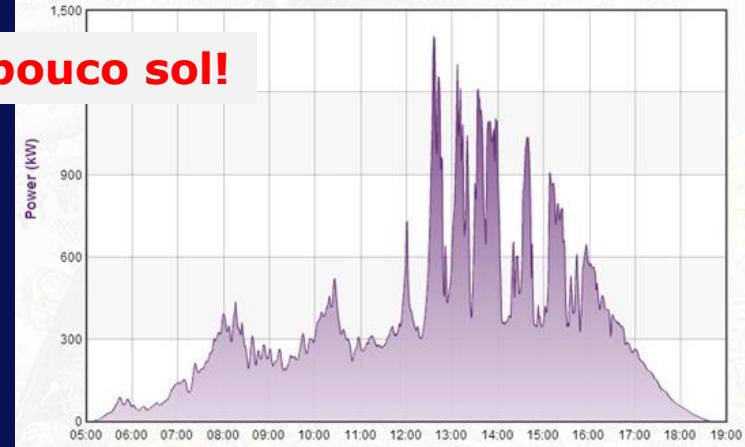
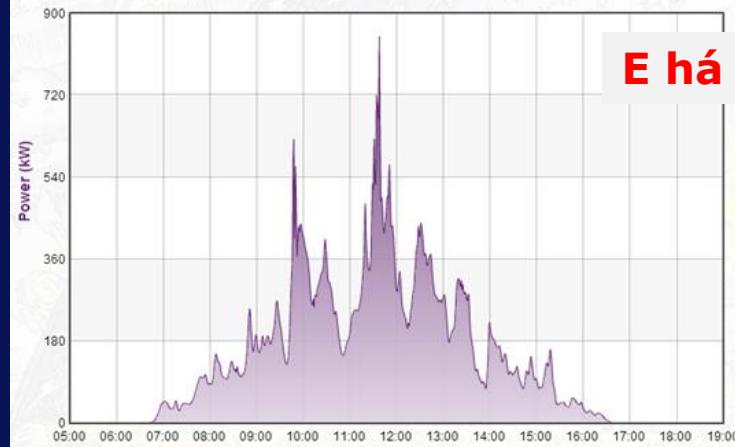
Há dias ensolarados no inverno ...



... E dias ensolarados no verão!

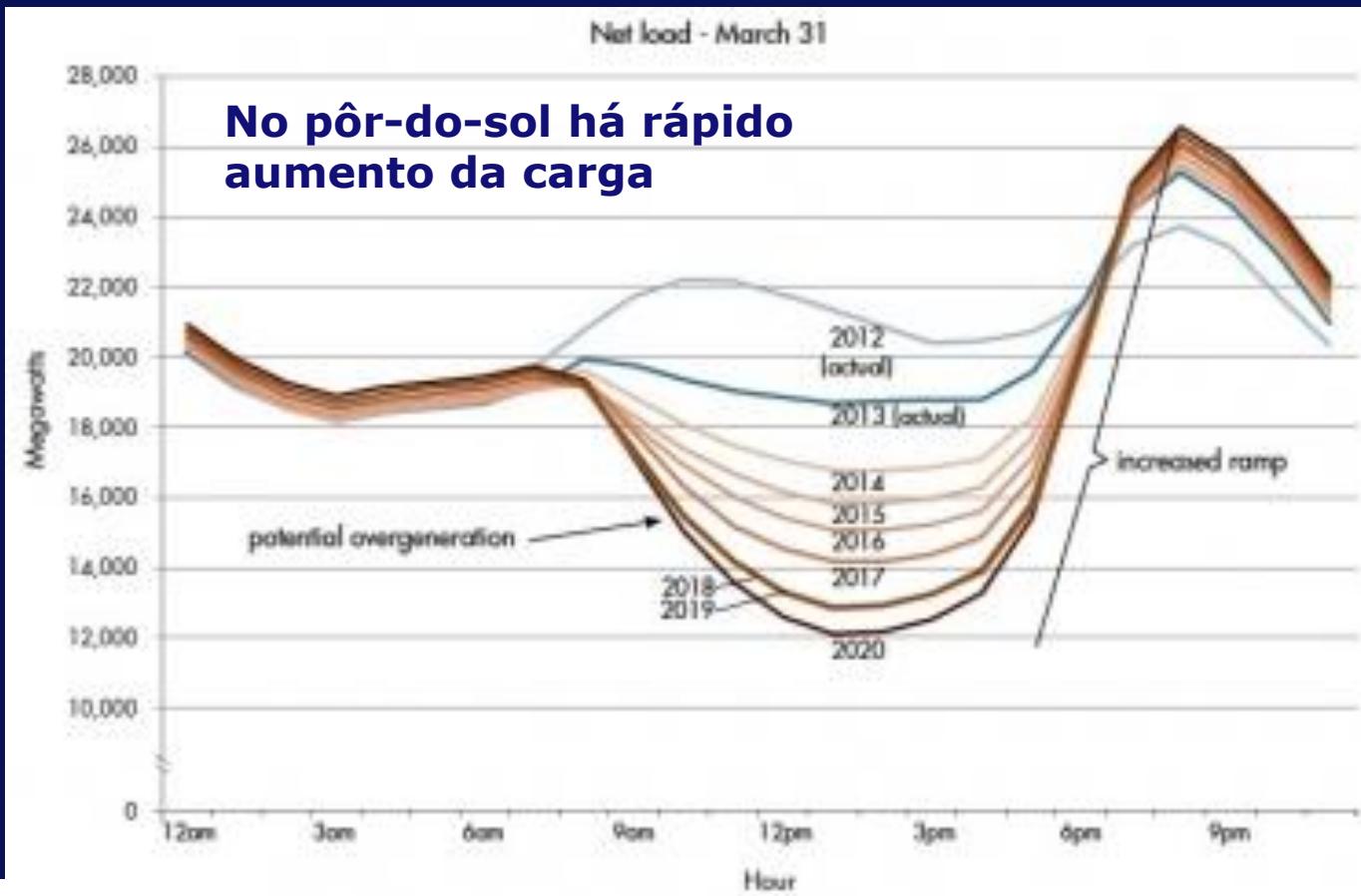


E há dias de pouco sol!



