

III SEMINÁRIO INTERNACIONAL

Desafios da Regulação no Setor Elétrico

MESA I

Desafios da expansão do setor elétrico

Amilcar Guerreiro
Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Coimbra, Portugal | 14-15 de novembro de

Desafios da Regulação no Setor Elétrico

MESA I

Desafios da expansão do setor elétrico

A AGENDA

- 1 Considerações iniciais
- 2 Perspectivas da evolução das energias renováveis no Brasil
- 3 Algumas questões relevantes

III SEMINÁRIO INTERNACIONAL

Desafios da Regulação no Setor Elétrico

MESA I

Desafios da expansão do setor elétrico

1 Considerações iniciais

Vetores portadores de futuro

[não exaustivo]



- ✓ Alteração do perfil socioeconômico da população
- ✓ **Difusão da informação e do conhecimento**
- ✓ **Inovação e novas tecnologias**
- ✓ Aumento e melhor distribuição da renda e acumulação de capital
- ✓ **Condicionamento da oferta de energia a**

crescentes exigências ambientais

▪ Difusão da informação e do conhecimento



- Escritórios virtuais
- Crescimento concentrado nas cidades pequenas e médias
- Maior demanda para deslocamento entre cidades
- Mudanças climáticas

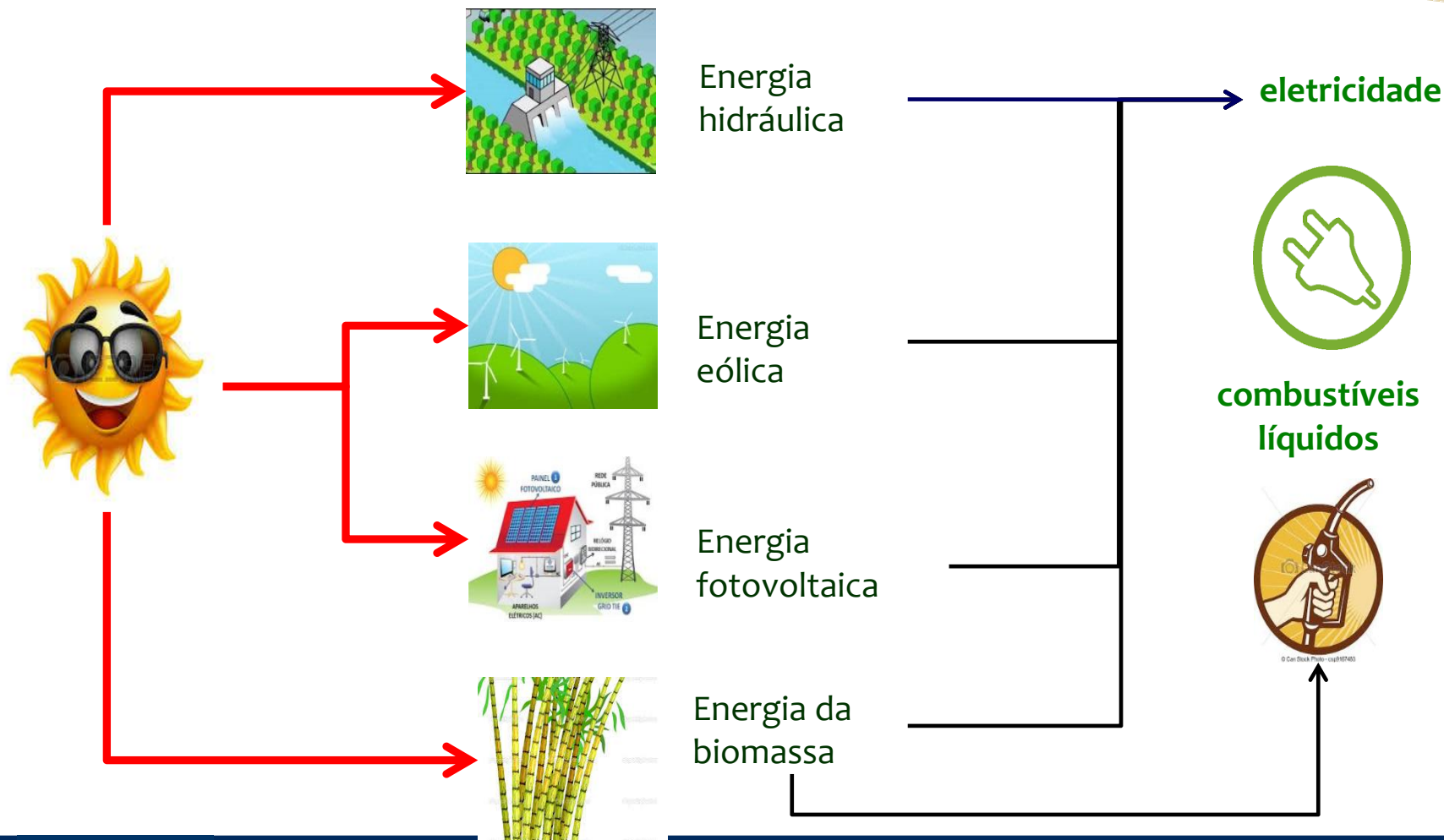
■ Inovação e novas tecnologias



- Sistemas automatizados avançados (residências e serviços)
- Equipamentos inteligentes
- Controle centralizado – multimídia
- Maior poder de gestão do consumidor (geração e armazenamento de energia)

■ Mudança do clima

O Sol é a origem das principais fontes de energia renovável



Impactos possíveis no sistema elétrico

[não exaustivo]



Consumo de energia
(crescimento maior na
baixa tensão)



Eficiência energética

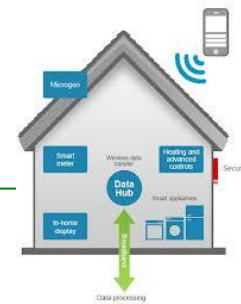
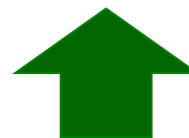
Qualidade do serviço
(exigência do consumidor)



Integração de serviços

Geração distribuída

Novas energias
renováveis



III SEMINÁRIO INTERNACIONAL

Desafios da Regulação no Setor Elétrico

MESA I

Desafios da expansão do setor elétrico

2 Perspectivas de evolução das energias renováveis no Brasil

A PROPORÇÃO DE RENOVÁVEIS NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA É ELEVADA

RENOVÁVEIS ► 39,4%

Oferta interna de energia (2014) ► 305,6 Mtep

**biomassa
da cana**

15,7%



hidráulica¹

11,5%



**lenha e
carvão vegetal**

8,1%



**lixívia e outras
renováveis**

4,1%



¹ Inclui importação de eletricidade oriunda de fonte hidráulica

**Participação de
renováveis no mundo
13,2% (2012)**

NÃO RENOVÁVEIS ► 60,6%

**petróleo e
derivados**

39,4%



**gás
natural**

13,5%



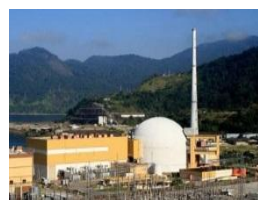
**carvão
mineral**

5,7%



urânio

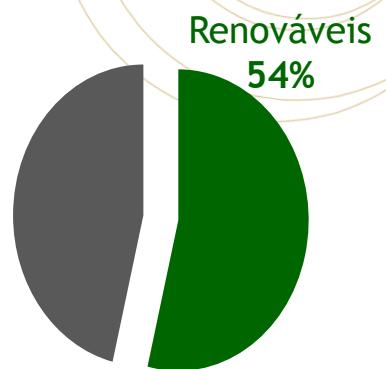
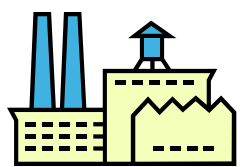
1,3%



