



Operador Nacional
do Sistema Elétrico

Visão do Operador sobre o papel do armazenamento de energia no Sistema Interligado Nacional

Angela Barbosa Greenhalgh
Gerência de Estratégia e Inovação - EI
Diretoria Geral - DGL

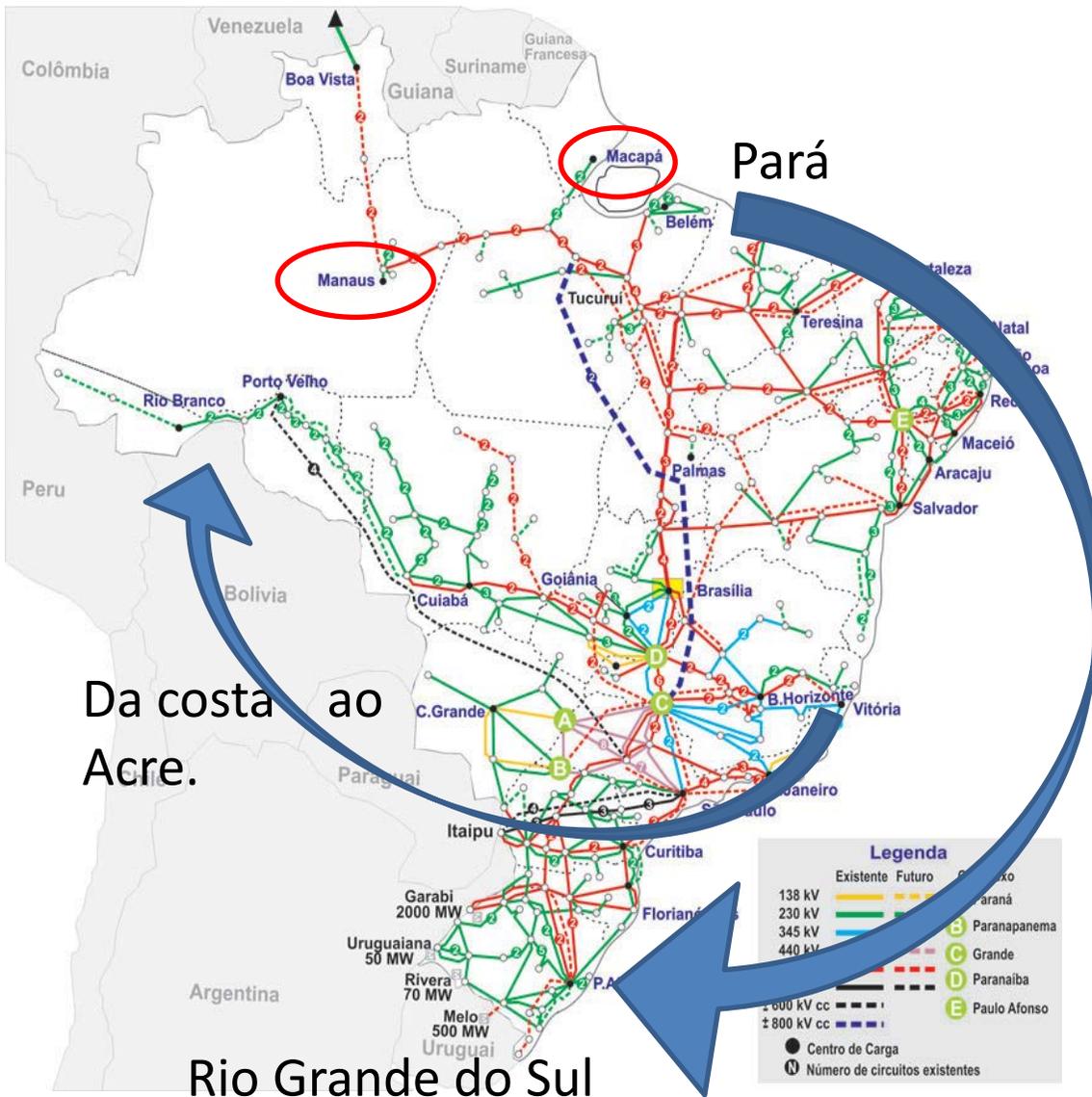
São Paulo, 20/03/2018



Conhecendo o Sistema Interligado Nacional - SIN

Características Gerais do SIN

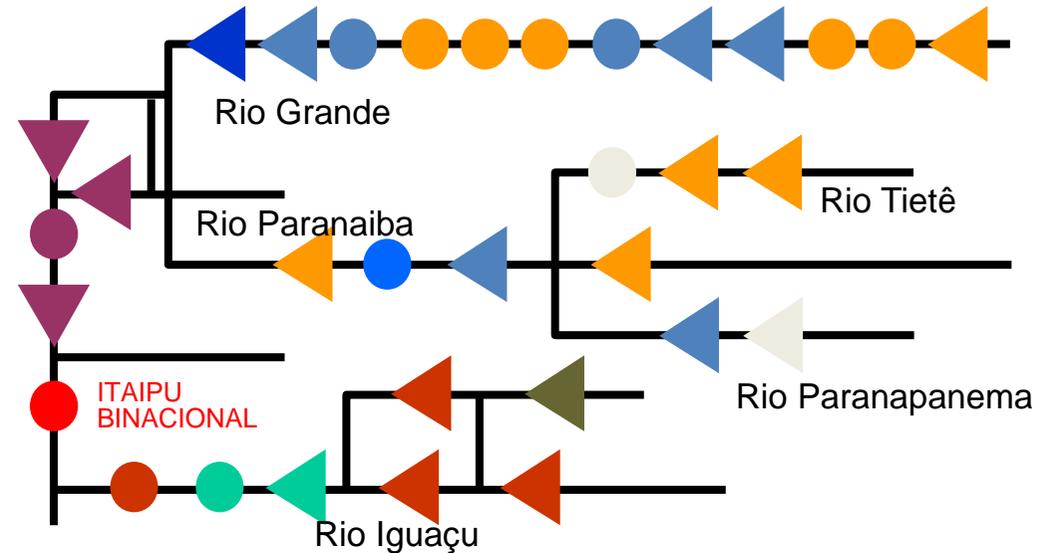
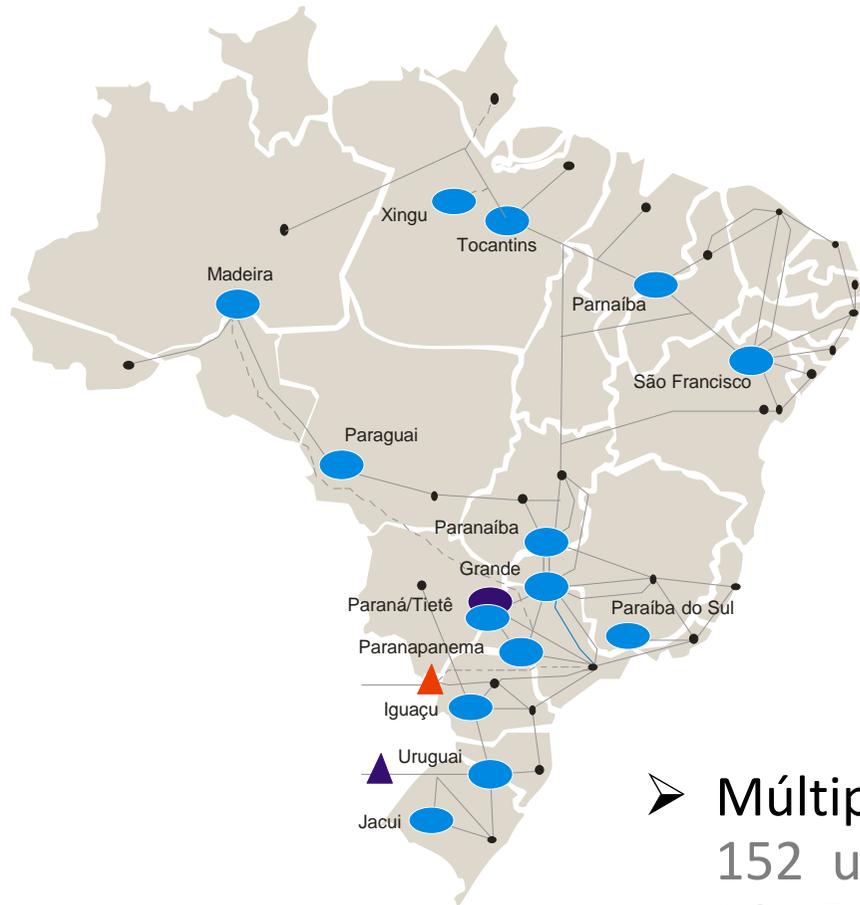
- O SIN cobre quase todo o território nacional.
- O SIN atende a praticamente todo o consumo de energia elétrica do país. (574,3 TWh em 2017, demanda máx 85,3 GW em Fevereiro de 2017).
- Geração hidroelétrica predominante: em torno de 68% em 2017.
- Geração térmica complementar com diversas fontes: nuclear, carvão, gás natural, óleo combustível, diesel e biomassa: em torno de 23% em 2017.
- Geração de energia renovável não convencional: eólica e solar – em torno de 9% em 2017.