# Geração solar fotovoltaica

## Efeito sobre a curva diária de carga



Fonte: Hawaii Electric Co.

# Desafios a serem enfrentados

- **Participação crescente das fontes renováveis não controladas**

Fontes renováveis não controladas:  
eólica, solar fotovoltaica, hidráulicas a fio d'água, geração distribuída

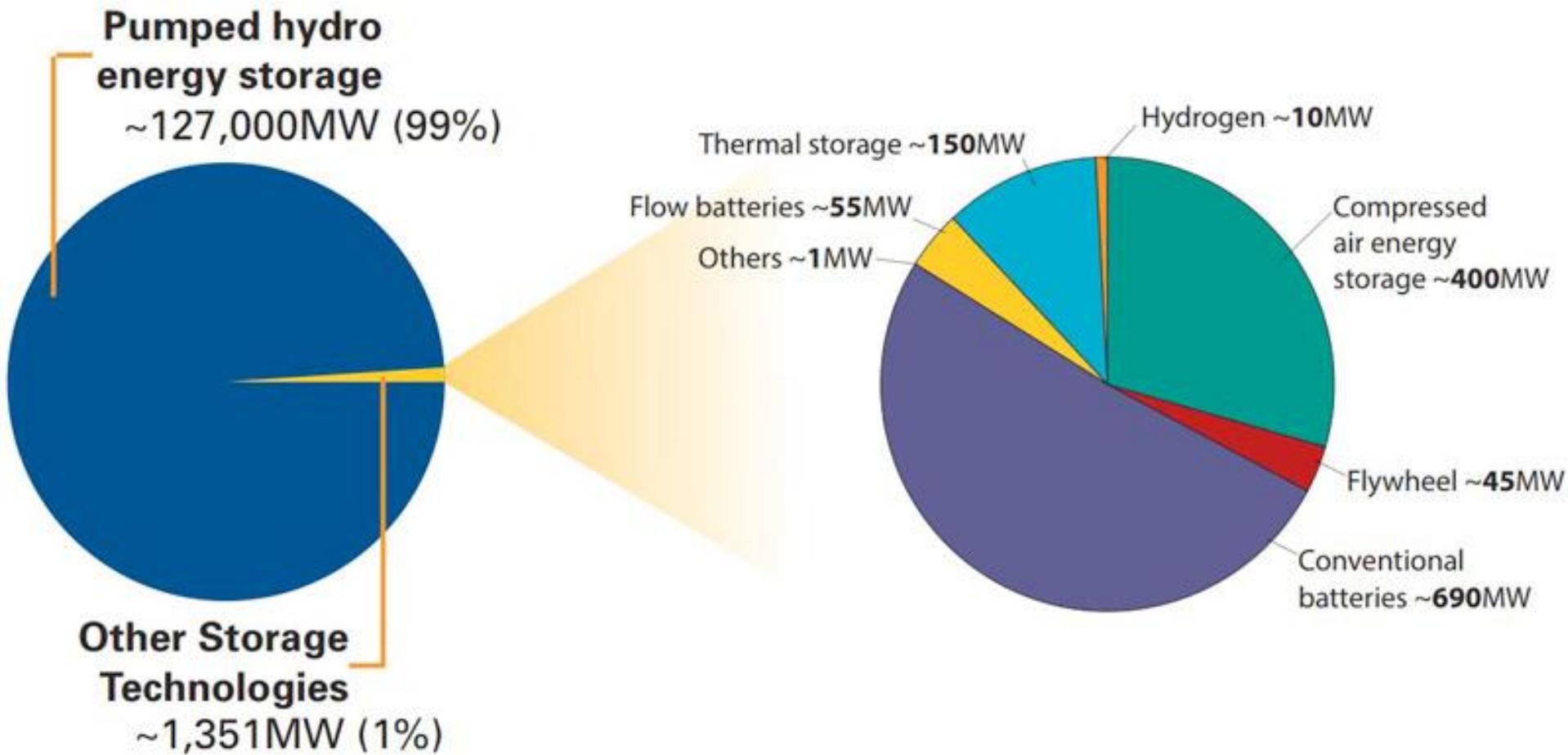
- **Novo serviço demandado: “energy storage”**

Segundo a Coppers Development Association Inc., nos próximos 10-20 anos até 300 GW serão instalados, significando investimentos entre US\$ 200-600 bilhões.

"Market drivers" são: segurança energética; expansão de smart grid;  
**crescimento das fontes renováveis e da geração distribuída** e políticas governamentais, incentivos e regulação

- **Opções disponíveis:**  
**hidrelétricas reversíveis**  
**baterias**  
**geradores/motores de partida rápida**  
**CSP (concentrated solar power)**

## Total Capacity (left) and Non Pumped Hydro only (right) in MW in 2012



# Muito obrigado!



**EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE**

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

Av. Rio Branco, 1 – 11º andar  
20090-003      Rio de Janeiro      RJ  
Tel.: + 55 (21) 3512 - 3100  
Fax: + 55 (21) 3512 - 3199