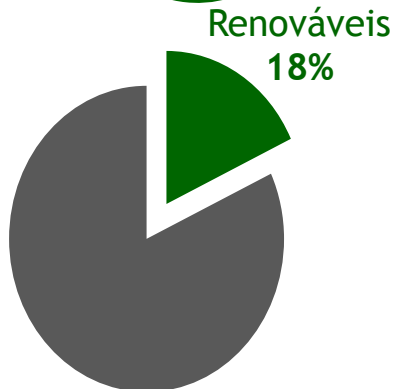
Fonte: EPE, BEN 2015

Matriz energética brasileira | consumo final, 2014

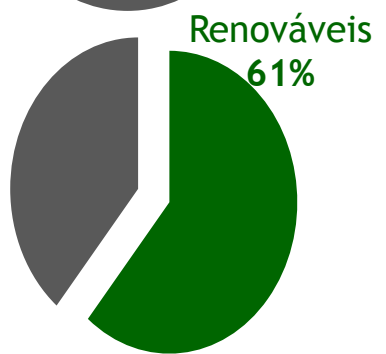
indústria



transportes



residências



A PROPORÇÃO DE RENOVÁVEIS NA MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA É AINDA MAIS ALTA

RENOVÁVEIS ► 74,6%

Geração total no Brasil (2014) ► 624,3 TWh

hidráulica¹

65,2%



biomassa²

7,4%



eólica

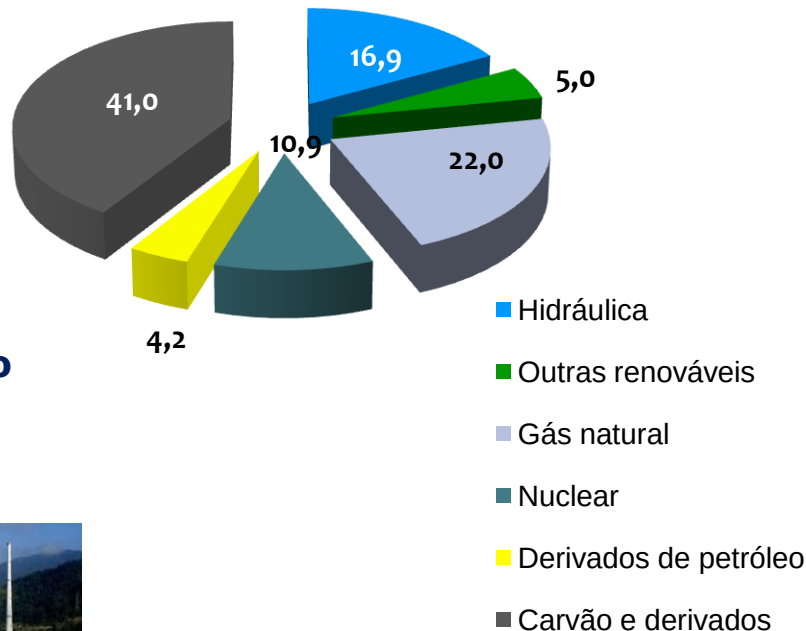
2,0%



¹ Inclui importação de eletricidade oriunda de fonte hidráulica

² Inclui bagaço de cana, lenha, lixívia e outras recuperações

Participação de renováveis no mundo 21,9% (2012)



NÃO RENOVÁVEIS ► 25

gás natural

13,0%



derivados do petróleo

6,8%



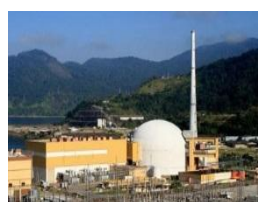
carvão mineral

3,2%



urânio

2,5%



Fonte: EPE, BEN 2015

■ Perspectivas renováveis



- ✓ Vasto potencial no país
- ✓ Competitividade comprovada
- ✓ Mantem (20 mil MW em 10 anos) ou aumenta ritmo de expansão da capacidade instalada



- ✓ Vasto potencial no país
- ✓ Custos decrescentes (CAPEX)
- ✓ Expansão contratada nos dois últimos anos > 3.000

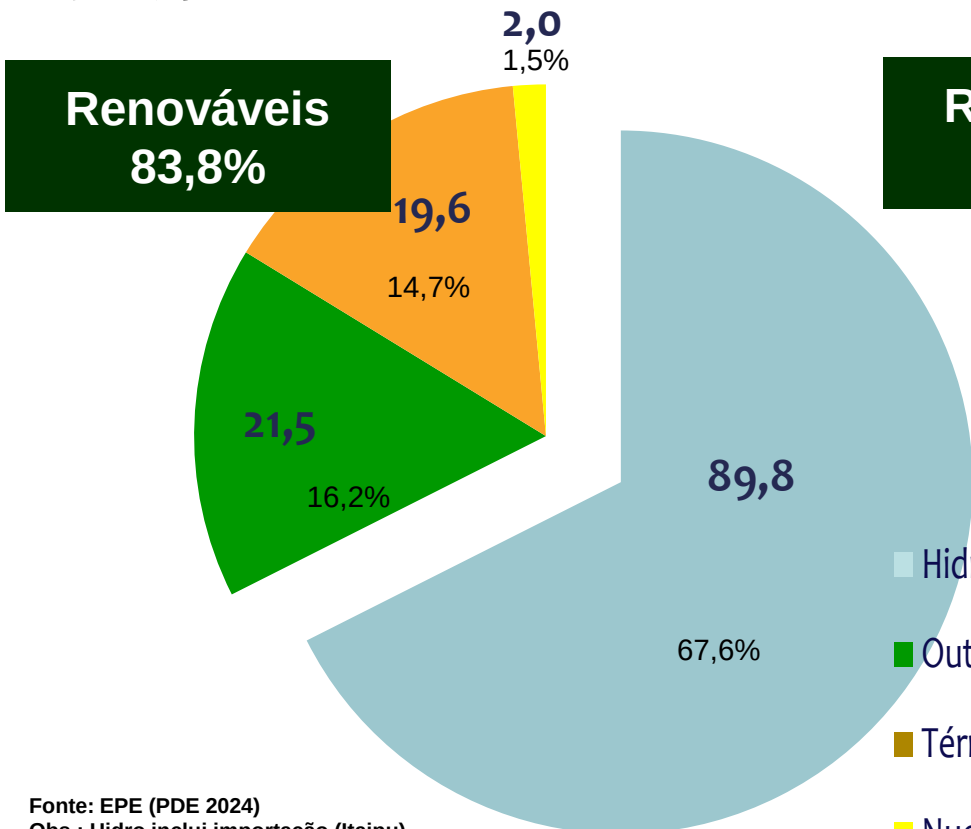


- ✓ Expansão da biomassa da cana função do crescimento da produção do setor sucroalcooleiro
- ✓ Potencial para triplicar a geração elétrica entregue à rede com aumento da produtividade e da oferta de biomassa
- ✓ Competição com a produção de etanol de 2ª geração
- ✓ Potencial de expansão de outras biomassas

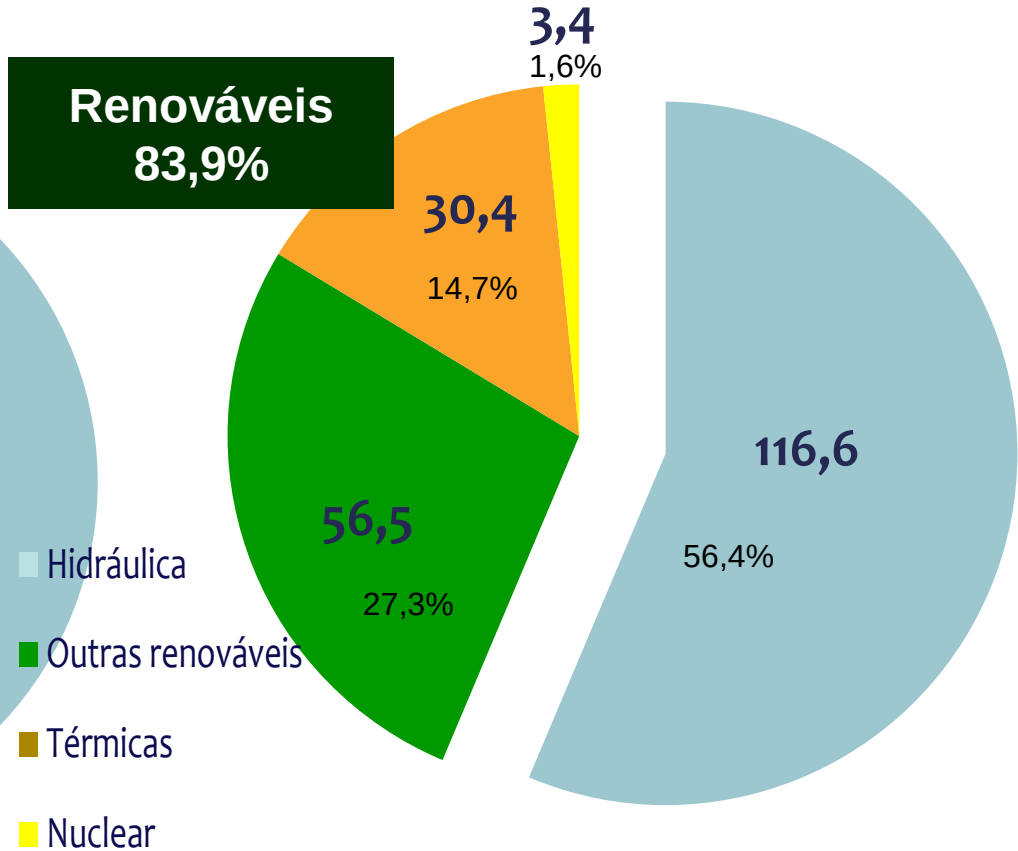
A proporção de renováveis no Brasil deve se manter elevada