Fonte: site do ONS

Características da Produção Hidráulica

Integração de Bacias

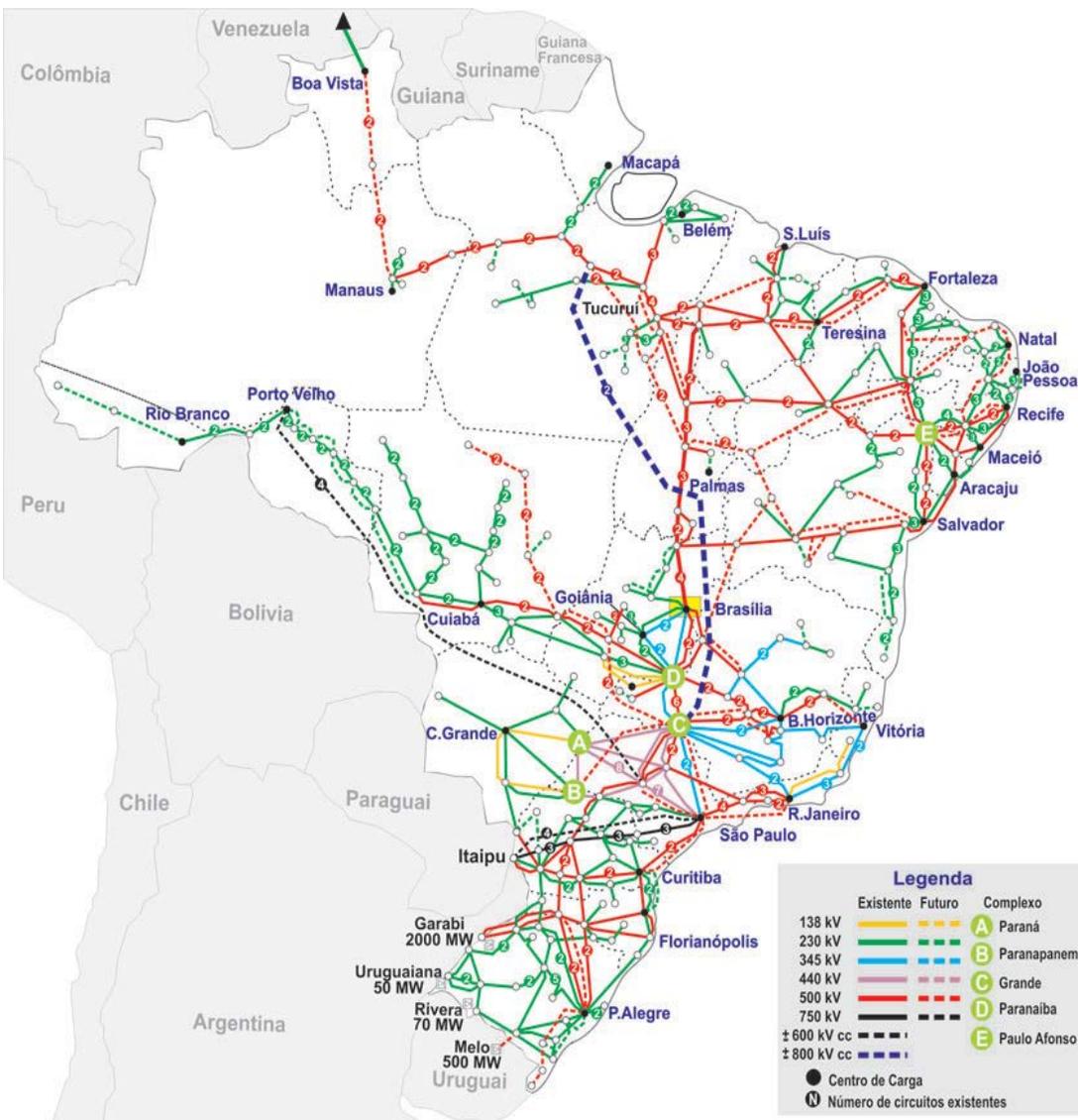


- **Múltiplos proprietários:** 57 empresas públicas e privadas têm 152 usinas hidro (> 30 MW) em 16 bacias hidrográficas → 101.598 MW (dez/2016).
- Atualmente: 69 usinas com reservatório (regulação mensal ou acima), 85 a fio d'água e 4 usinas de bombeamento.
- **Interdependência entre usinas e bacias para produção é a base para a coordenação centralizada da operação do SIN.**

