

# A Grande Transição

O Futuro dos sistemas elétricos com grande penetração de usinas renováveis

---

**Gabriel Cavados**

**Wärtsilä Brasil**

19.09.2018



- Sobre a Wärtsilä
- A Grande Transição
- As Consequências
- O Papel da Flexibilidade
- Como fica o Brasil



- Sobre a Wärtsilä
- A Grande Transição
- As Consequências
- O Papel da Flexibilidade
- Como fica o Brasil



# Áreas de negócios



ENERGY SOLUTIONS



MARINE SOLUTIONS

## SERVICES





**ENGINE POWER PLANTS**

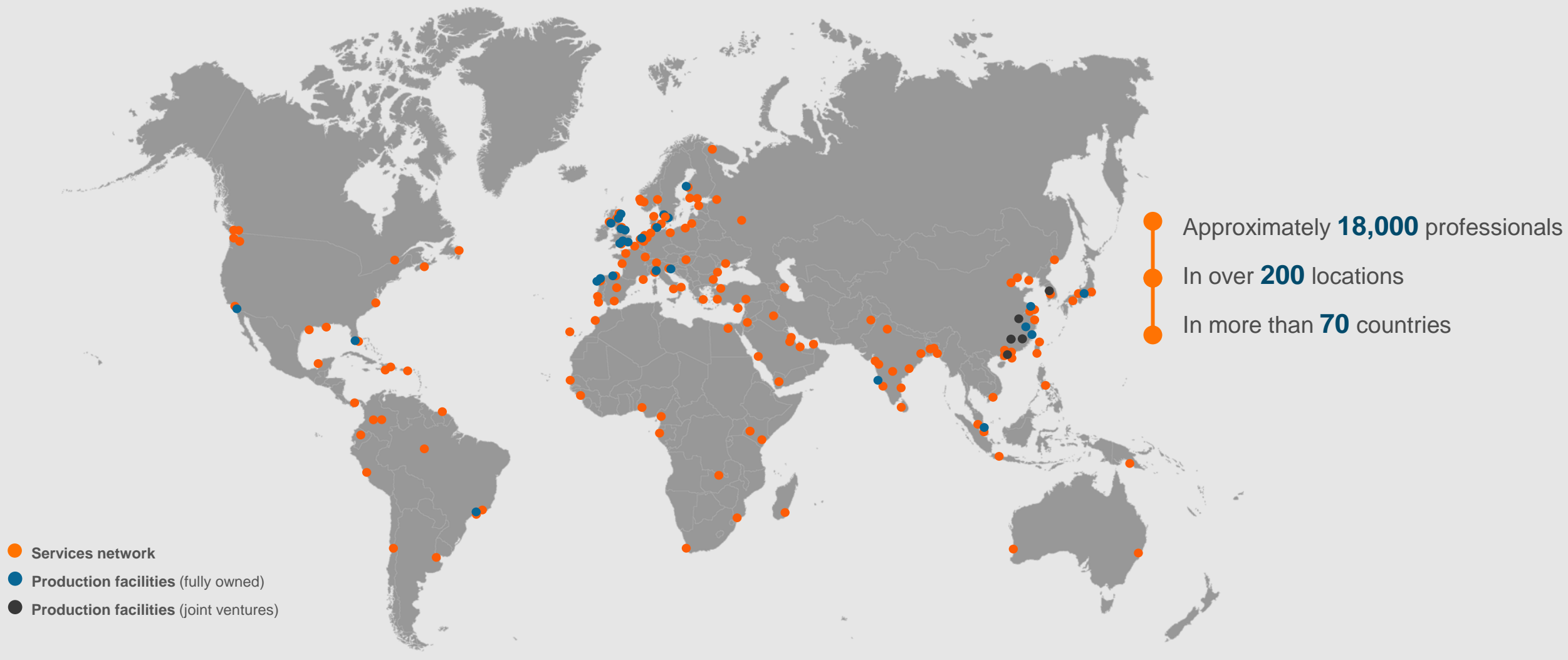
**LNG INFRASTRUCTURE**



**SOLAR PV AND ENGINE-SOLAR  
HYBRID POWER PLANTS**

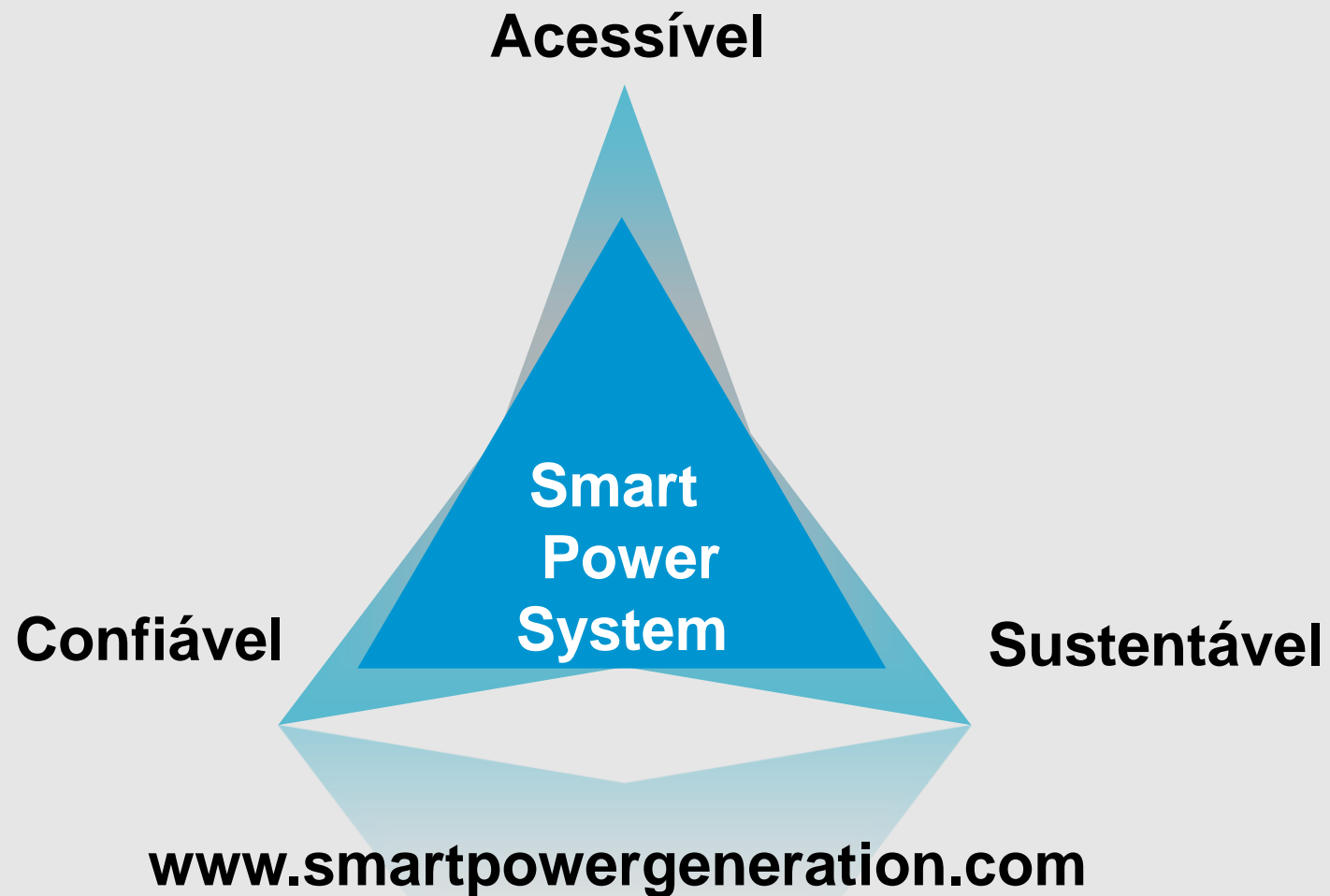


# Unidades de produção e de serviços

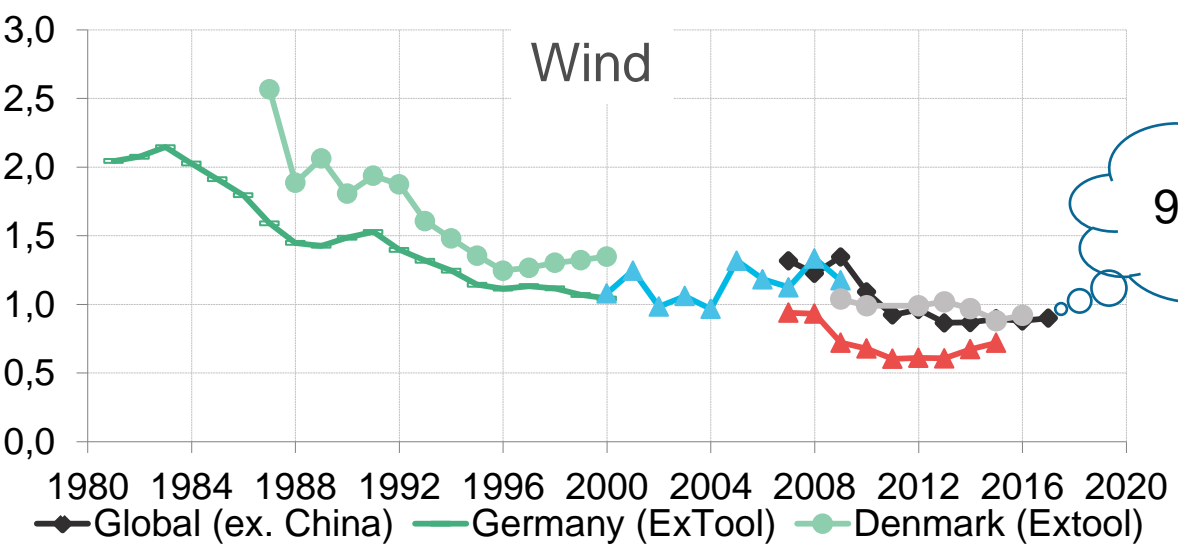
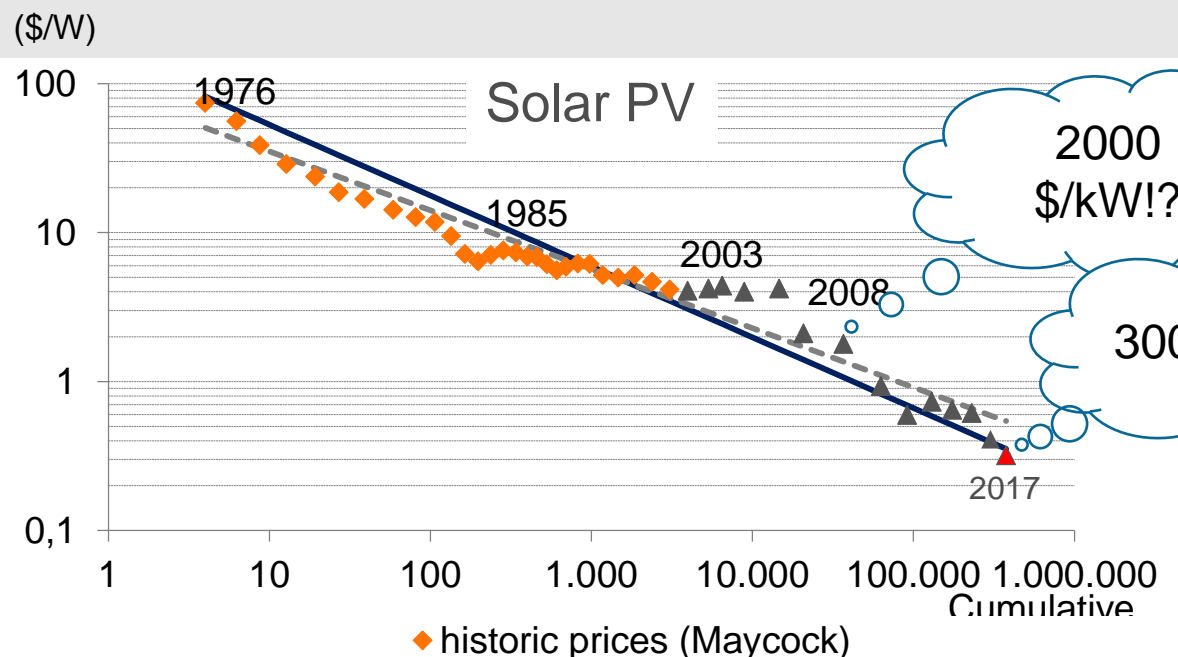


- Sobre a Wärtsilä