▪ Evolução da capacidade instalada no SIN

dez/2014
132,9 GW

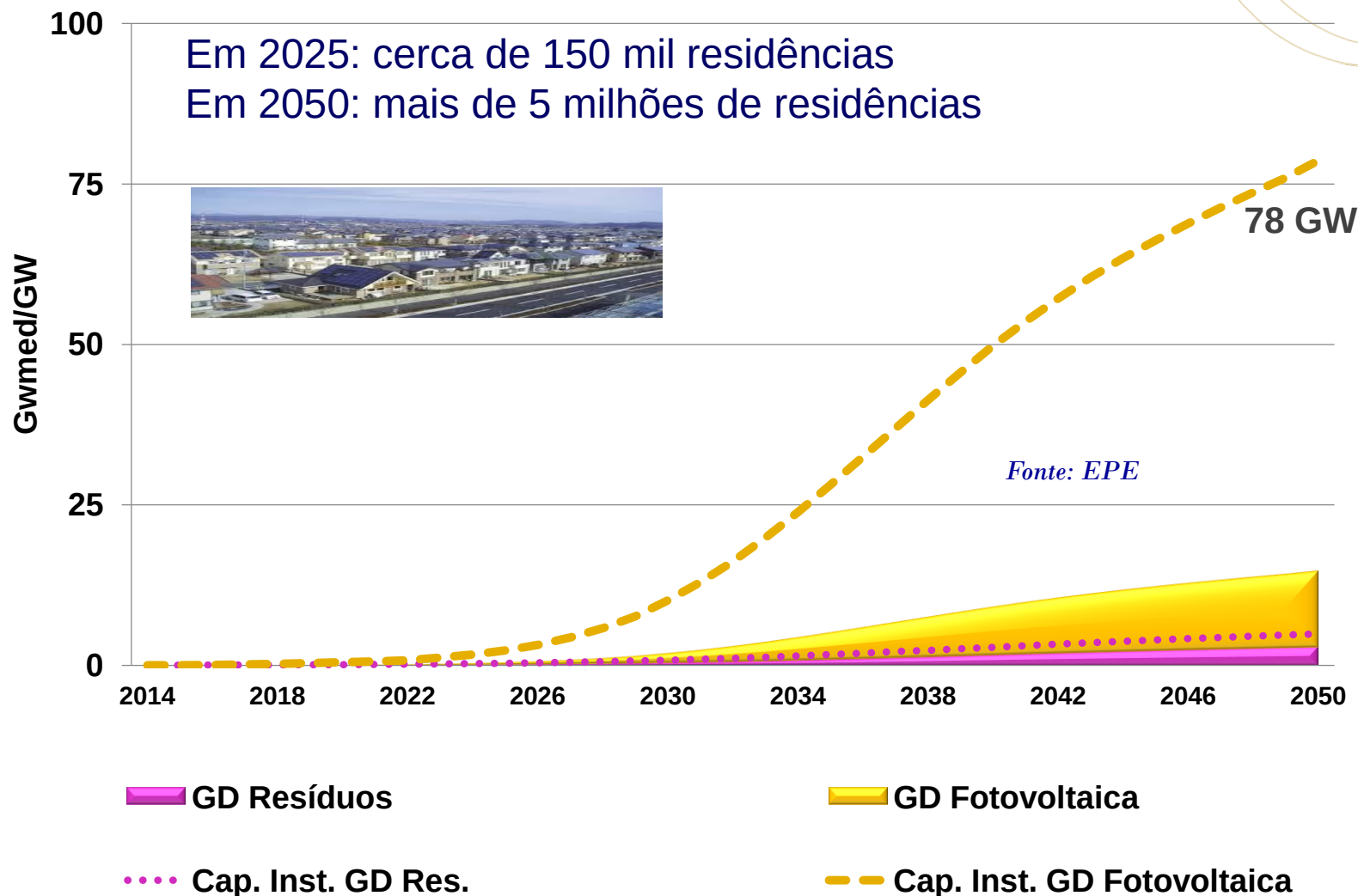


2024
206,9 GW



Fonte: EPE (PDE 2024)
Obs.: Hidro inclui importação (Itaipu)
Outras renováveis: eólica, solar, biomassa e PCH

E ainda a geração distribuída (PV) deve se expandir



Projeção da geração distribuída

Há também grande potencial nos setores **comercial e industrial**

Questões chave:

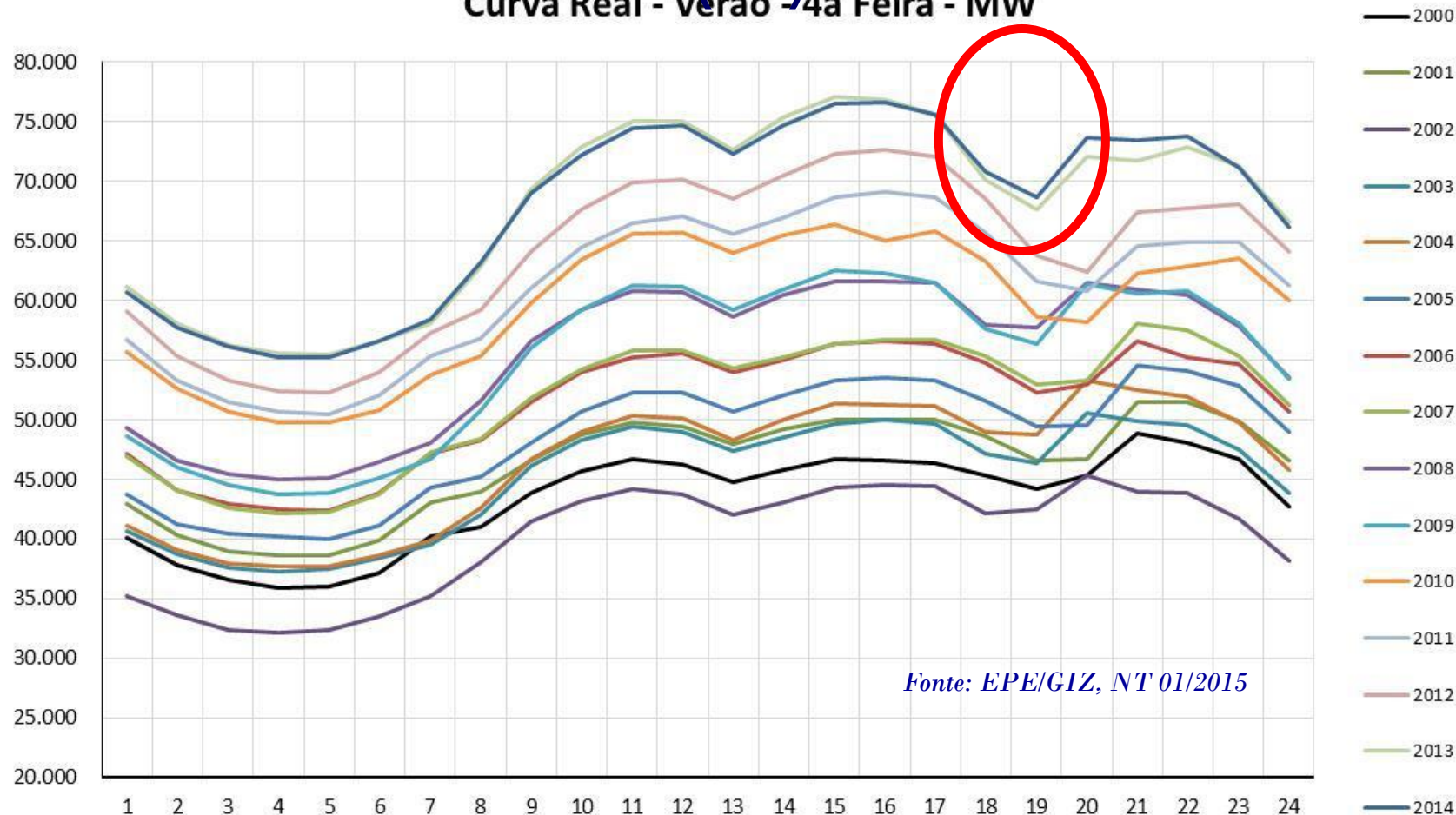
- Modelo de negócio
- Reconhecimento de serviços ancilares (regulação)
- Liberalização da comercialização
- Levantamento das restrições regulatórias
- Estrutura tarifária (o consumidor responde)

O sistema elétrico brasileiro já convive hoje com GD!

Evolução da curva de carga diária no Sistema Interligado Nacional

(SIN)