Fonte: site do ONS

Importância Estratégica da Transmissão

- Rede Básica tem múltiplos proprietários : 117 agentes
- Além da função transporte de energia das usinas aos centros de carga, a transmissão permite:
 - a otimização econômica do uso dos recursos energéticos do SIN
 - melhoria da segurança elétrica



Extensão de linhas de transmissão ≥ 230 kV (km)

2017: ~ 135.000 km

2019: 154.748 km (previsão)

Fonte: site do ONS



Como o ONS atua no SIN: base legal e instalações

Estrutura Legal

Art. 16 da Lei 9.648/98 (com redação dada pela Lei 10.848/04), regulamentado pelo Decreto nº 5.081/04.

Operador Nacional do Sistema Elétrico

Pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, sob regulação e fiscalização da ANEEL.

O ONS não possui nenhum ativo de geração, transmissão ou distribuição de energia.

A gestão centralizada da operação do SIN garante a segurança da operação ao menor custo.

Missão

Operar o Sistema Interligado Nacional de forma integrada, com transparência, equidade e neutralidade, de modo a garantir a segurança, a continuidade e a economicidade do suprimento de energia elétrica no país.

Em mudança
Planejamento Estratégico do
ONS

Área de Atuação do ONS

Sistema Interligado

≈ 260 usinas ≥ 30 MW

> 1.200 unidades geradoras

128 Agentes

Geração

- Operação sistêmica pelo ONS
- Operação das instalações pelas empresas de G & T

Rede Básica de Transmissão

Cerca de 135.000 km de LTs de 230kV e acima

117 Agentes

Transmissão

Mais de 1.000 pontos de conexão entre a Rede Básica e a Distribuição

Distribuição + Consumidores Livres

574,3 TWh
Carga de energia em 2017

85,283 MWh/h
Demanda máxima em 2017
20/02/2017 às 14:00 h

97 Agentes

Consumo

- Operação pelas empresas de D
- Abastecimento no varejo

- Fiscalização pela ANEEL

(*) Número total é 329. Alguns agentes são empresas verticalizadas

Recursos e Instalações do ONS

Número de empregados:
790

COSR-NE



Recife
Núcleo N/NE

COSR-SE



Rio de Janeiro
Escritório Central

COSR-S



Florianópolis
Núcleo Sul



Brasília



CNOS/COSR-NCO



As Fontes de Energia do SIN

Capacidade Atual e Futura do SIN – 2017 a 2022

Tipo	2017		2022		Crescimento 2017-2022	
	MW	%	MW	%	MW	%
Hidro	105.165	67,9	114.295	66,3	9.130	8,7
Nuclear	1.990	1,3	1.990	1,2	-	-
Gás / LNG	12.597	8,1	15.847	9,2	3.250	25,8
Carvão	3.138	2,0	3.483	2,0	345	11
Óleo/ Diesel	4.732	3,1	4.732	2,7	-	-
Biomassa	13.193	8,5	13.300	7,7	107	0,8
Outros ⁽¹⁾	780	0,5	980	0,6	200	25,6
Vento	12.298	7,9	15.043	8,7	2.745	22,3
Solar	914	0,6	2.708	1,6	1.794	196,3
Total	154.807	100	172.378	100	17.571	11,4