- **A Grande Transição**
- As Consequências
- O Papel da Flexibilidade
- Como fica o Brasil



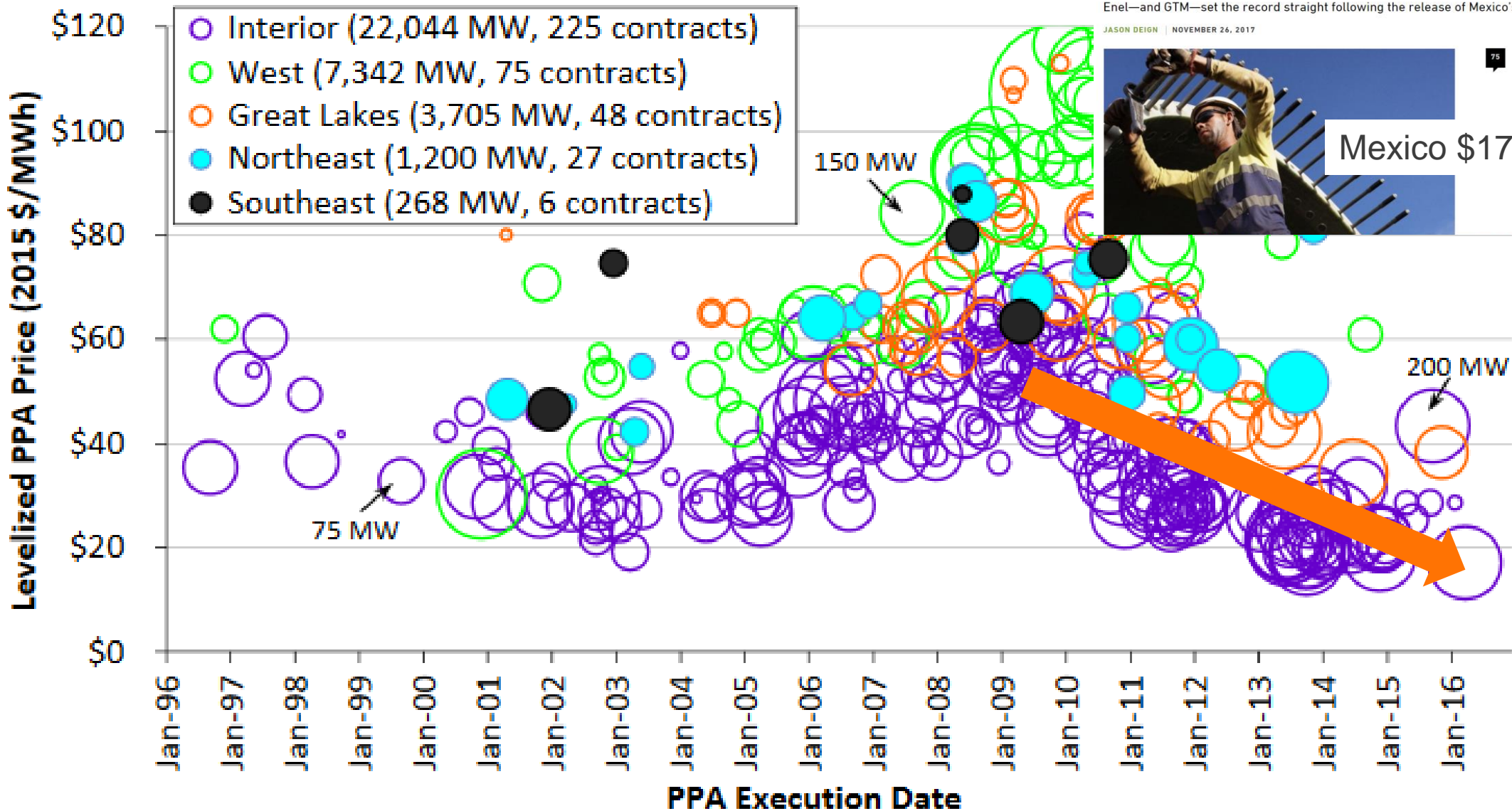






- Eólica e solar estão cada vez mais competitivas e menos dependentes de subsídios.
- Energia solar vai experimentar um boom de expansão nos próximos anos.
- No Brasil, as novas usinas renováveis estão com preços compatíveis com as da energia hidrelétrica.

**Não existe volta. O mundo caminha para um cenário essencialmente renovável.**



Note: Area of "bubble" is proportional to contract nameplate capacity


Search Greentech Media

OTM RESEARCH | OTM EVENTS | OTM SQUARED

## The World's Cheapest Solar Bid Is Actually for Wind

Enel—and GTM—set the record straight following the release of Mexico's official auction results.

