

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

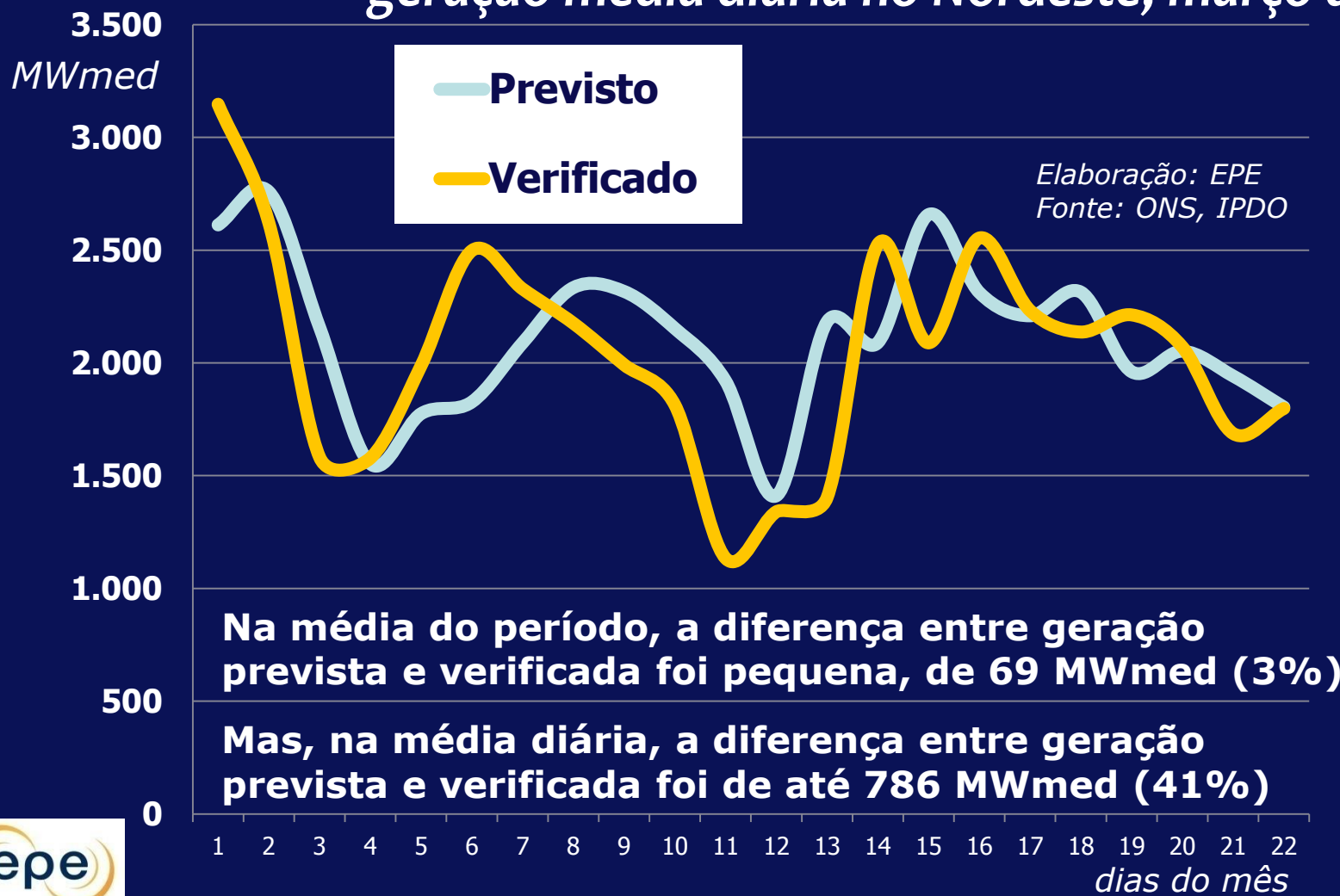


Amilcar Guerreiro
Diretor de Estudos de Energia Elétrica
Empresa de Pesquisa Energética - EPE