(1) Biomassa com CVU

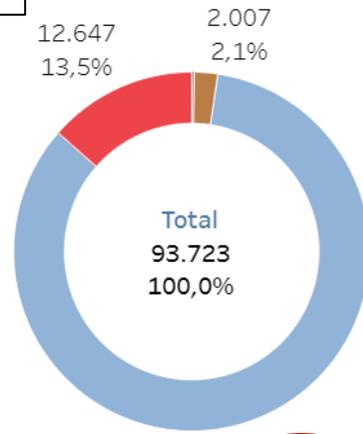
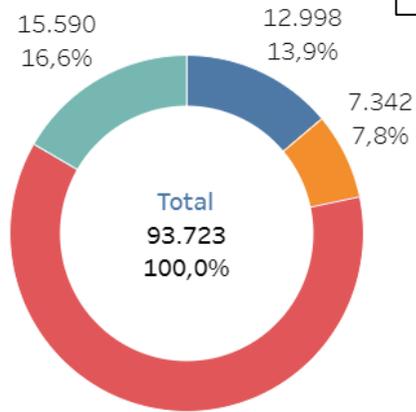
Fonte: ONS – Capacidade Instalada e Participação por Fonte (MW e %)

EVOLUÇÃO DA FONTE HÍDRICA X EVOLUÇÃO DAS FONTES INTERMITENTES...

Geração Hidroelétrica

Capacidade Instalada (MW) por Subsistema Capacidade Instalada (MW) por Tipo de Usina

2007



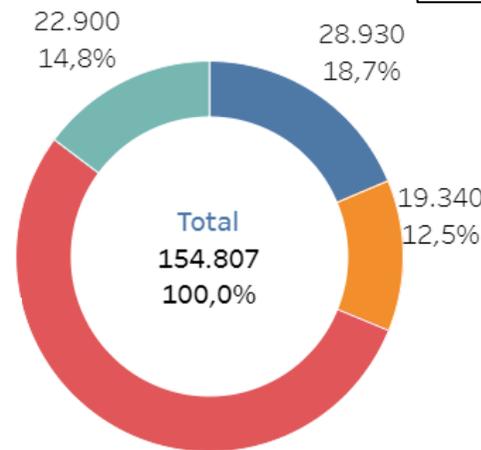
- Eólica
- Nuclear
- Hidroelétrica
- Térmica

84,1

- Nordeste
- Norte
- Sudeste/Centro-Oeste
- Sul

Capacidade Instalada (MW) por Subsistema Capacidade Instalada (MW) por Tipo de Usina

2017



- Sul
- Nordeste
- Norte
- Sudeste/Centro-Oeste

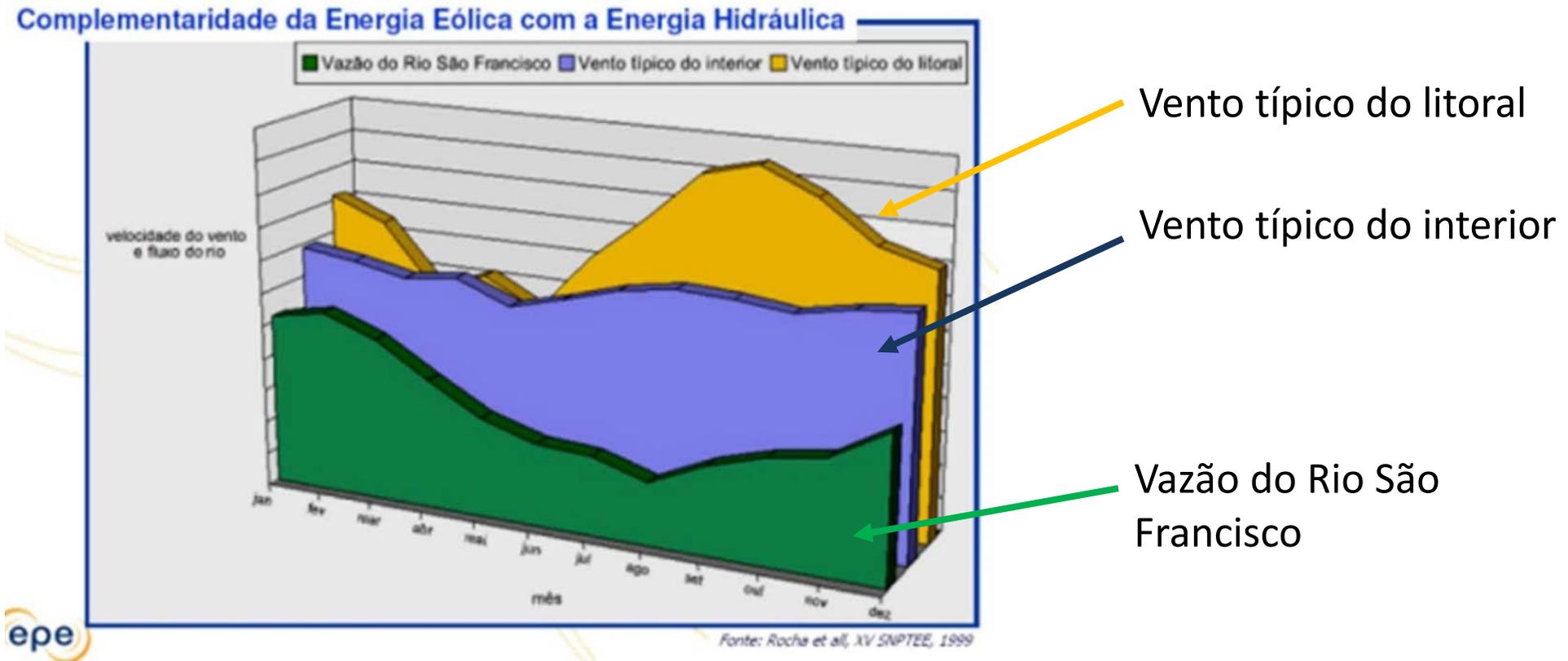
- Eólica
- Nuclear
- Hidroelétrica
- Solar
- Térmica