Curva Real - Verão - 4a Feira - MW



III SEMINÁRIO INTERNACIONAL

Desafios da Regulação no Setor Elétrico

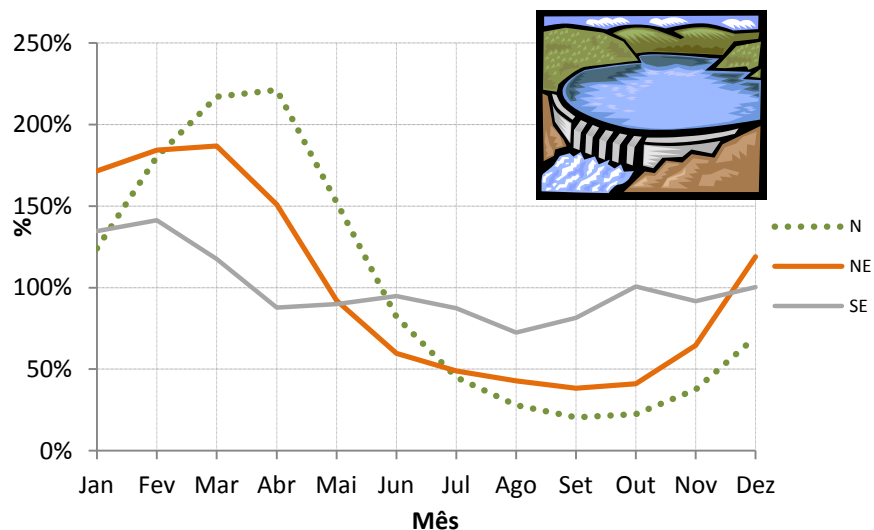
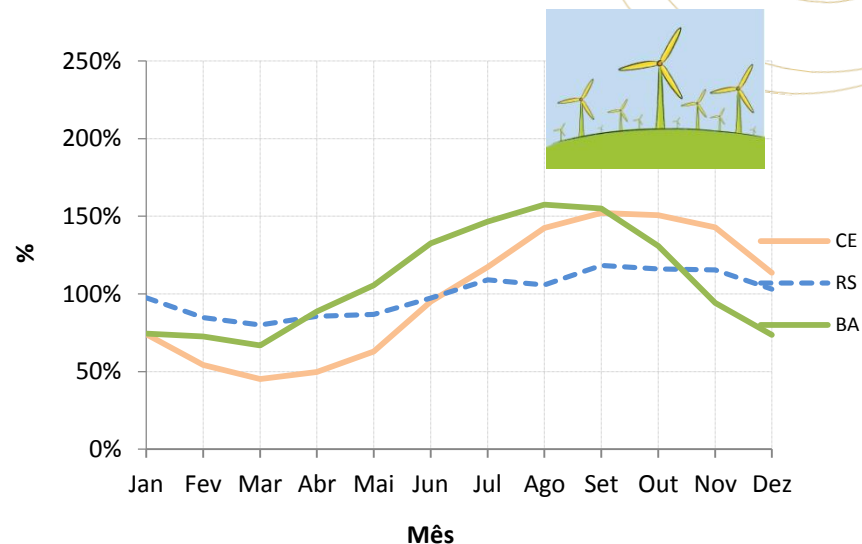
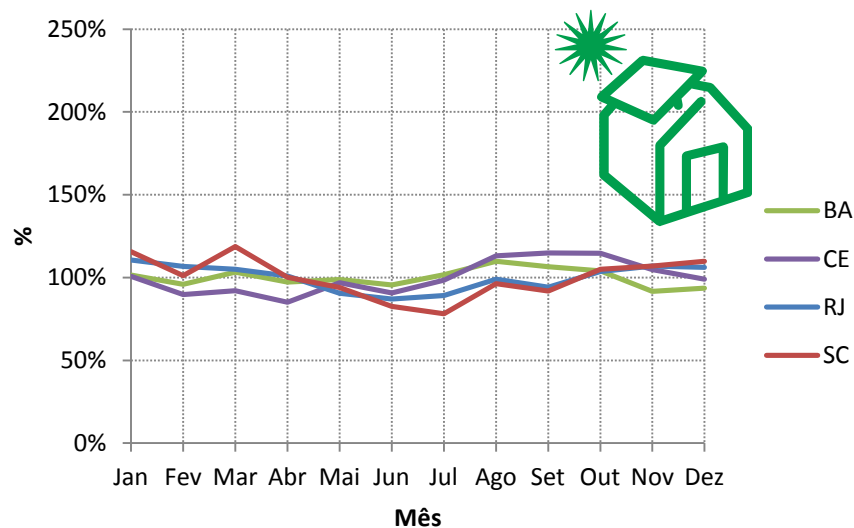
MESA I

Desafios da expansão do setor elétrico

3 Algumas questões relevantes

FONTES RENOVÁVEIS

Curva anual da geração esperada (média = 100%)

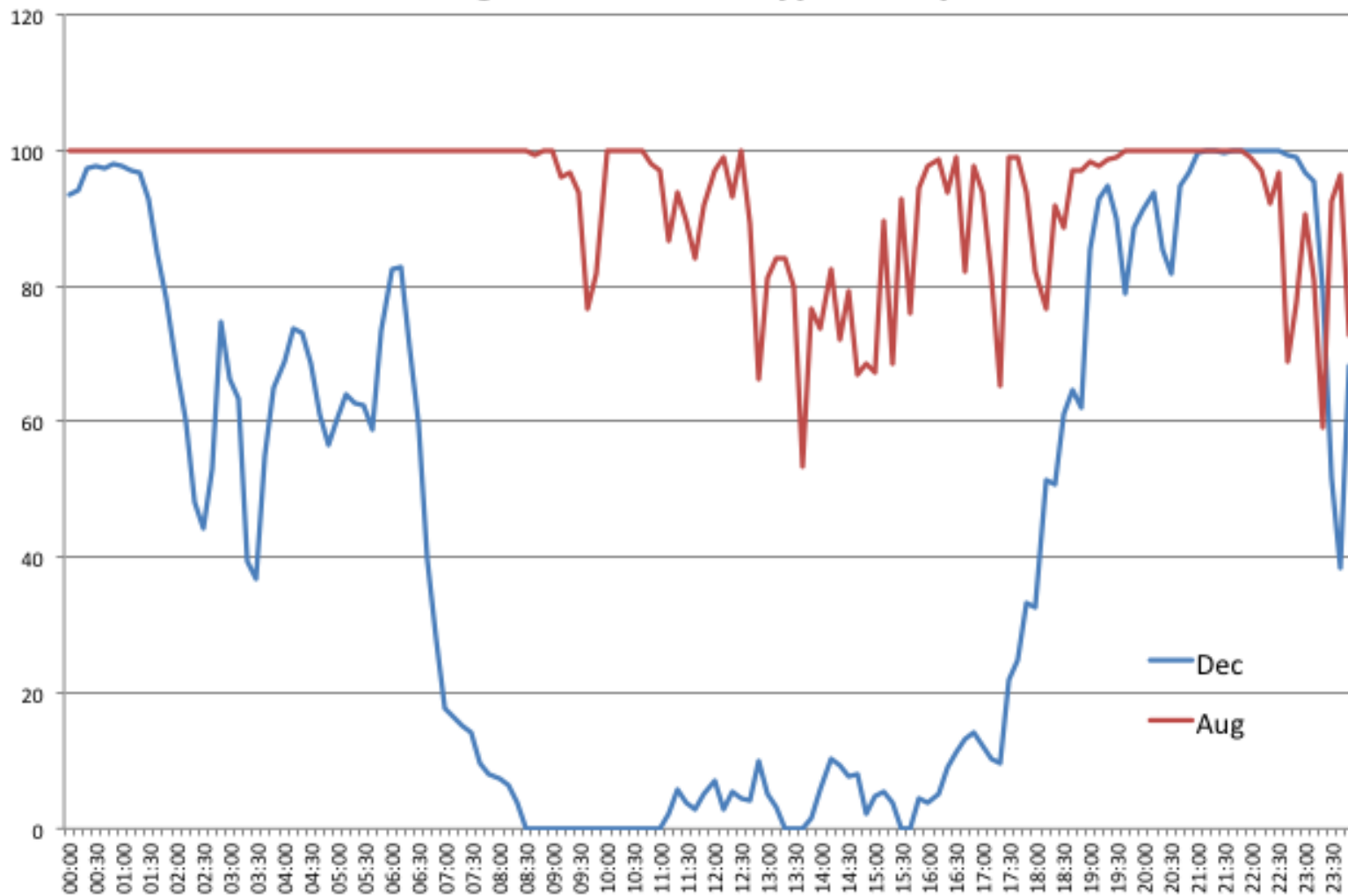


- Variação anual da geração solar é menor do que a da geração eólica e do que a geração hidráulica

Produzido a partir de PVWatts (NREL)