São Paulo, RJ
24 de março 2016

Geração eólica

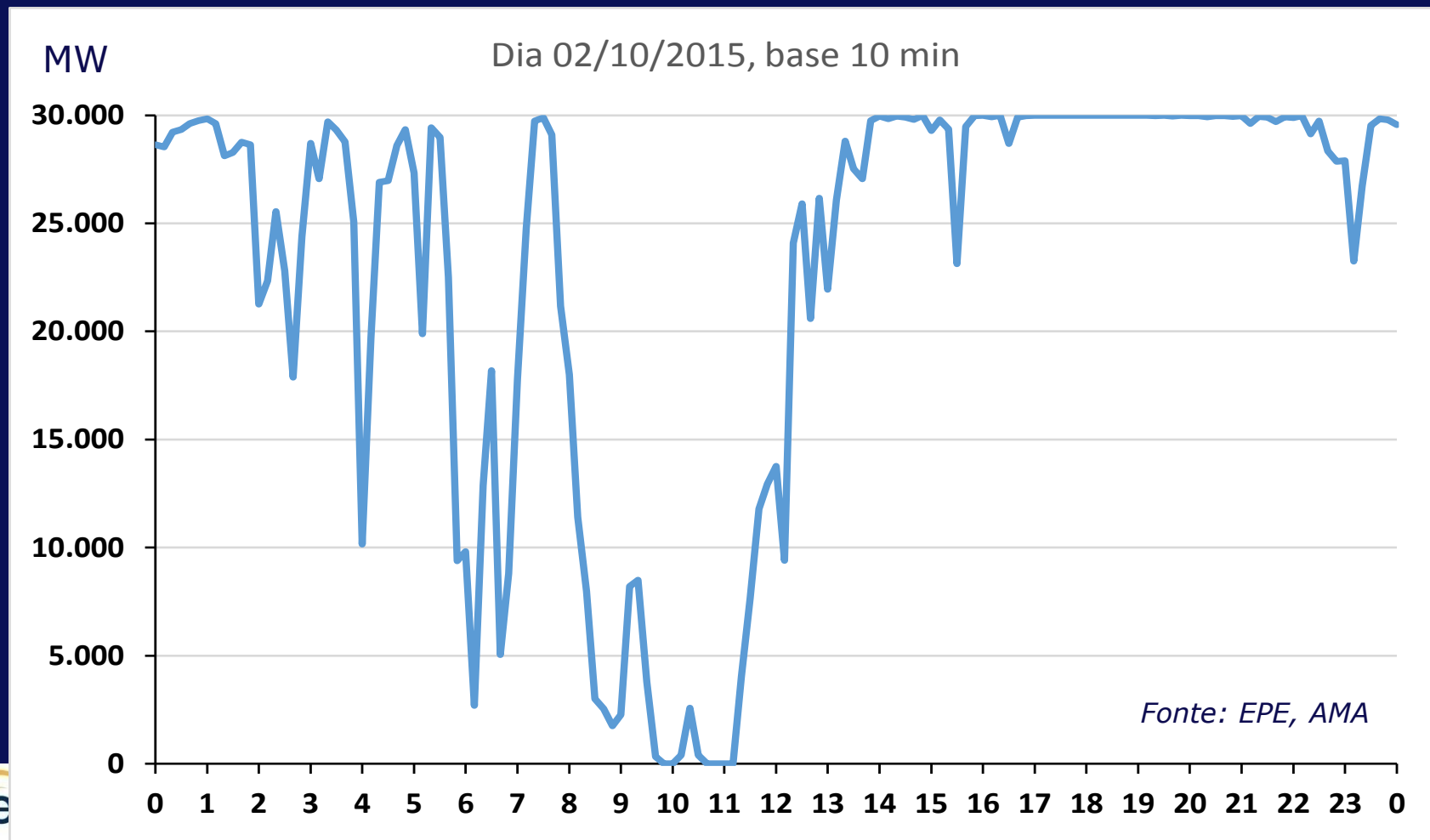
geração média diária no Nordeste, março de 2016





Geração eólica (um parque)