8,5%

67,9

Geração Hidroelétrica

- Geração Hidroelétrica é um recurso que mitiga a variabilidade das eólicas.
- Hidroelétrica tem complementação com a Eólica, mas...



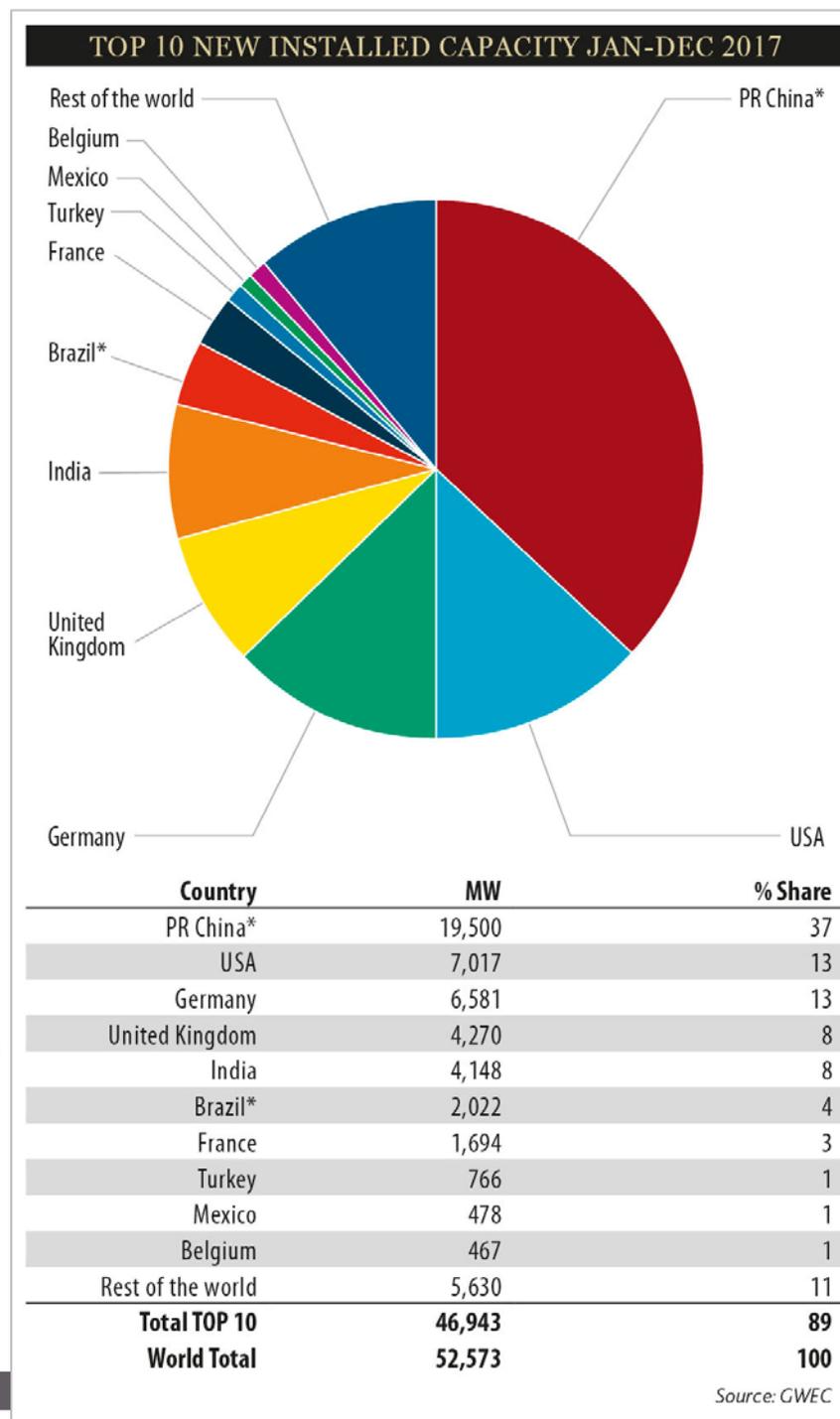
Limitação da geração hidráulica - Vazão mínima no Rio São Francisco (atualmente 550 m³/s, no passado 1300 m³/s)