Características das fontes renováveis

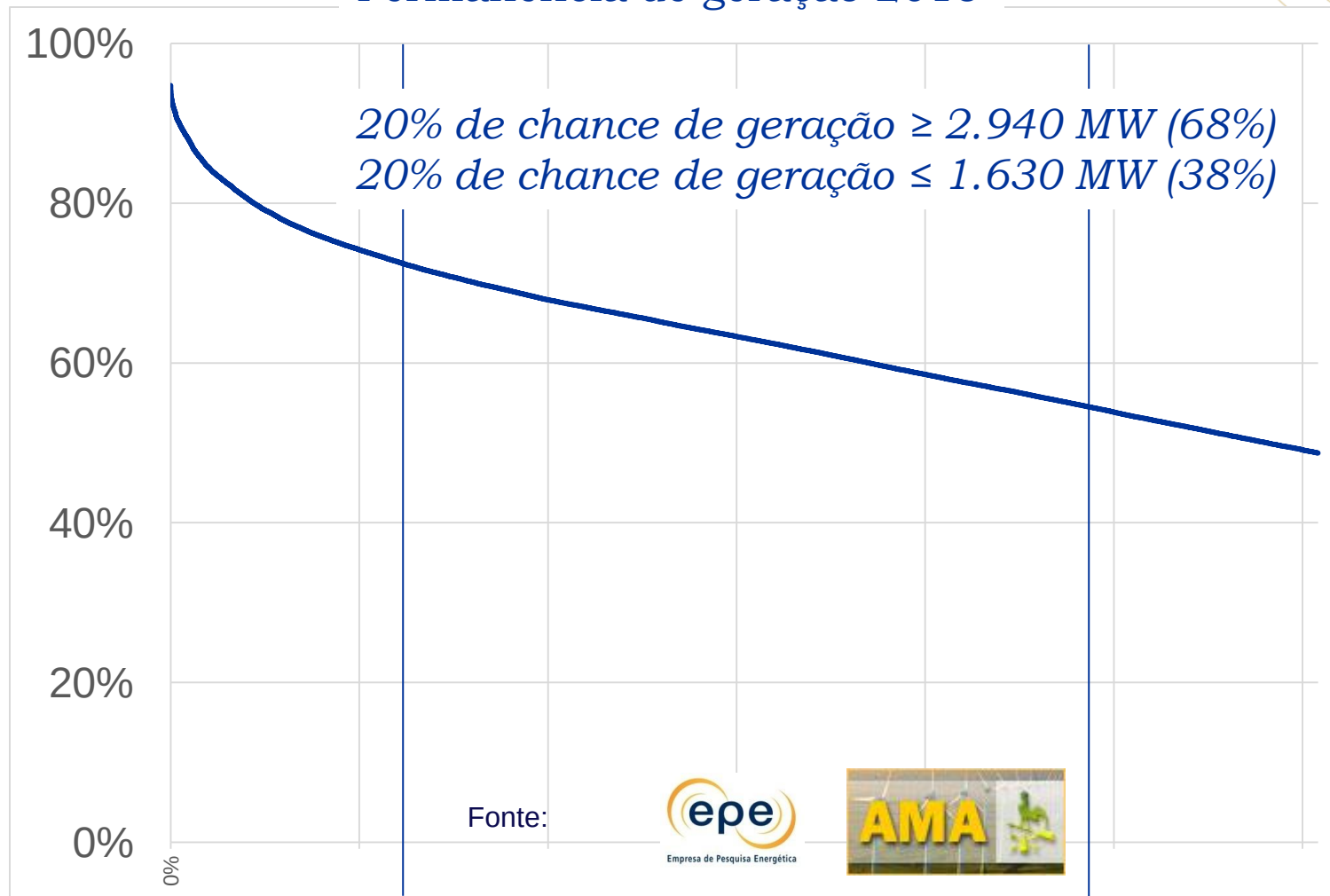
Wind generation in a typical day



Simulação operação parque eólico Região Nordeste

(4.336 MW, 167 parques)

Permanência de geração 2015

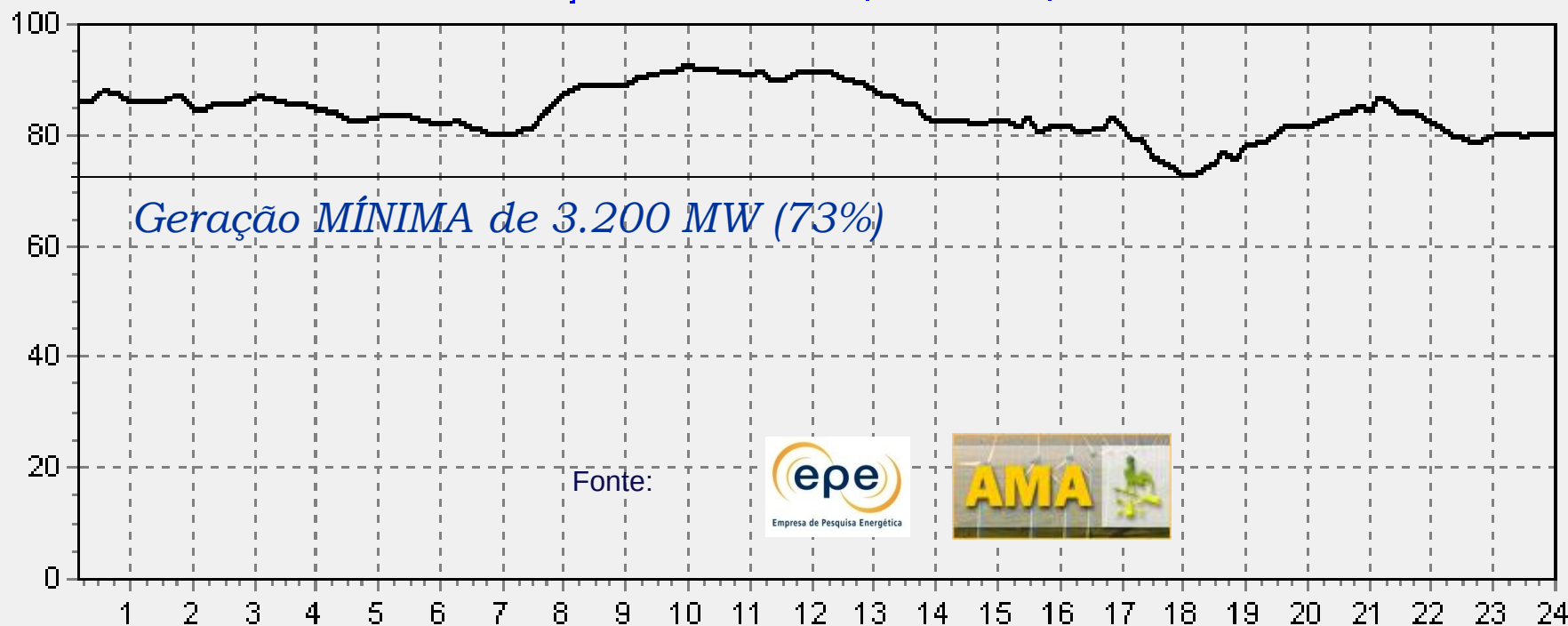


Simulação operação parque eólico Região Nordeste

(2015, 4.336 MW, 167 parques)

Dia de **MAIOR** geração: 16/08/2015

Geração instantânea diária (% P instalada)

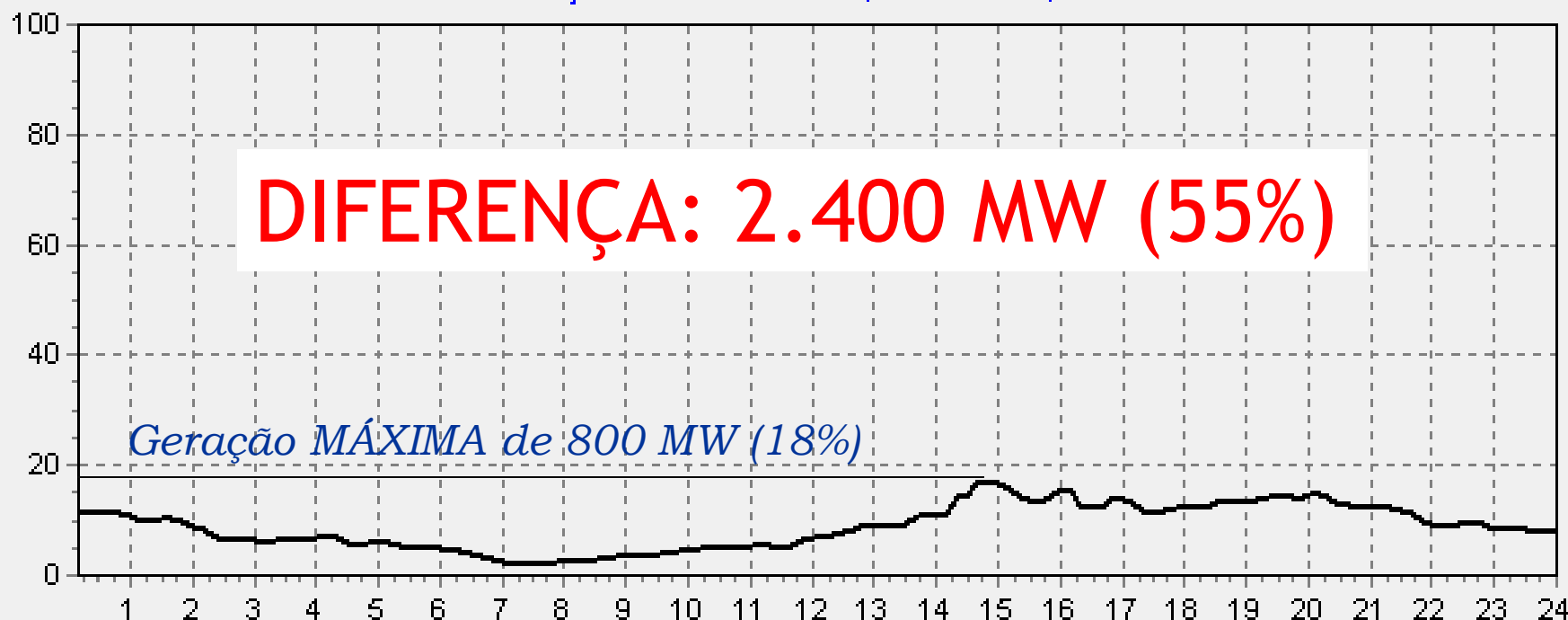


Simulação operação parque eólico Região Nordeste

(2015, 4.336 MW, 167 parques)

Dia de **MENOR** geração: 06/04/2015

Geração instantânea diária (% P instalada)