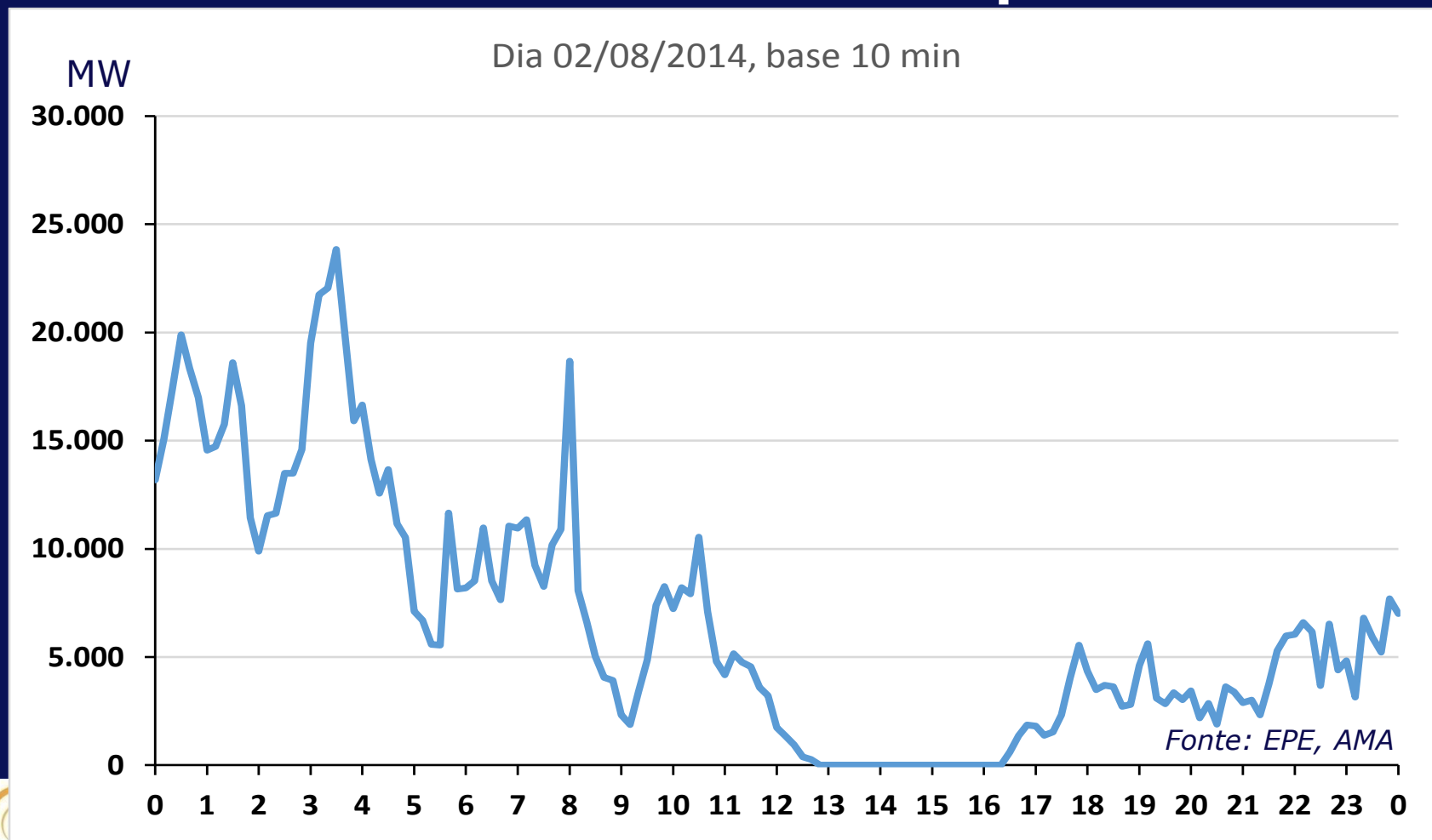
Há dias com **muito vento** ...





Geração eólica (um parque)

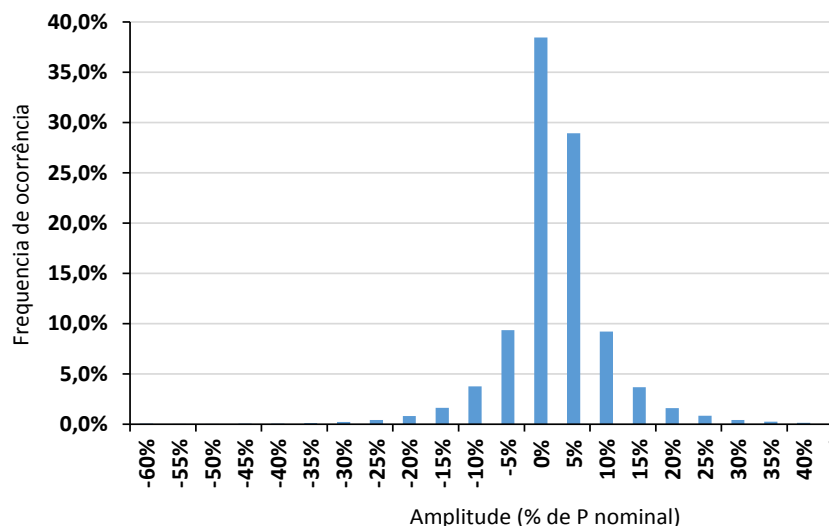
E dias com **pouco vento** ...