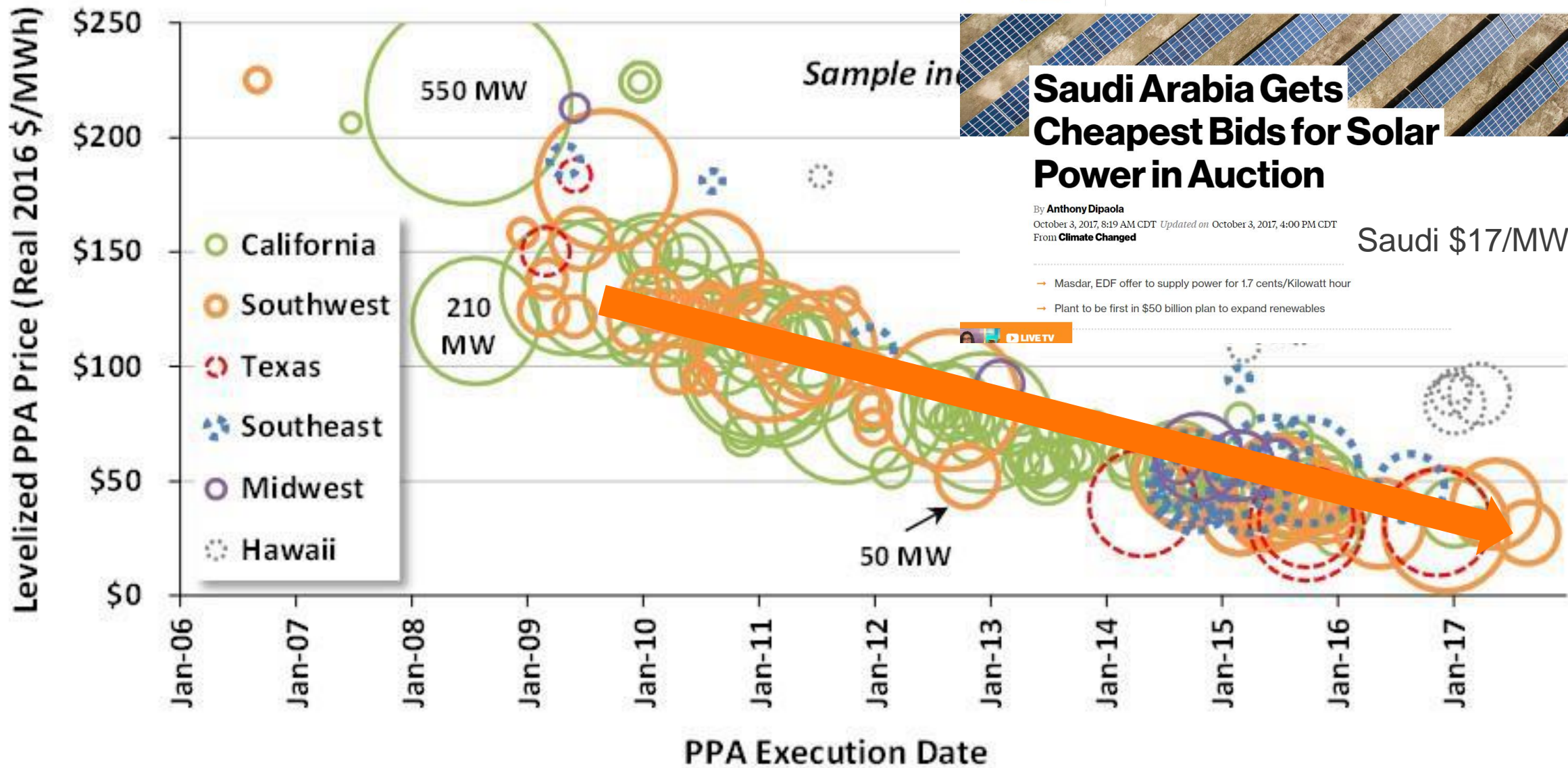
JASON DEIGN | NOVEMBER 26, 2017



Mexico \$17.70/MWh

75

f t in



## Energias eólica e solar atingem patamar mais baixo de preços no país

Dezembro 2017

### FOLHA DE S.PAULO



consumo consciente imposto de renda previdência brasil que dá certo tec

## Preço de energia solar e eólica para o consumidor tem queda recorde

Abril 2018

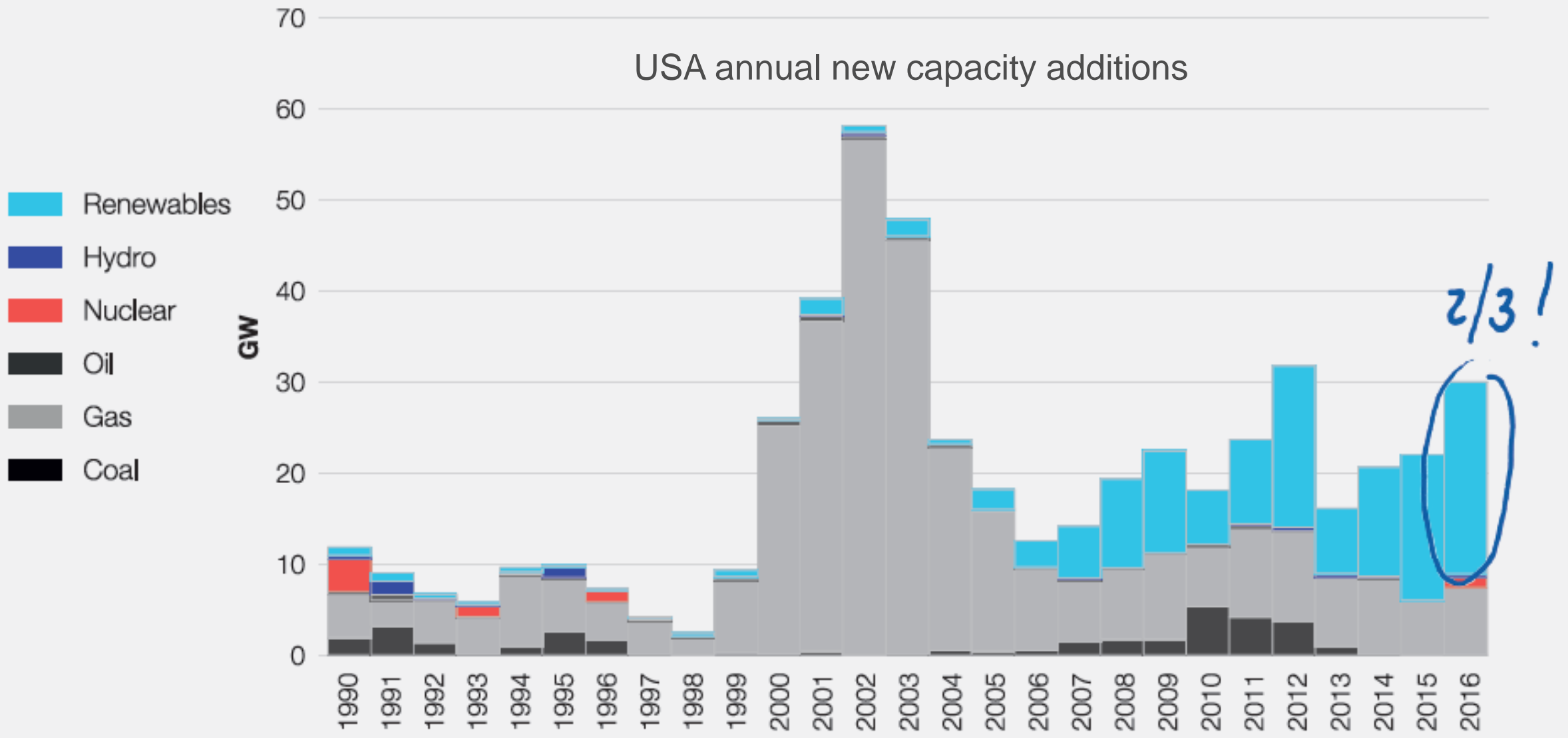
#### COMPETITIVOS

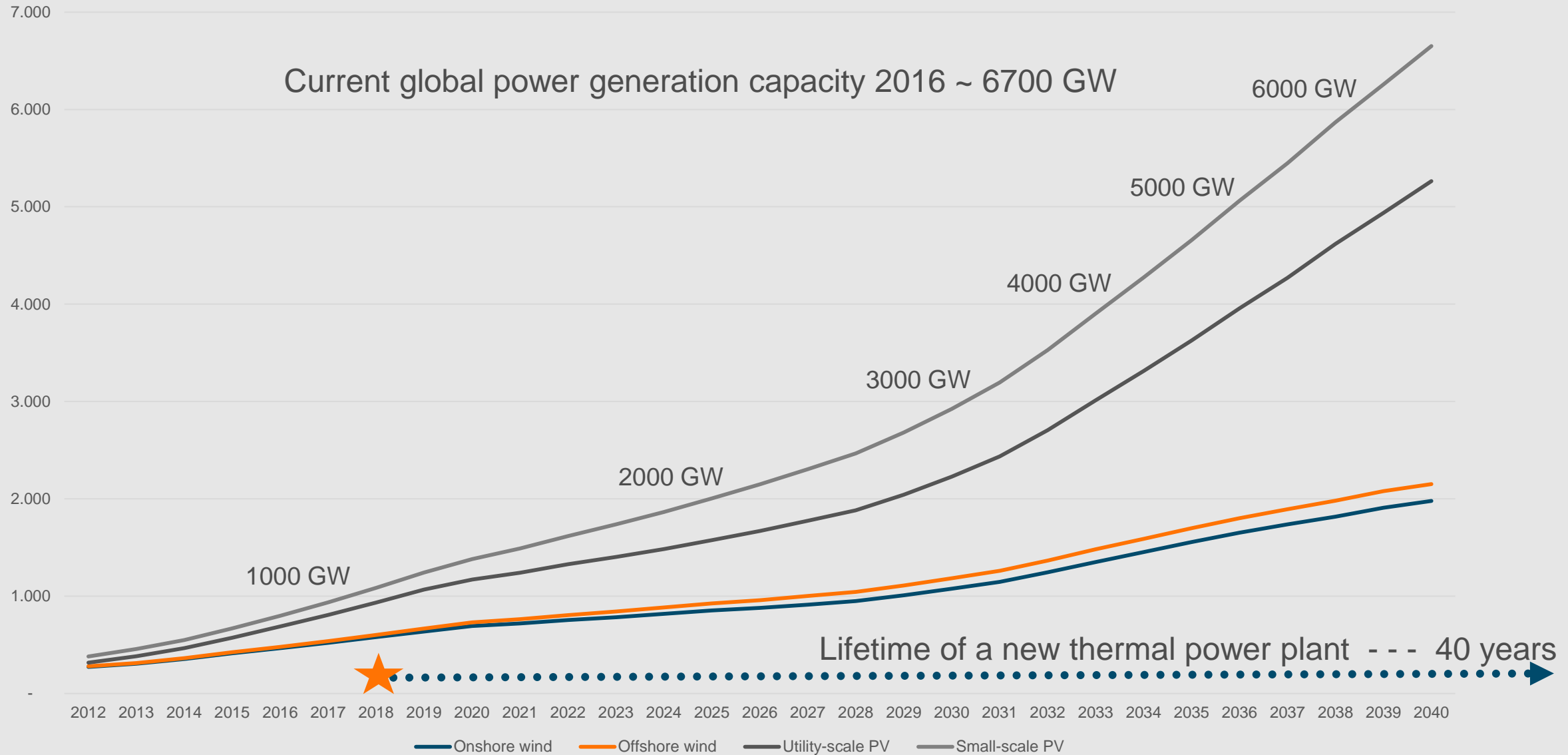
As solares, que responderam por quase 80% da energia negociada no certame, com 806,6 MW (megawatts) em capacidade, praticaram