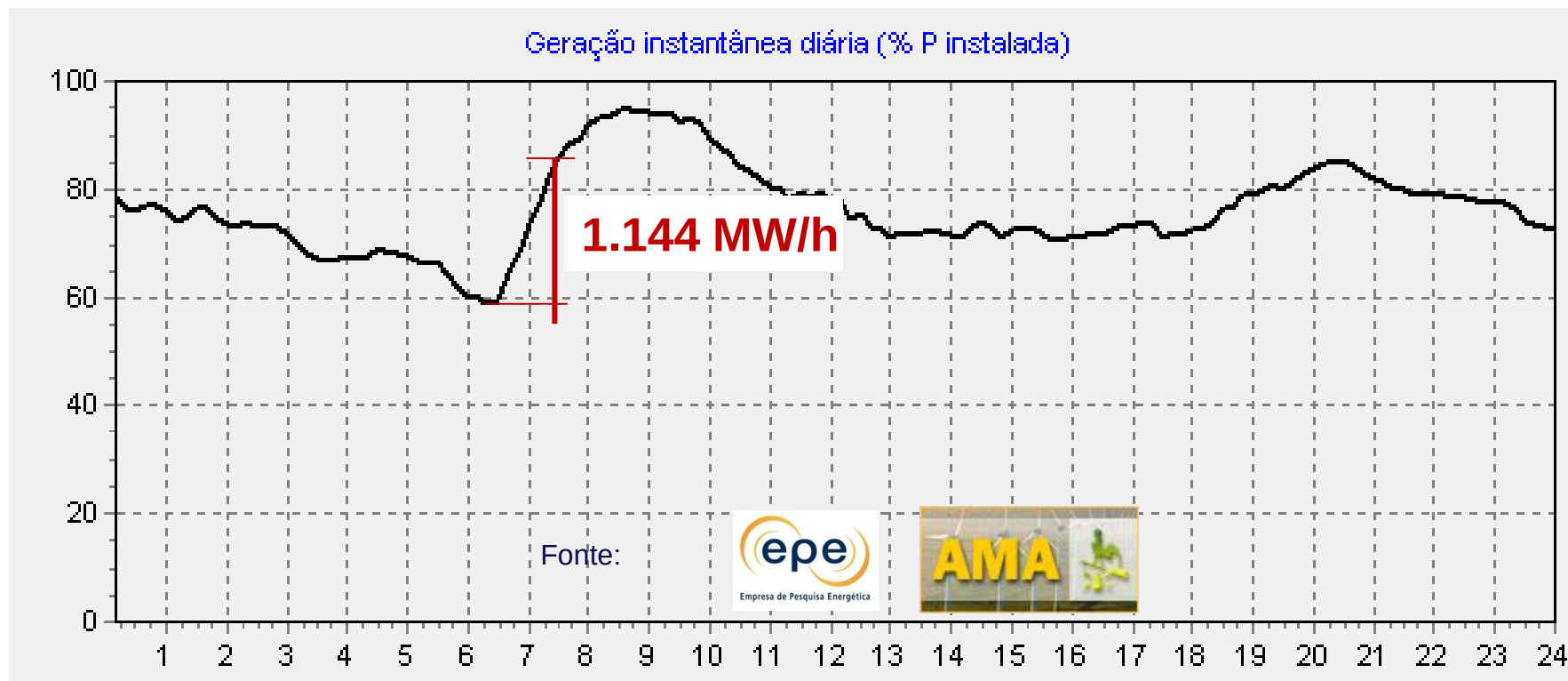
Fonte:



Simulação operação parque eólico Região Nordeste

(2015, 4.336 MW, 167 parques)

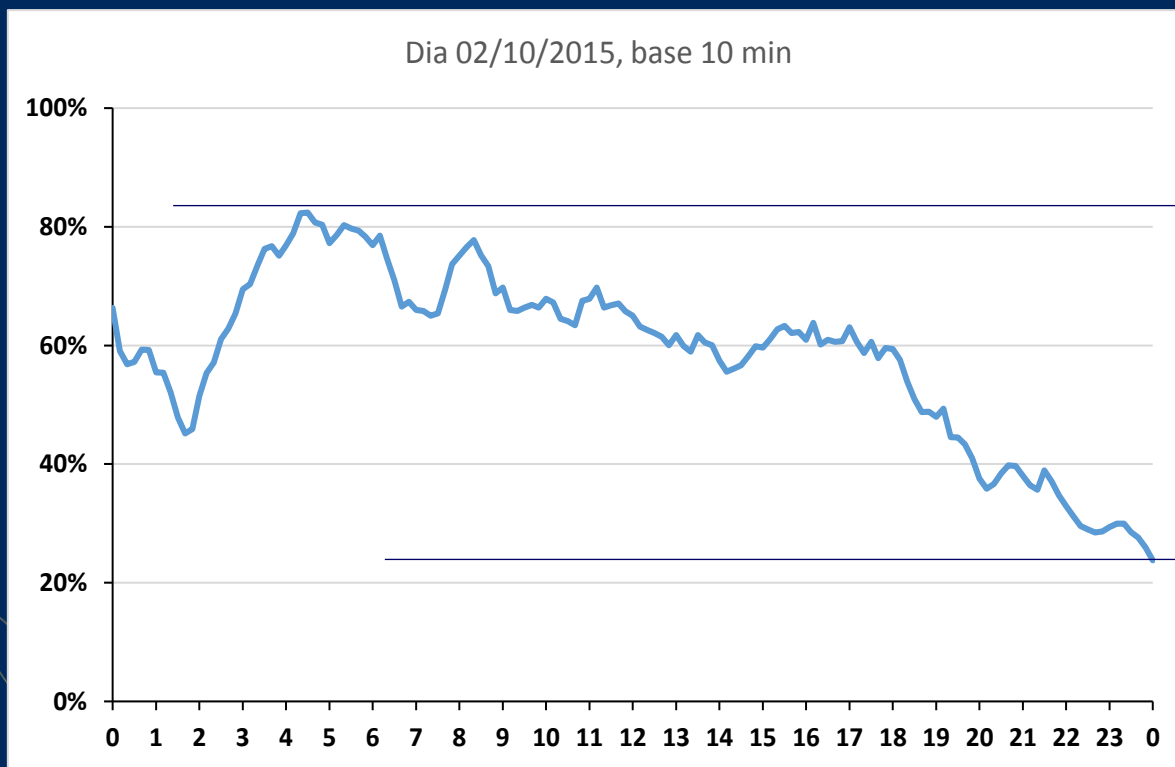
Dia de máxima variação em 1 hora – 12/10/2015



Simulação operação parque eólico Região Nordeste

(2015, 4.336 MW, 167 parques)

Dia: 02/10/2015



Fonte:



Simulação operação parque eólico Região Nordeste

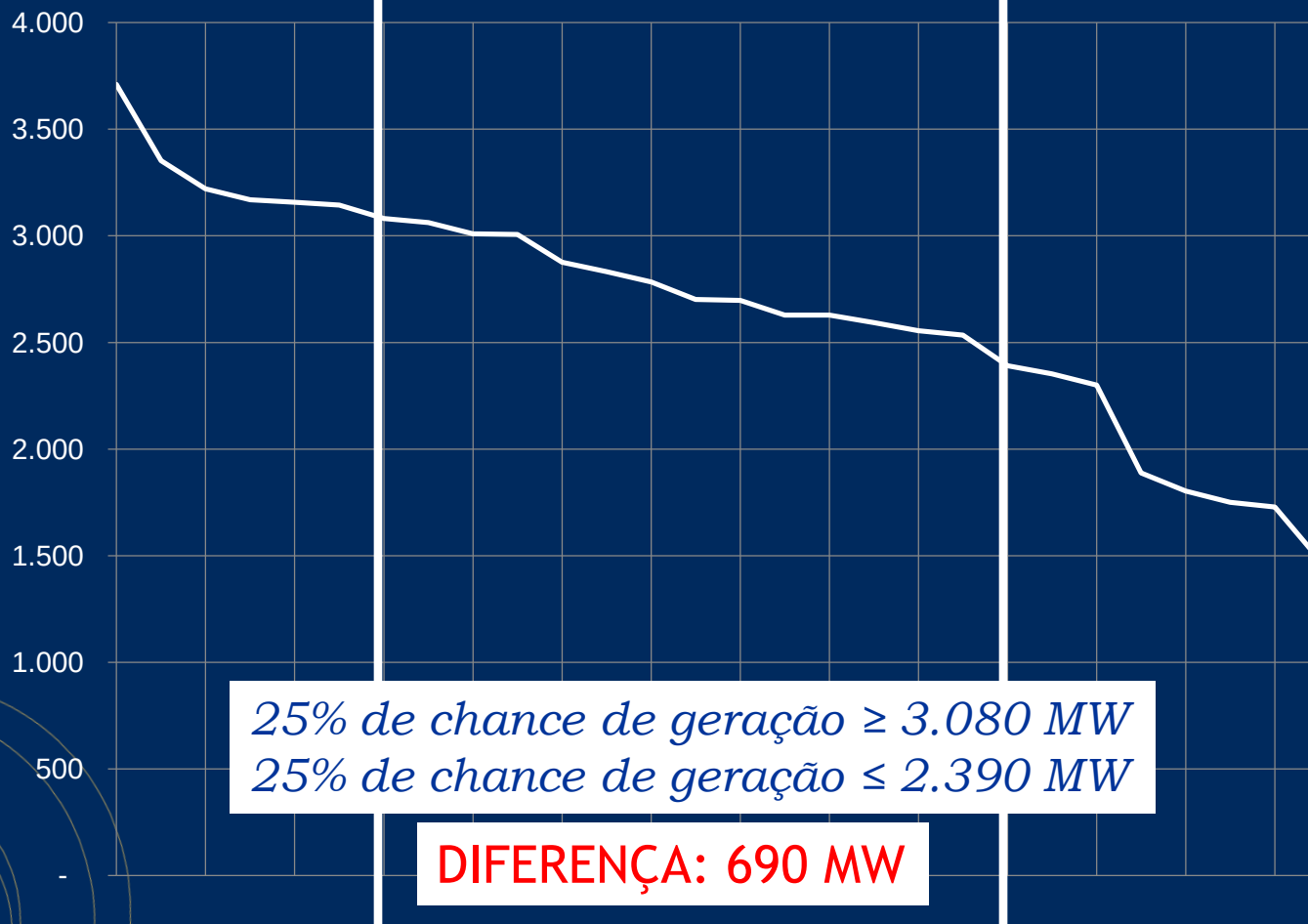
(2015, 4.336 MW, 167 parques)