Geração eólica (um parque)

O que há em comum entre dias “ventosos” e não “ventosos”?
dias com **muito vento**

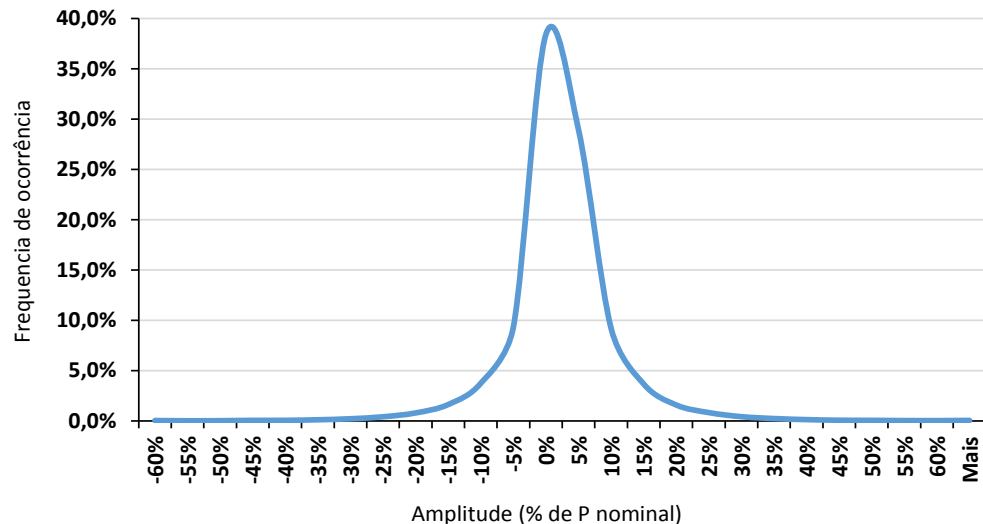
Variações de Potência em intervalos de 10 min



Fonte: EPE, AMA

dias com **pouco vento**

Variações de Potência em intervalos de 10 min



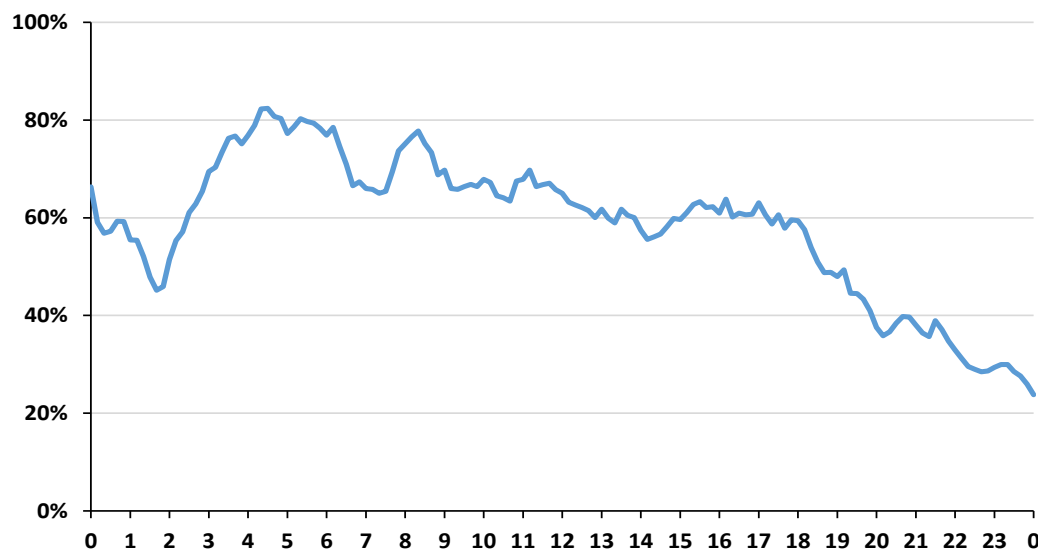
Variações de potência de até 100% da instalada
em intervalo de 10 minutos (99% das ocorrências entre -40% e +40%)!

Geração eólica (conjunto de parques)