Geração Hidroelétrica

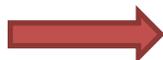
- Há restrições ambientais e regionais para a construção de novas usinas hidroelétricas com reservatórios.
- Questões Climáticas.
- Menor Capacidade de Regularização de nossas usinas.

E A GERAÇÃO EÓLICA...

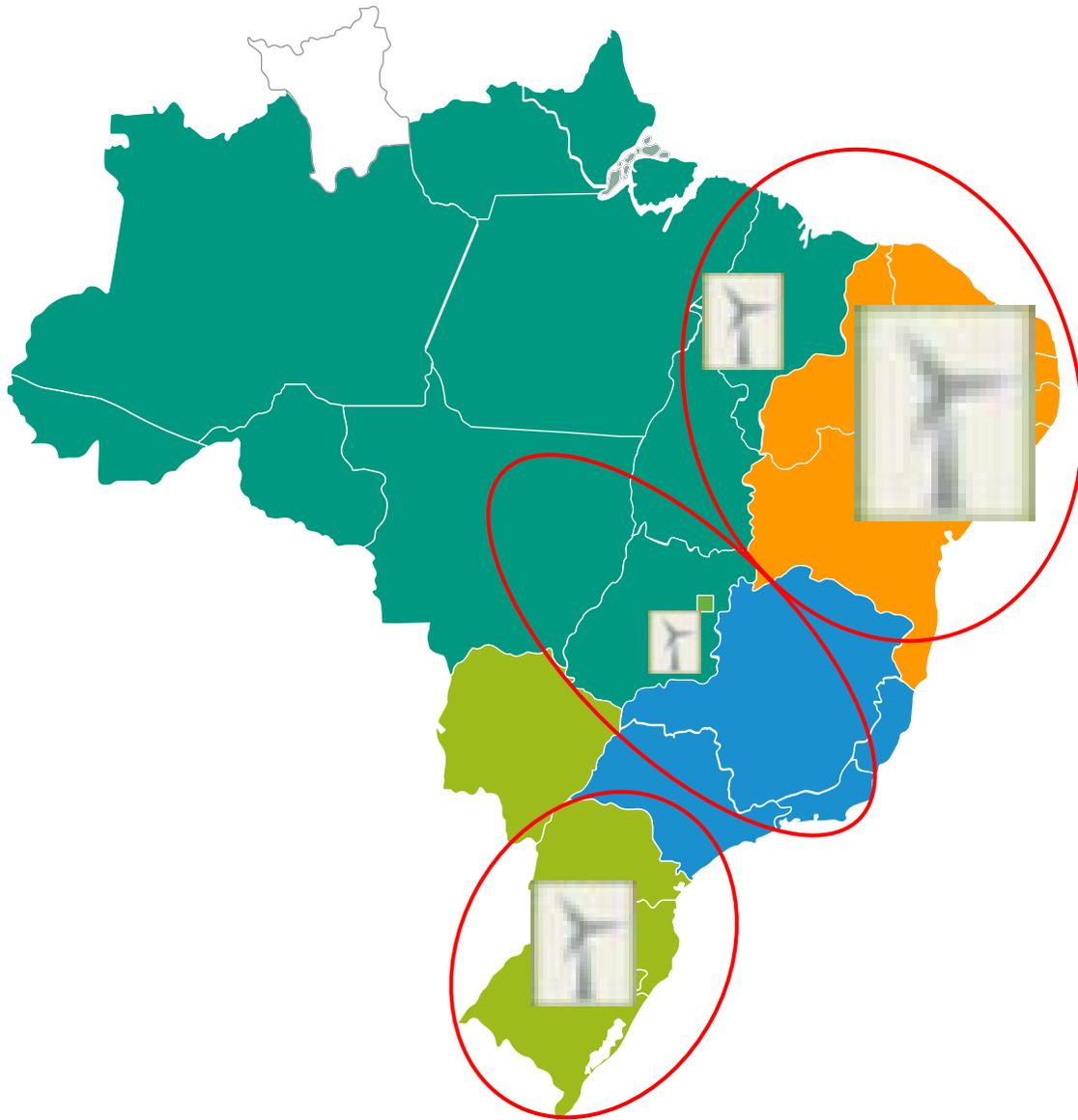
Participação da energia eólica no mundo



Brasil: Em 6o lugar no mundo



A Geração Eólica no Brasil



Capacidade Instalada em Dez 2017:

- Norte: 221 MW
- Nordeste: 10.031 MW
- Sudeste / Centro-Oeste: 27 MW
- Sul: 2019 MW

Particularidades da Geração Eólica

Geração Eólica Como Fonte de Energia (Nordeste)