Dia: 02/10/2015



Operação parque eólico Região Nordeste

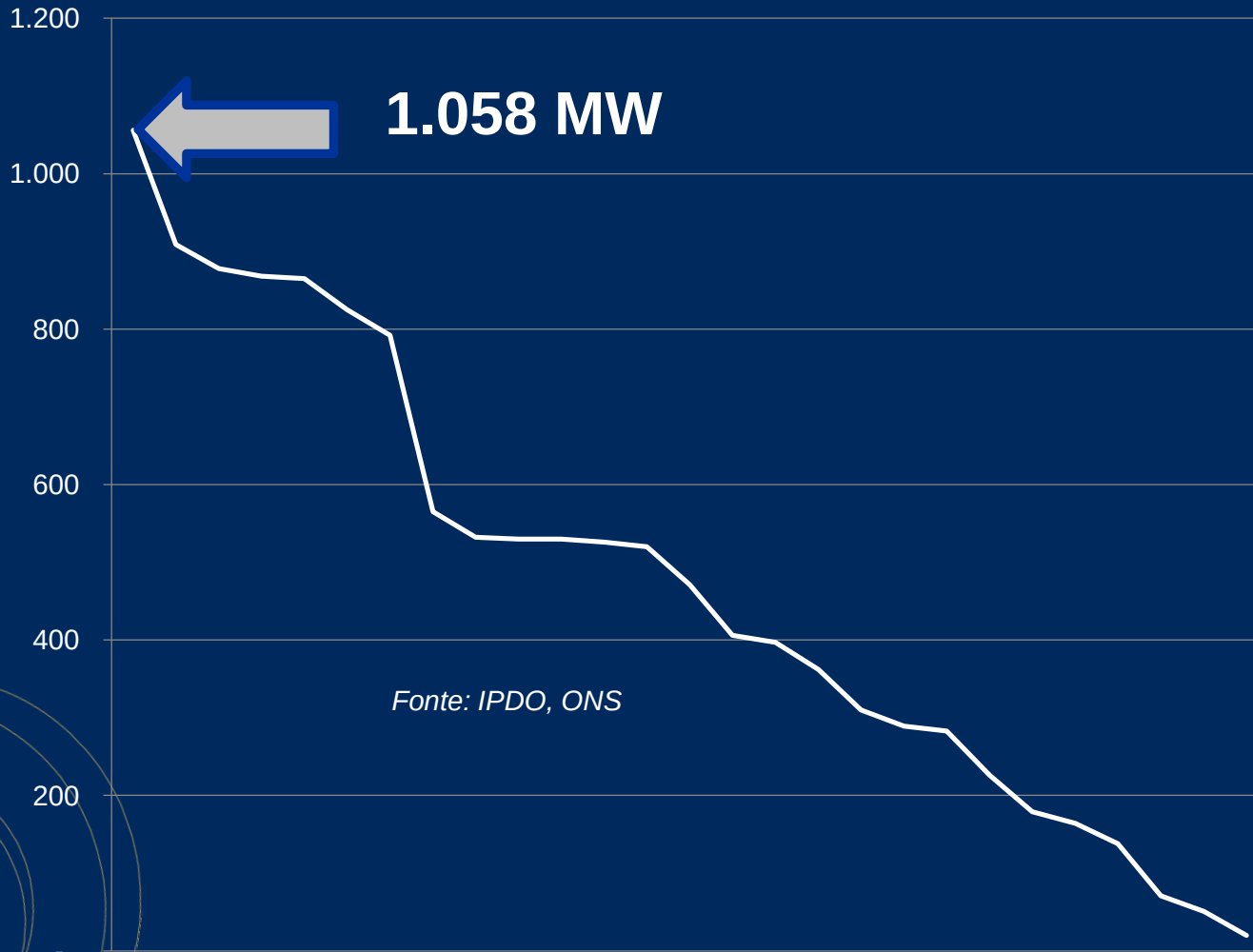
Permanência da geração em últimas 4 semanas
(entre 20 abr e 17 mai 2016)



Fonte: IPDO, ONS

Operação parque eólico Região Nordeste

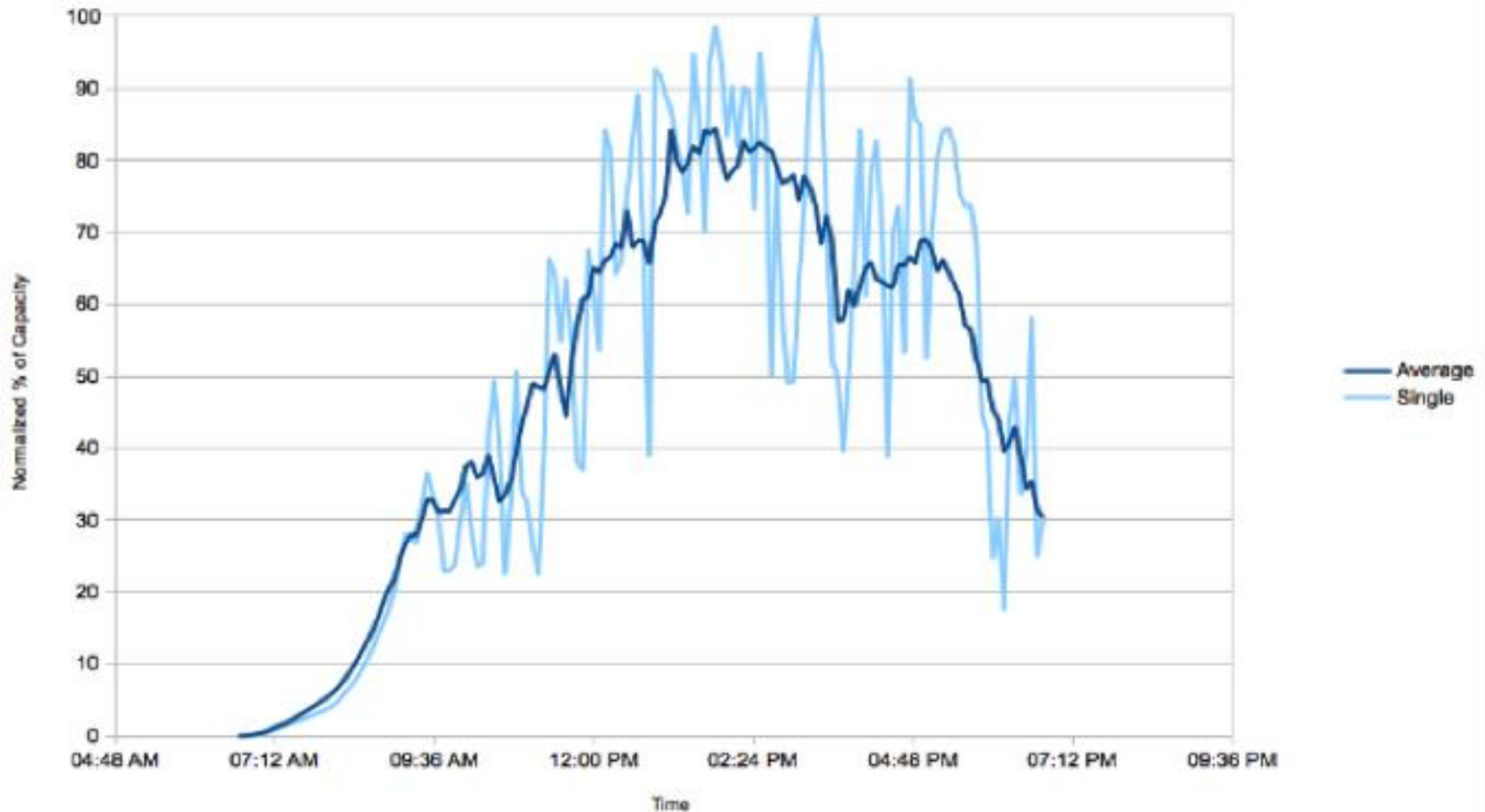
Diferença entre a geração média de dois dias consecutivos
(entre 20 abr e 17 mai 2016)