É claro que a situação melhora quando se considera um conjunto de parques

dias com **muito vento**

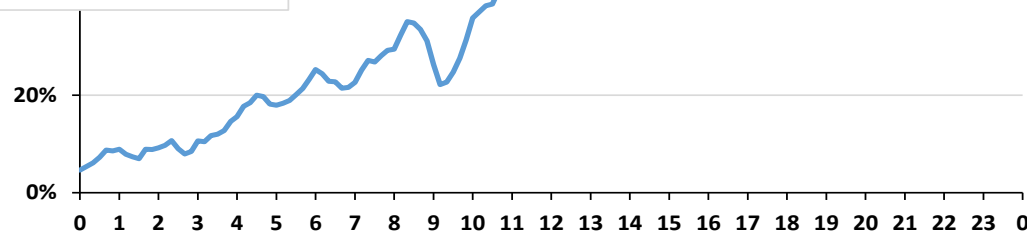
Dia 02/10/2015, base 10 min



Fonte: EPE, AMA

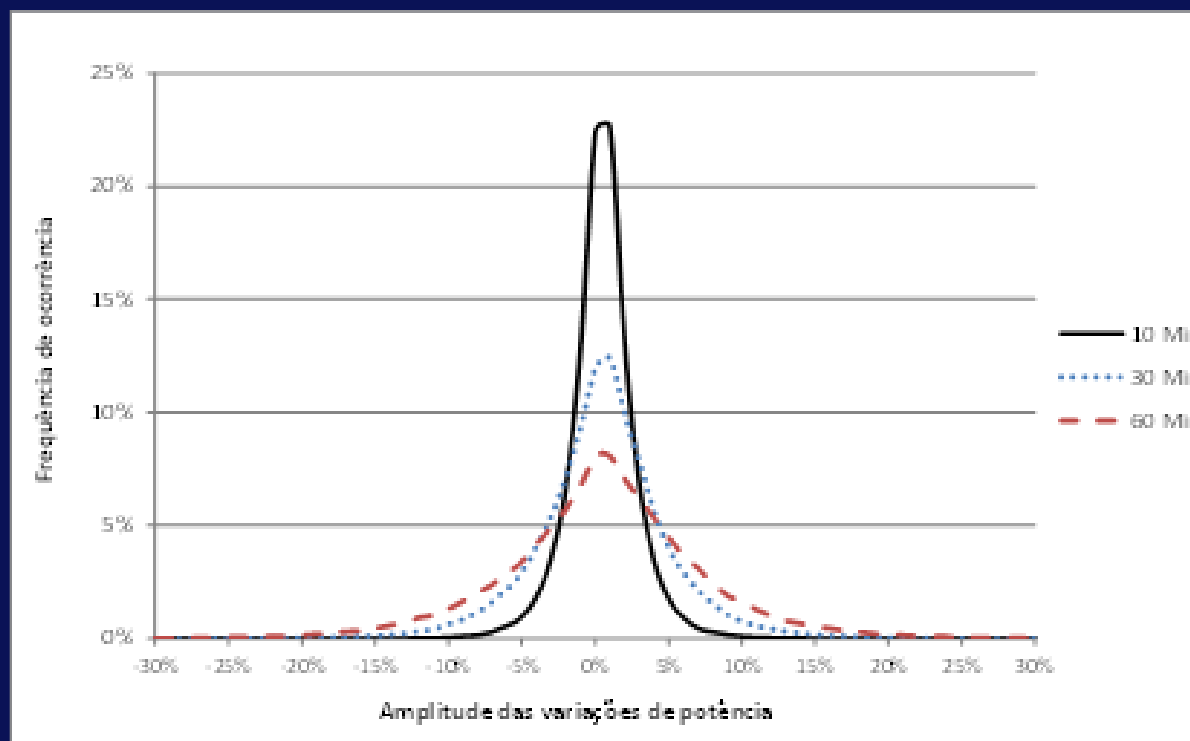
dias com **pouco vento**

Dia 02/08/2014, base 10 min



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



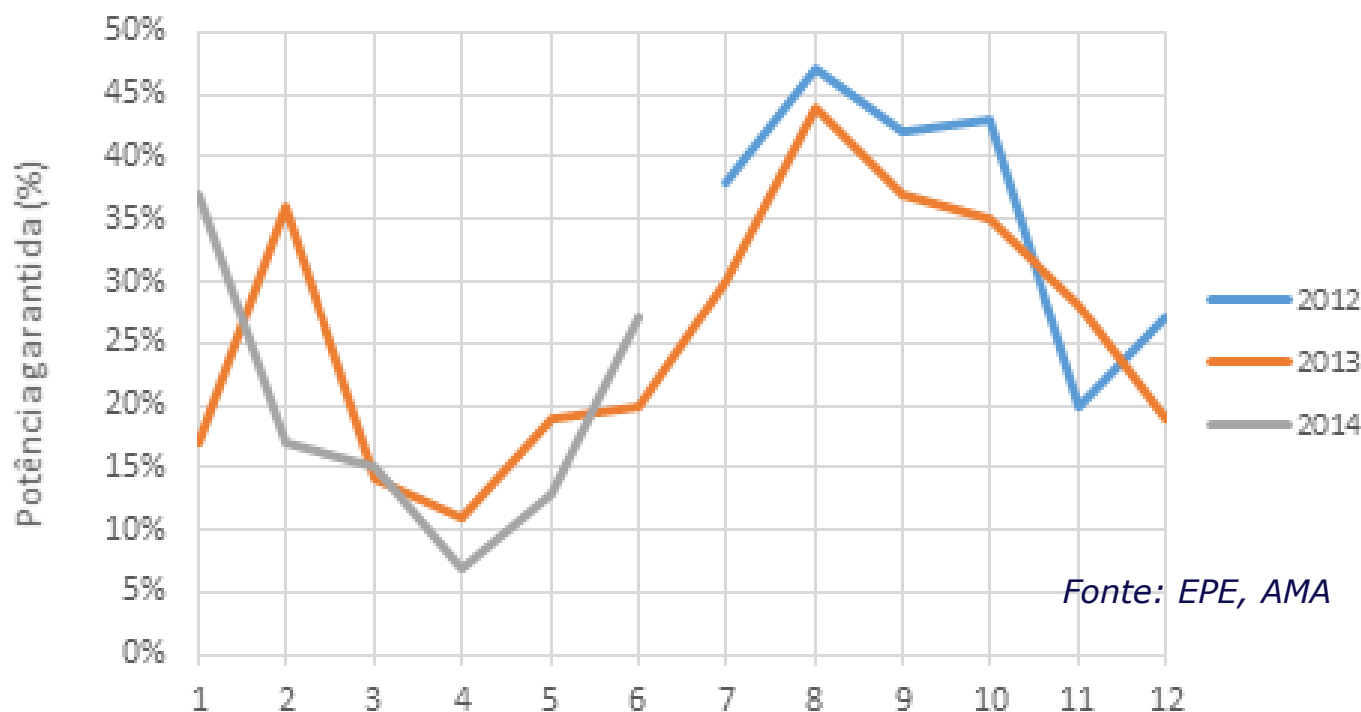
Fonte: EPE, AMA

Variações de potência de até 100% da potência instalada em intervalos de 10, 30 e 60 min. (99% das ocorrências entre -23% e + 23%)!

Geração eólica

Sistema Nordeste (consideradas 64 usinas eólicas, 1.464 MW)