preços entre R\$ 117 e R\$ 118 por MWh (megawatt-hora). Os valores representam deságio de cerca de 60% ante o teto definido para a fonte e bateram de longe os R\$ 143,50 do recorde anterior.

As eólicas, com 114,4 MW em projetos, tiveram deságio de mais de 70%, com a venda da produção futura por R\$ 67,60 --ante cerca de R\$ 97 no ano passado.

### Annual installed power generation capacity in the U.S.

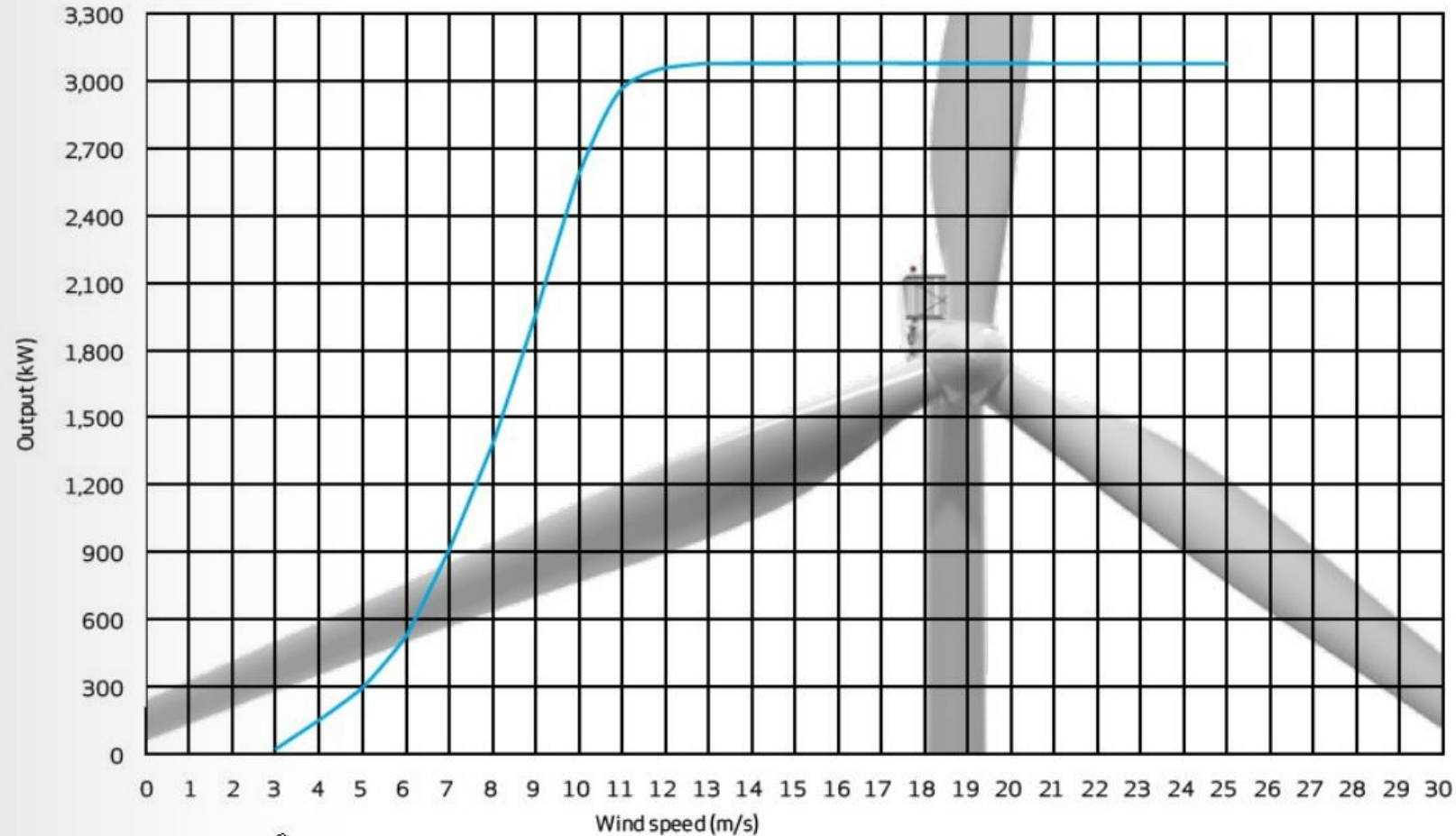
USA annual new capacity additions





- Sobre a Wärtsilä
- A Grande Transição
- **As Consequências**
- O Papel da Flexibilidade
- Como fica o Brasil