Características das fontes renováveis

Geração solar em um dia típico

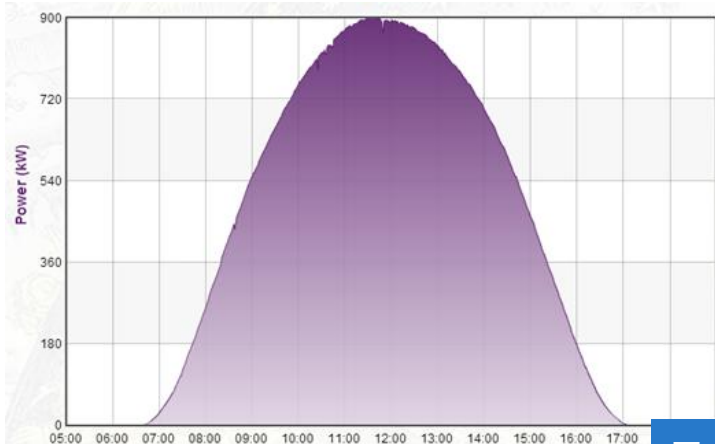
(planta única e média de várias plantas em um mesmo sítio)



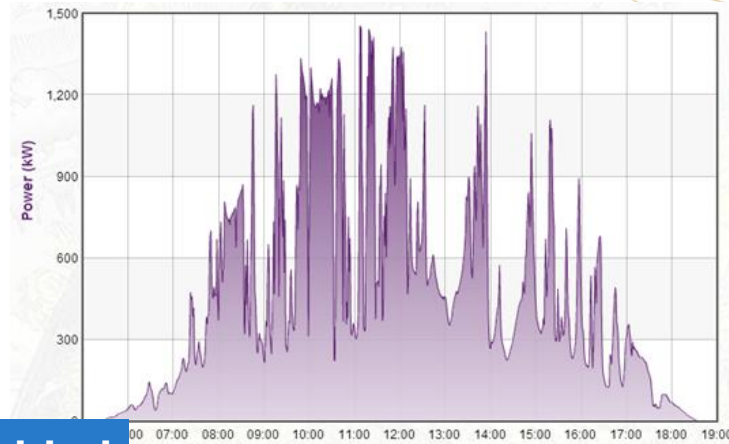
Elaboração: EPE, com dados de usinas europeias

Geração solar fotovoltaica

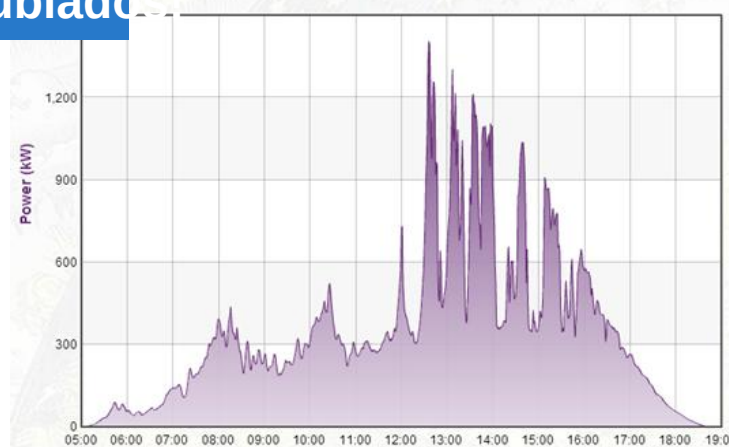
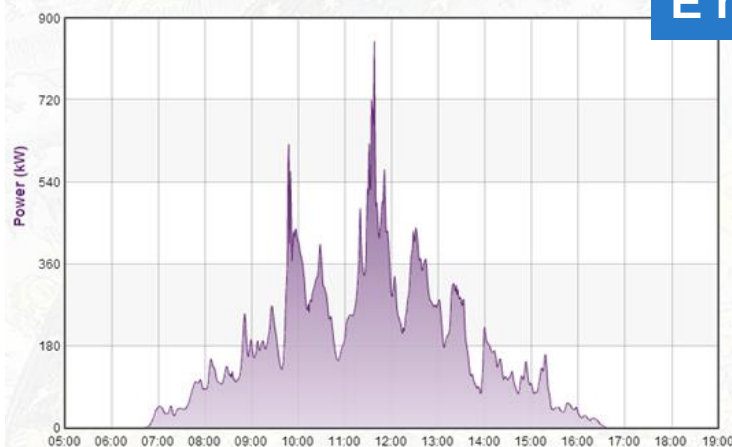
Há dias ensolarados no inverno ...



... E dias ensolarados no verão!



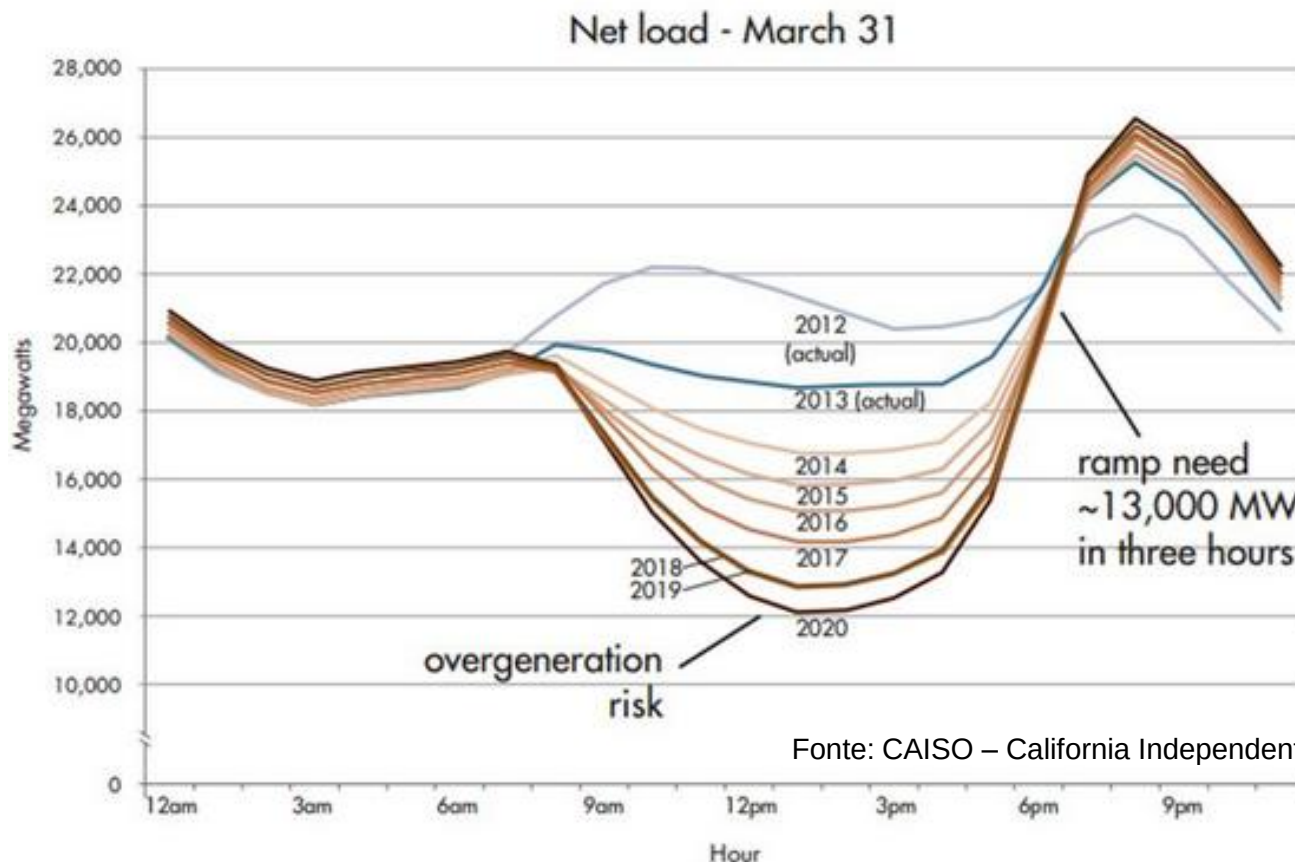
E há dias nublado



Em comum, variações de potência superiores a 30% da pot. inst. em intervalo de 1 min. e superiores a 40% em 10 min.!

O “fading” da geração fotovoltaica ...

Efeito sobre a curva de carga diária na Califórnia



No pôr-do-sol ocorre rápido aumento da carga.

Essa diferença deve ser suprida por fontes despacháveis.

Mais visíveis:

- Small inertia (estabilidade de frequência/ângulo)
- No short-circuit power (estabilidade de tensão)
- Speed of power change (ramp up/ramp down)
- Power variability (consumo de combustível)
- No power control (confiabilidade)
- Intermittency (reservas secundária e de prontidão)

Germany's push toward renewable energy is causing so many drops and surges from wind and solar power that more utilities than ever are receiving money from the grids to help stabilize the country's electricity network.

Bloomberg News, Jul 30, 2014

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)

Muito obrigado!

Amilcar Guerreiro

*Diretor de Estudos de Energia
Elétrica*

Telefone: + 55 (21) 3512 - 3101



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

Twitter: @EPE_Brasil
Facebook: EPE.Brasil