Permanência de 95% da potência instalada



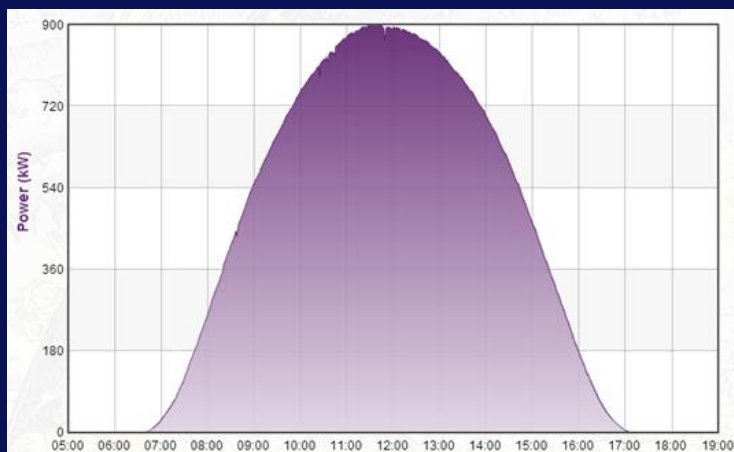
Fonte: EPE, AMA



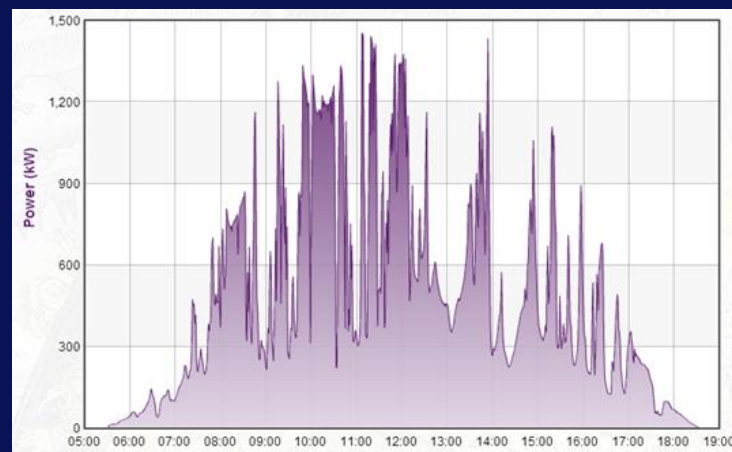
Geração solar fotovoltaica

Fonte: EPE, com dados de usinas europeias

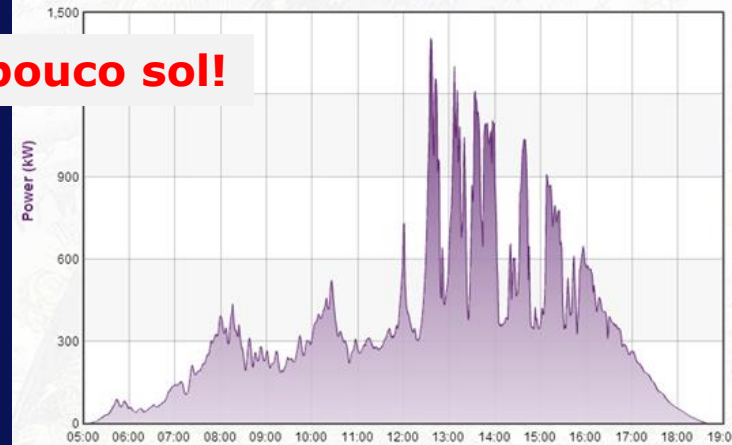
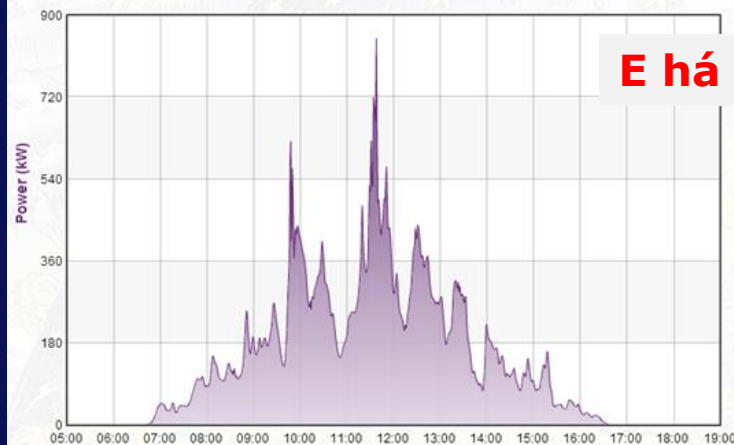
Há dias ensolarados no inverno ...



... E dias ensolarados no verão!