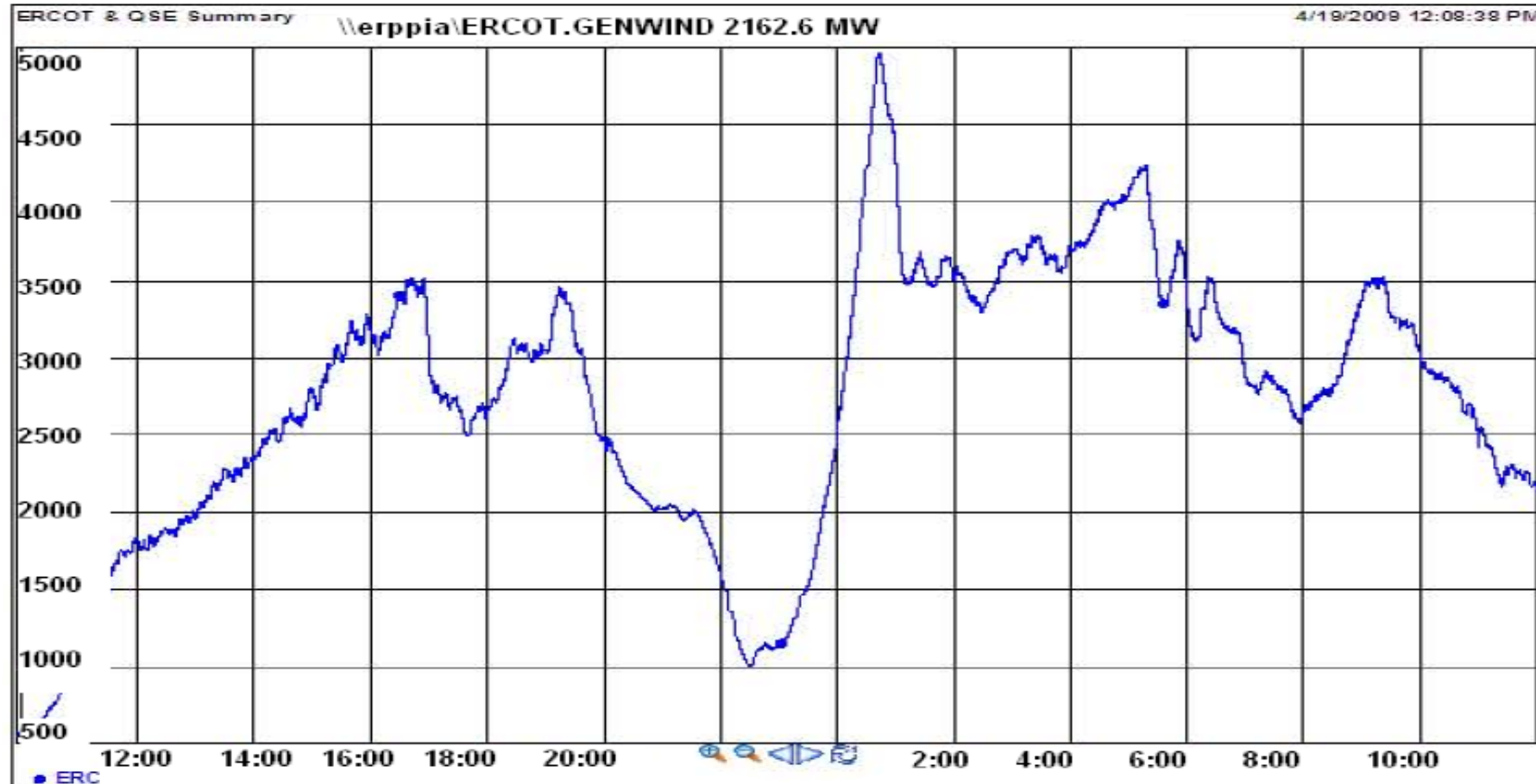


Source: Vestas

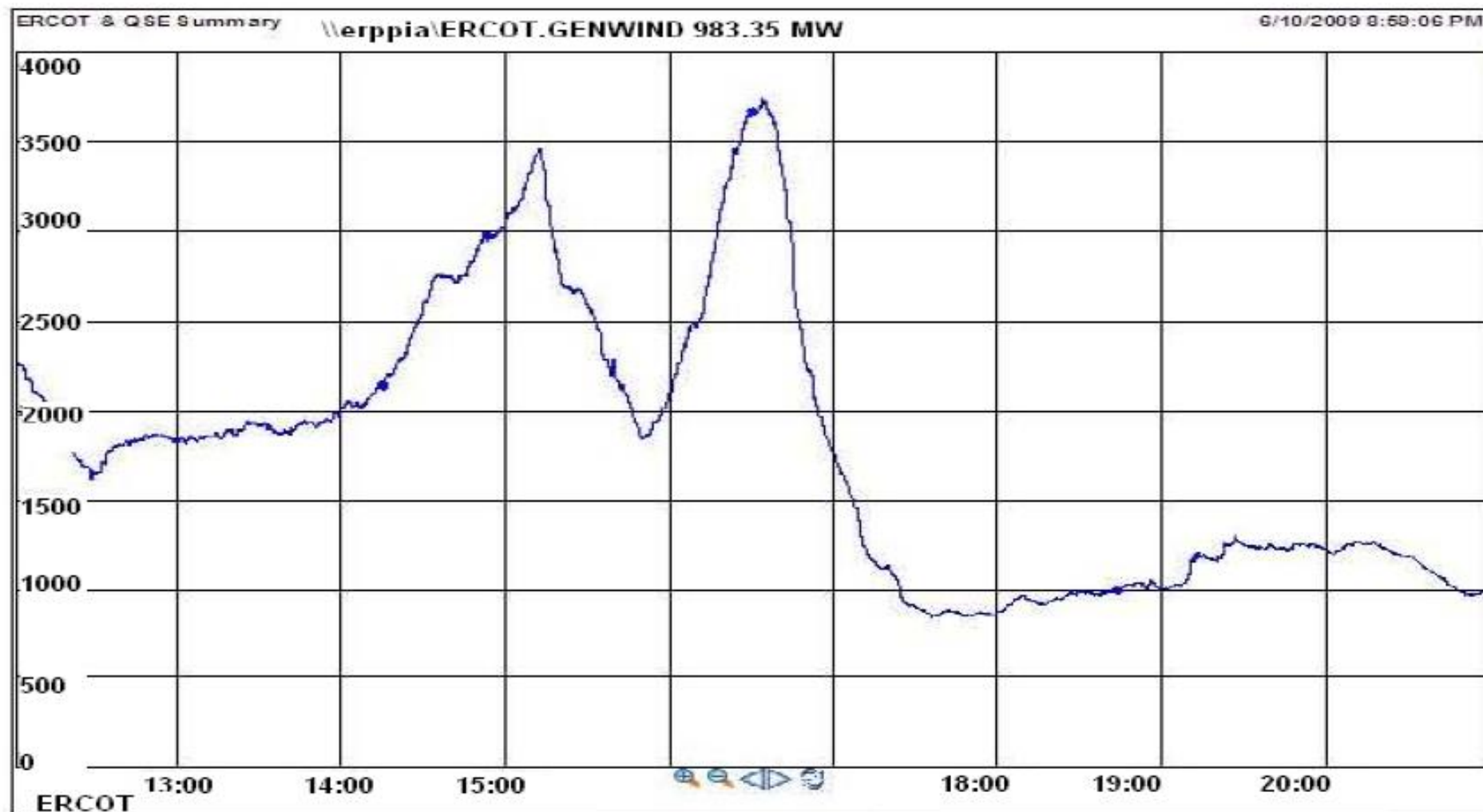
- Attingir a meta de 20% de energia renovável requer 285 GW de capacidade eólica instalada na UE.
- Uma mudança de velocidade do vento de 9 -> 7 m/s pode alterar a potência do sistema em ~100 GW. Tais mudanças na velocidade do vento são dificilmente notáveis e acontecem o tempo todo.



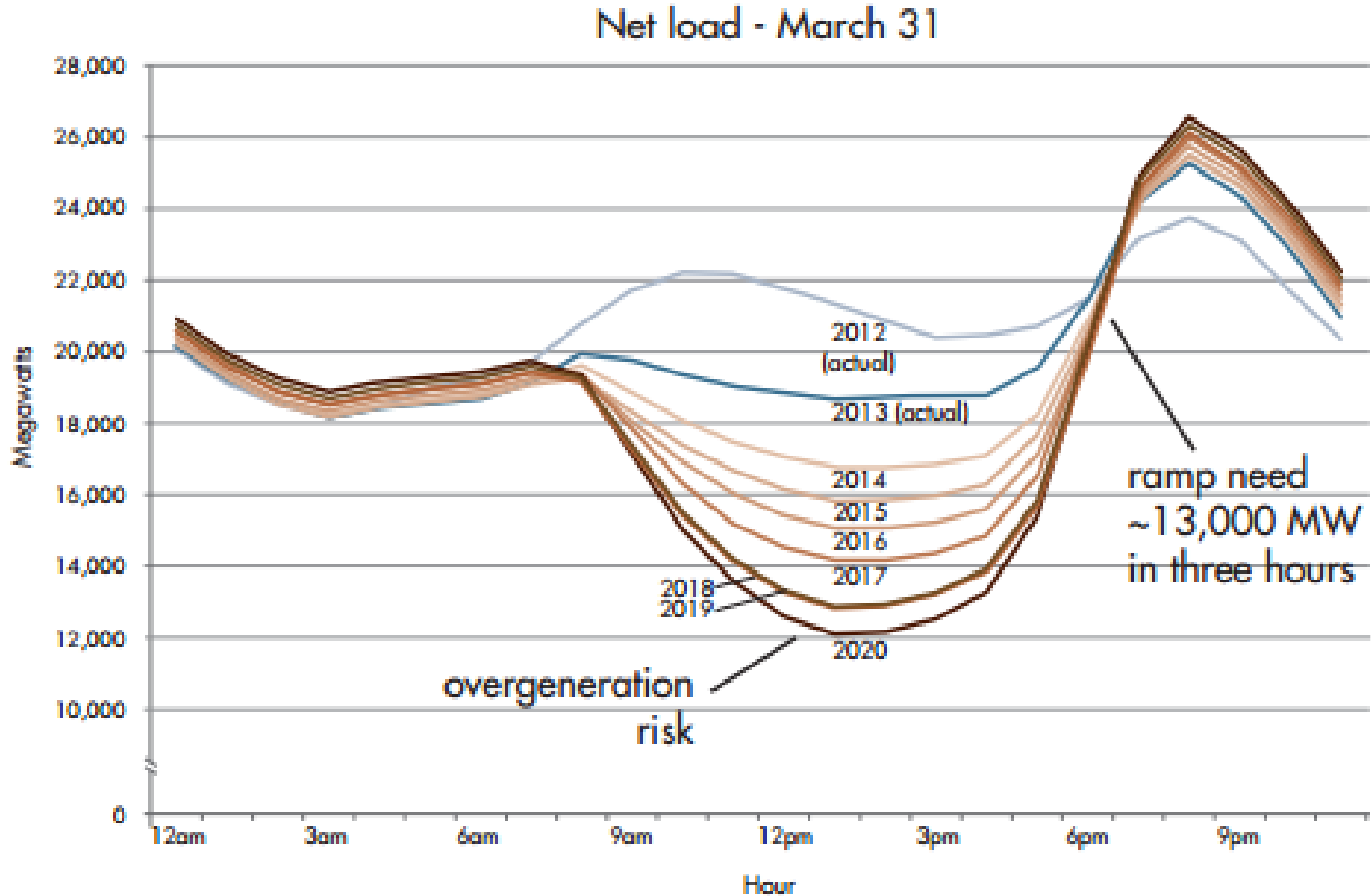
**Figure 2-3a: Wind Increase (18-Apr-09 23:39 to 19-Apr-09 00:39) and Wind Decrease (10-Jun-09 16:35 to 10-Jun-09 17:35).**