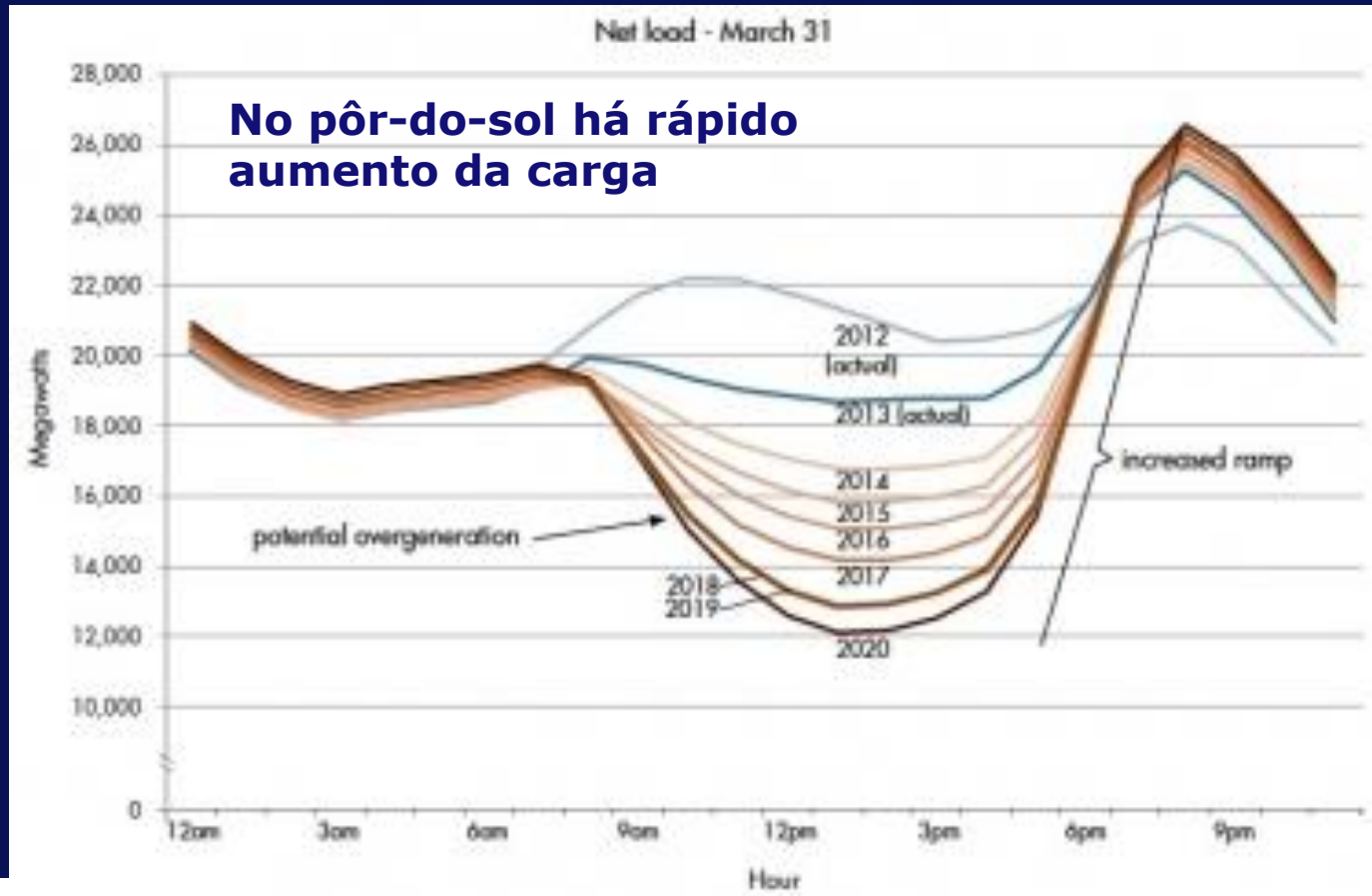


E há dias de pouco sol!



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