O Texas experimenta rampas eólicas de 3.039 MW de aumento e 2.849 de redução em apenas 1 hora.



~3,000 MW em <1h...



Bem vindos a uma reunião do Conselho de uma geradora europeia...



*Que informações eles tinham disponíveis em 2007?*

As soluções que funcionavam no passado podem não funcionar hoje...



The screenshot shows the E.ON website interface. At the top, there is a navigation menu with links for About Us, Business Areas, Sustainability, Careers, Investors, Media, Customers, and Info-Service. The main content area features a press release titled "No economic prospects: Owners of the Irsching 4 and 5 gas-fired power stations announce their closure" dated 03/30/15. The text of the release states that an ownership consortium consisting of E.ON, HSE, Mainova, and N-ERGIE has notified the German Federal Network Agency and network operator TenneT of its plans to shut down Irsching 5, a high-efficiency combined-cycle gas turbine (CCGT). Their plan is to take Irsching 5 offline effective April 1, 2016. E.ON, the sole owner of Irsching 4, likewise notified the Federal Network Agency of its plan to shut down this CCGT effective the same date. The decisions were made because the two CCGTs have no prospect of operating profitably when the current contract with the network operator expires in March 2016. Irsching 5 has a nameplate capacity of 846 megawatts and entered service in 2010. Its fuel efficiency of 59.7 percent makes it one of Europe's most efficient gas-fired power plants.

Qual o modelo de negócios?

Estado da Arte da Termodinâmica!

Discover Thomson Reuters ... Direct

www.tdtnews.com/news/article\_efa76536-36a3-11e7-8b73-034537689093.html

79° Broken Clouds

Sign Up Log In

News Sports Life Classifieds Real Estate Jobs Autos Subscribe Advertising E-Edition Fort Hood Sentinel Business Directory About Us

# Panda Temple I plant files for Chapter 11 bankruptcy

BY CODY WEEMS | TELEGRAM STAFF May 11, 2017



**TDT** Temple Daily Telegram  
13,012 likes

Like Page Share

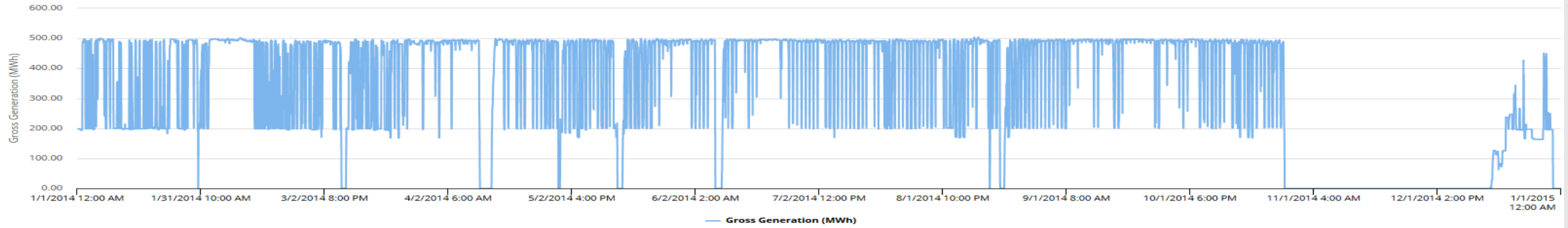
Be the first of your friends to like this

**TDT** Temple Daily Telegram  
4 hours ago

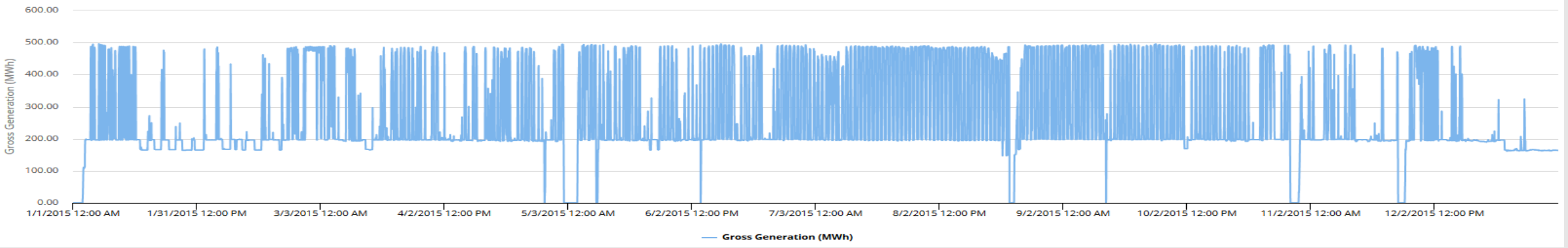
Windows taskbar: 11:41 AM 09/15/2017

2014

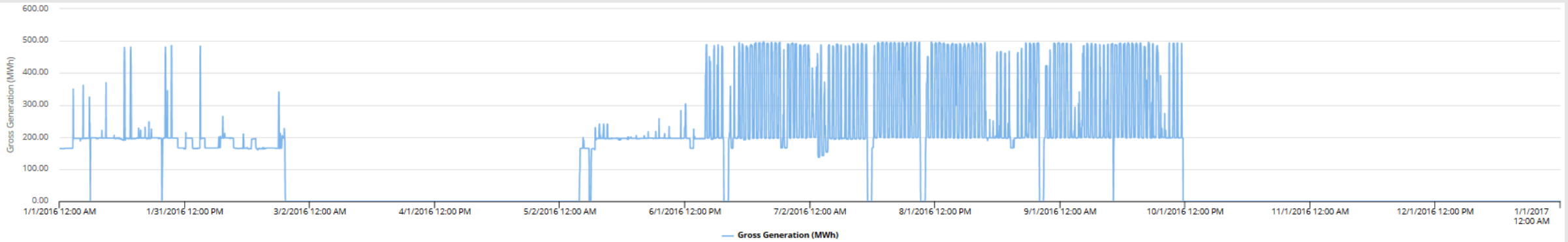
Gibbons Creek ST 1 - Gross Generation (MWh)



2015



2016



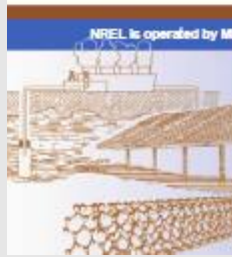
- Sobre a Wärtsilä
- A Grande Transição
- As Consequências
- **O Papel da Flexibilidade**
- Como fica o Brasil





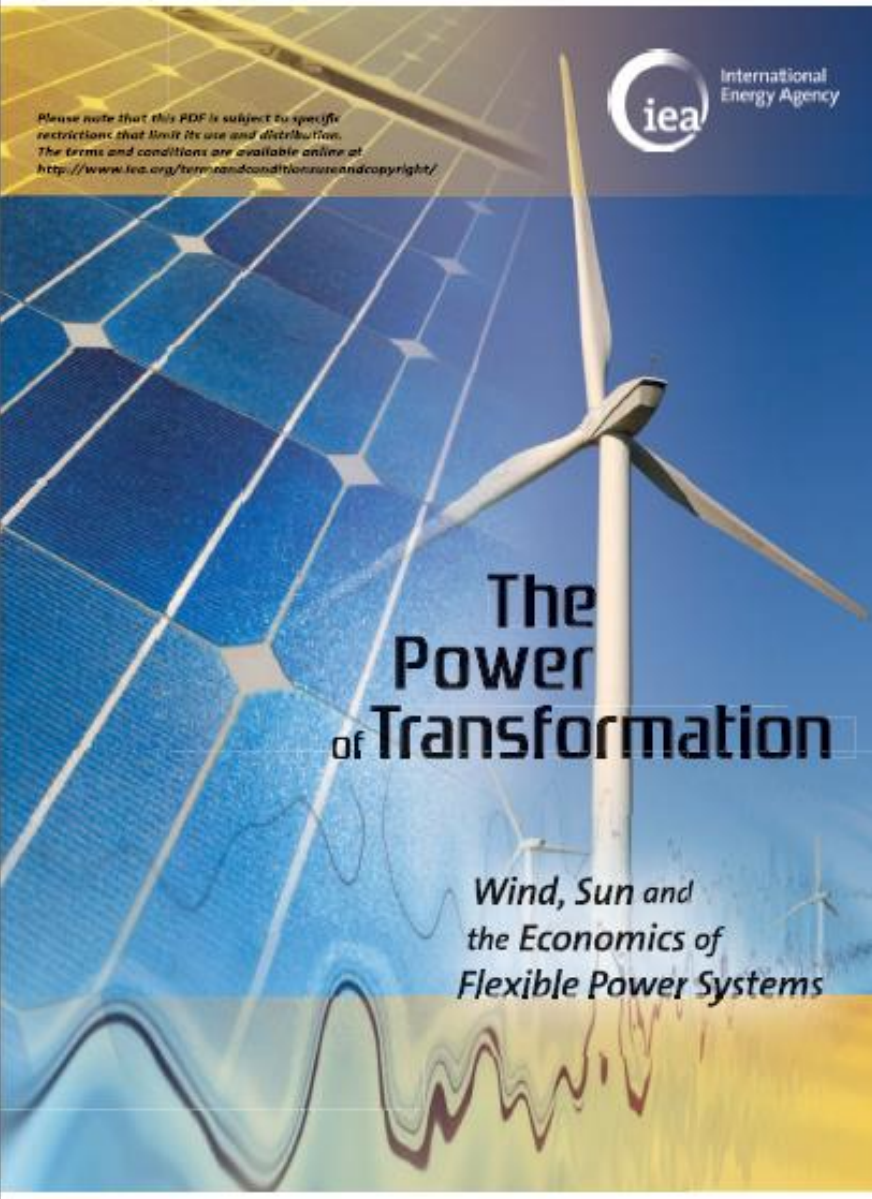
### Grid Imp Variabili from a V United S Preprint

B. Parsons an  
*National Renew*  
J.C. Smith  
*Utility Wind Integ*  
E. DeMeo  
*Renewable Enel*  
B. Oakleaf  
*Excel Energy*  
K. Wolf  
*Minnesota Publi*  
M. Schuenger  
*Energy Systems*  
R. Zavadil  
*EnerNex Corpor*  
M. Ahlstrom  
*WindLogics*  
D. Yen Nakafi  
*California Energ*  
*Presented at the*  
*Athens, Greece*  
*February 27–Ma*



Please note that this PDF is subject to specific restrictions that limit its use and distribution. The terms and conditions are available online at [www.iea.org/termsandconditions/andcopyright/](http://www.iea.org/termsandconditions/andcopyright/)

IEA  
Integrat  
Hydrope  
Volun  
of Wi

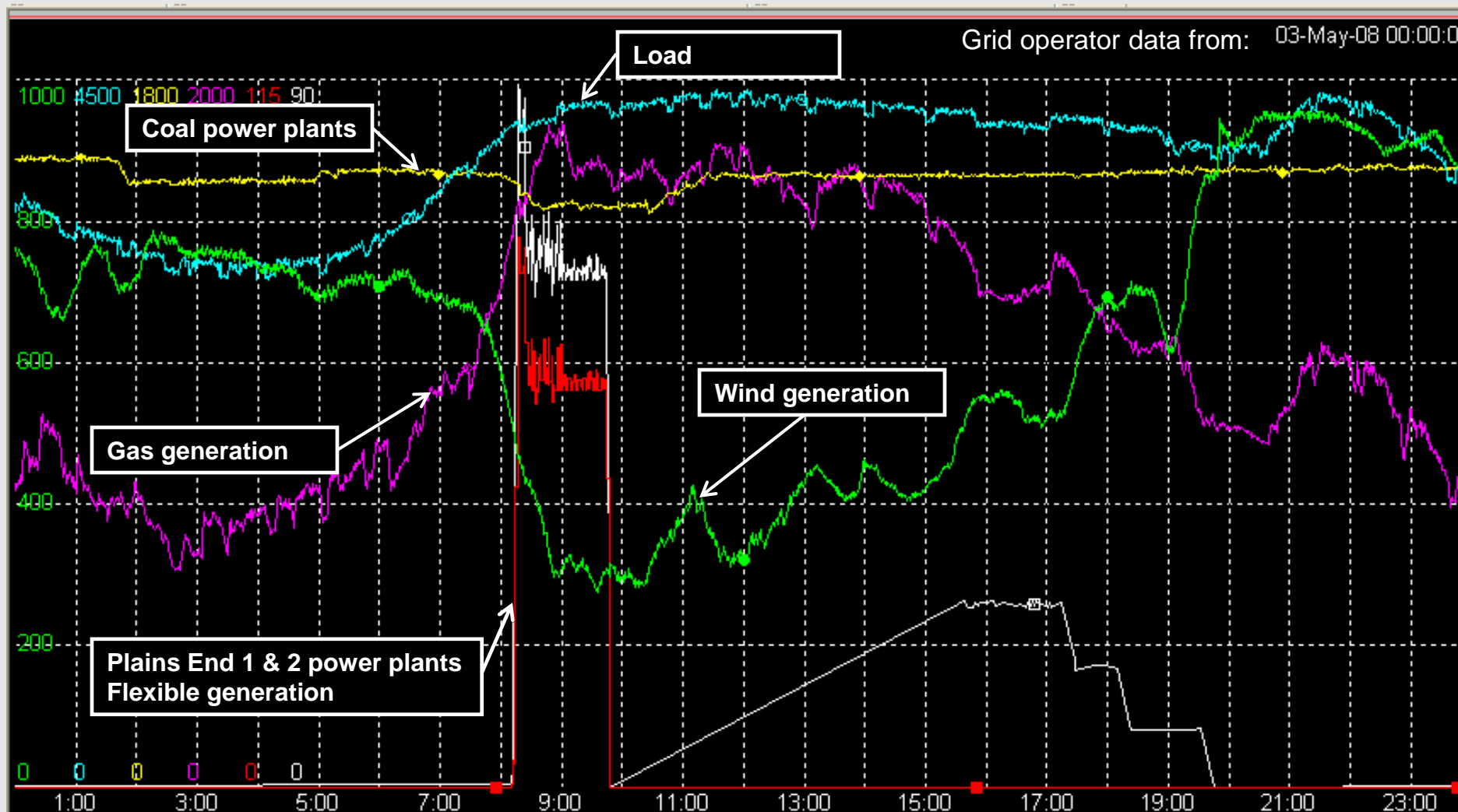


Please note that this PDF is subject to specific restrictions that limit its use and distribution. The terms and conditions are available online at <http://www.iea.org/termsandconditions/andcopyright/>