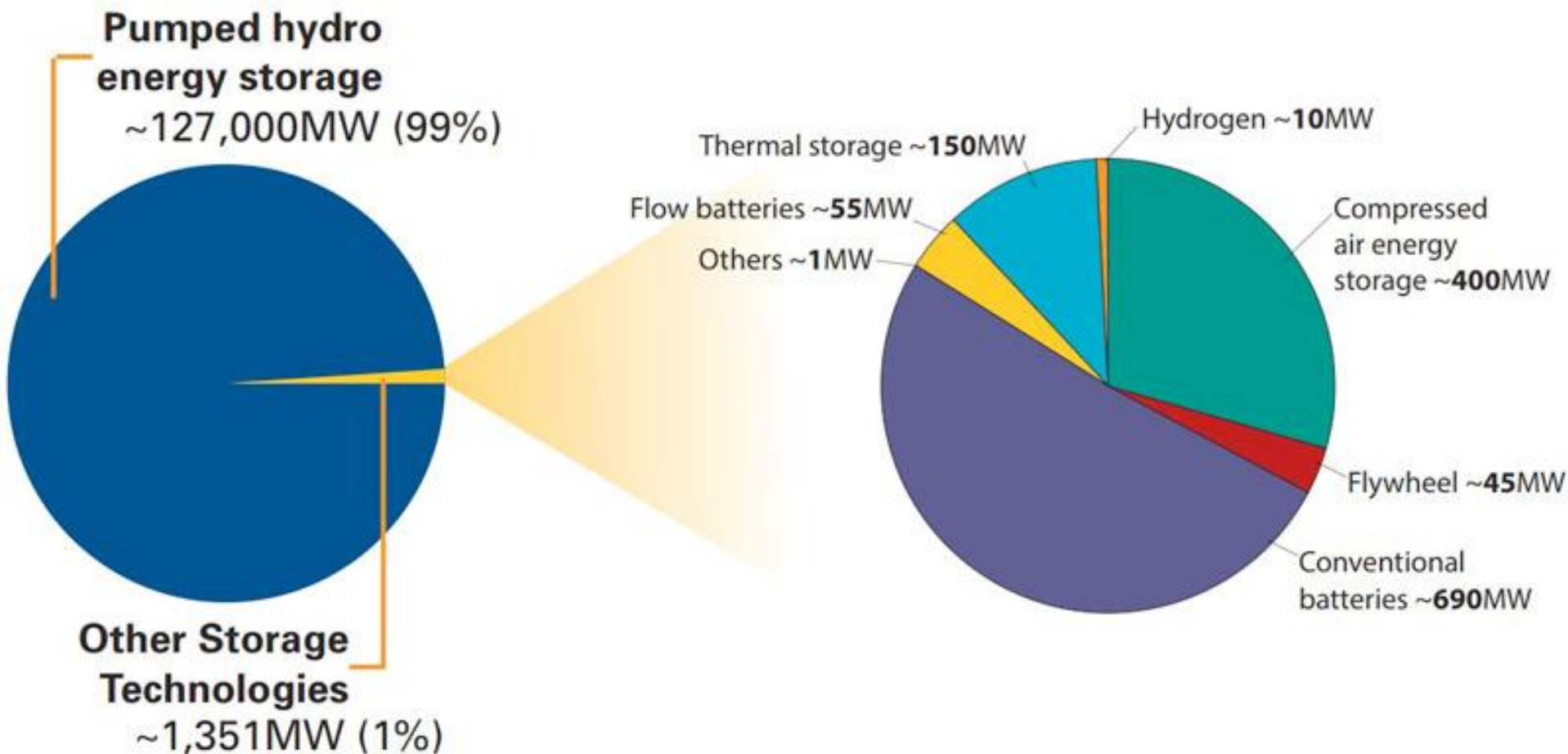
- **Novo serviço demandado: “energy storage”**

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