## The Power of Transformation

*Wind, Sun and the Economics of Flexible Power Systems*



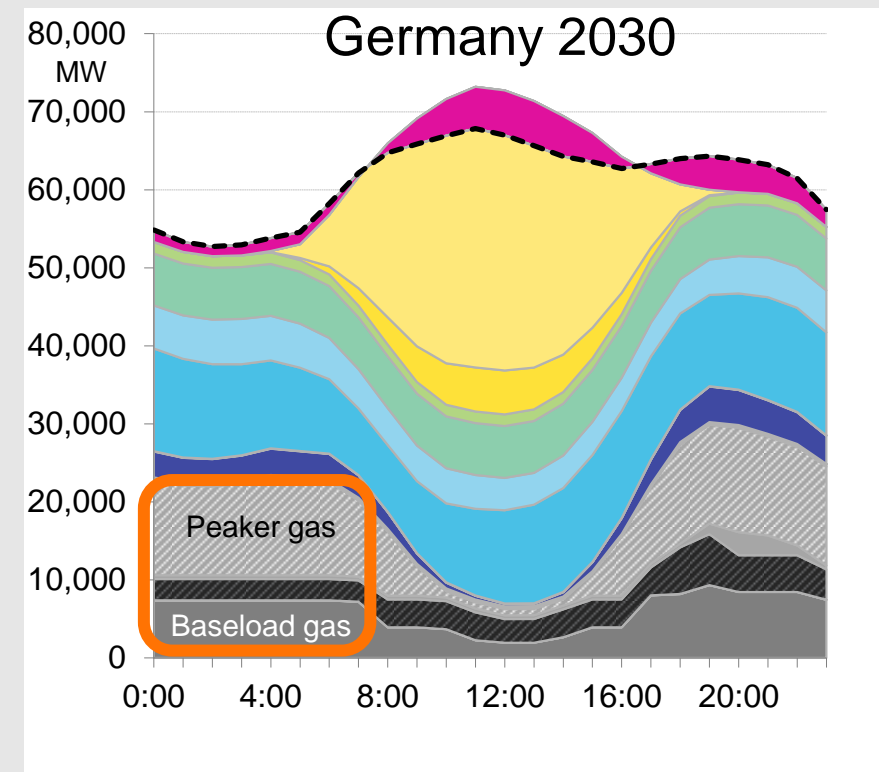
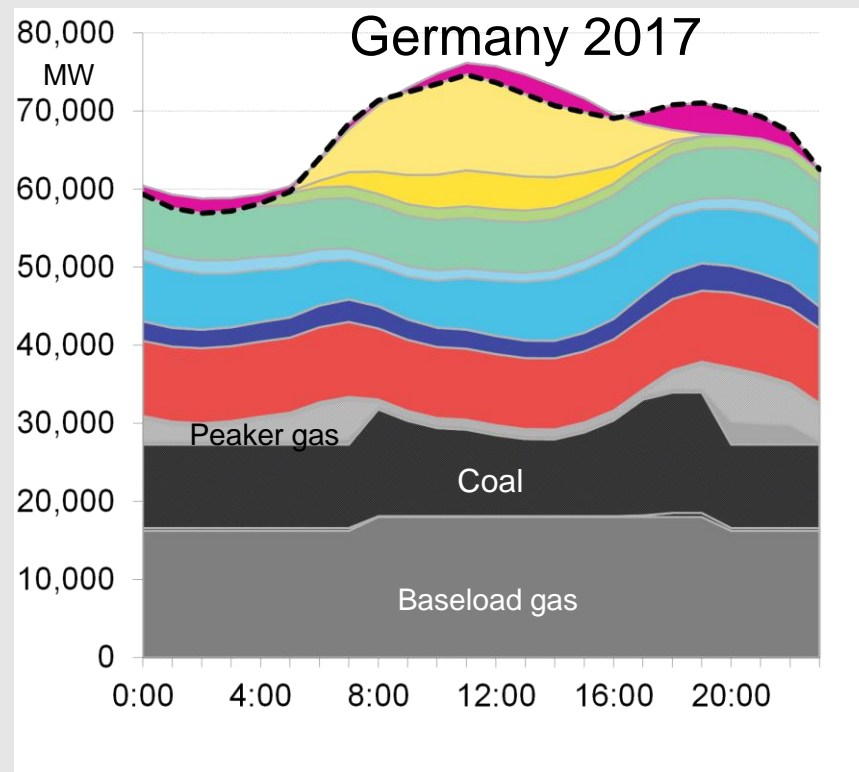


**In systems with high wind penetration, the system faces**

- Lower average load & more part load operation of installed plants
- Faster ramp up's and down's needs
- More starts and stops



- Solar e eólica serão dominantes na adição de capacidade de geração.
- **Gás natural tem papel importante, mas não é normalmente o que as pessoas pensam....**



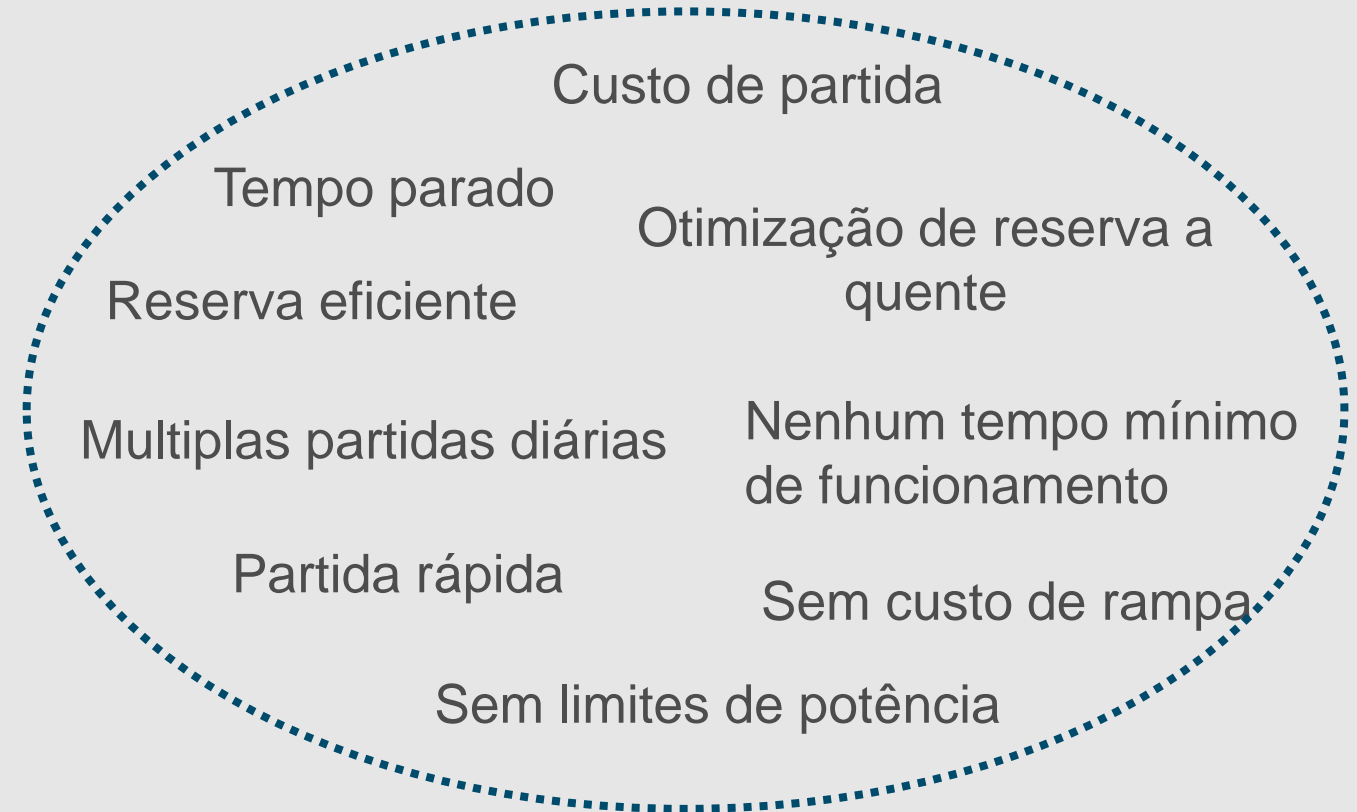
# Parâmetros de flexibilidade que são chave para os sistemas elétricos com alta penetração de renováveis.

Mais de 50 sistemas simulados



★ = PLEXOS study made by Wärtsilä

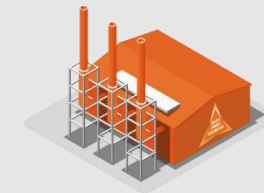
Over 40 countries and systems studied all over the world



# 1192

**Número de partidas da usina de 160 MW fornecida pela Wärtsilä em Antelope (EUA) no ano de 2016.**

- Permitir a plena utilização de energias renováveis – partidas e paradas!
- Balancear o sistema – evitar black-outs!
- Fornecer reservas operacionais.
  - Contingências e reservas de erro em previsões
- Operação típica de uma usina a gás no futuro
  - Partidas e paradas múltiplas vezes por dia
  - Até 3000h de operação por ano
- Operação típica de usinas de armazenamento
  - Serviços ancilares
  - *Energy shifting* quando custos forem mais competitivos



- Sobre a Wärtsilä
- A Grande Transição
- As Consequências
- O Papel da Flexibilidade
- **Como fica o Brasil**



A geração térmica terá dois papéis diferentes:

1. Balanço energético da geração hidráulica

- Tempo de horizonte: semanal / mensal
- Operação dependente dos cenários hidrológicos

2. Balaço da geração eólica e solar

- Tempo de horizonte: minutos
- Plantas localizadas perto da geração intermitente
- Muitos ciclos de operação por dia, seguindo a geração eólica e solar
- Horas de operação anual: 1500 a 3500 horas



Instalando uma quantidade adequada de geração flexível no sistema para permitir uma utilização eficiente das energias renováveis, o Brasil pode evitar os problemas da UE e dos EUA.

Mama always said:  
Life was like a box of chocolates.  
You never know what you're gonna get."

- Forrest Gump



*[gabriel.cavados@wartsila.com](mailto:gabriel.cavados@wartsila.com)*