Há uma característica sazonal, com a geração mensal variando durante o ciclo anual:

Os maiores valores de geração ocorrem no 2º semestre do ano - período seco dos rios e bacias

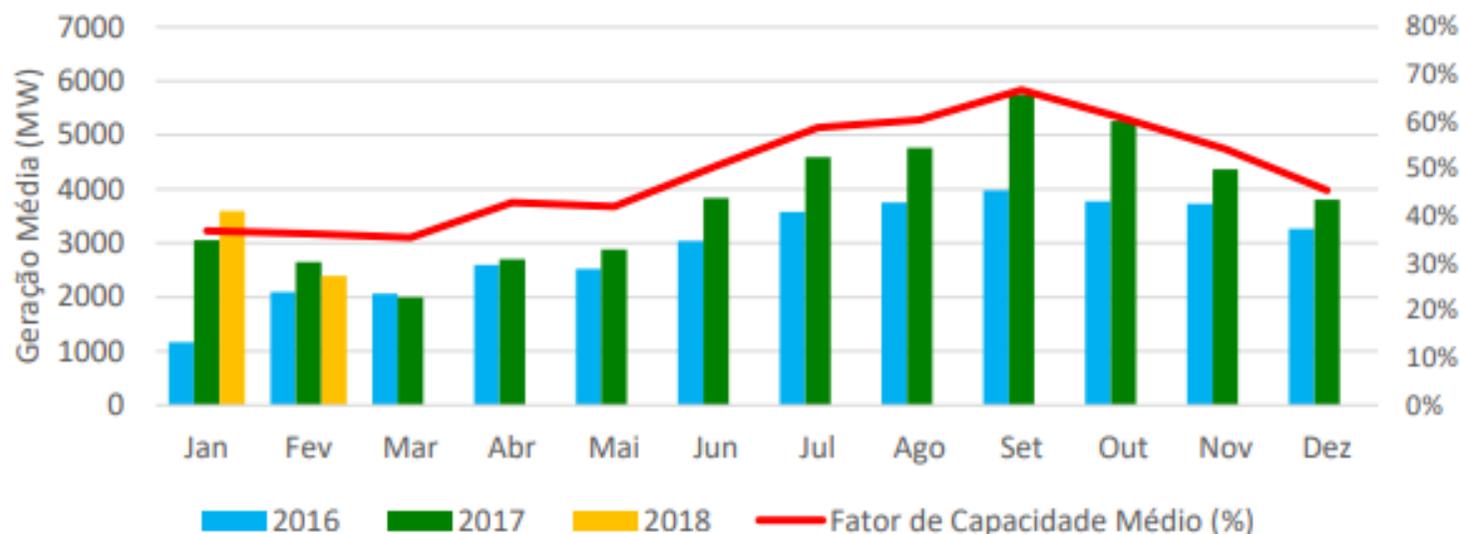
A geração mensal é mais previsível do que a geração diária e horária

A produção anual das eólicas tem previsibilidade o que pode reduzir a necessidade por geração térmica e hidráulica

Este benefício é tão maior quanto maior for o volume de geração eólica

Particularidades da Geração Eólica: Exemplo Região Nordeste

Geração Eólica no Nordeste (MWmed)



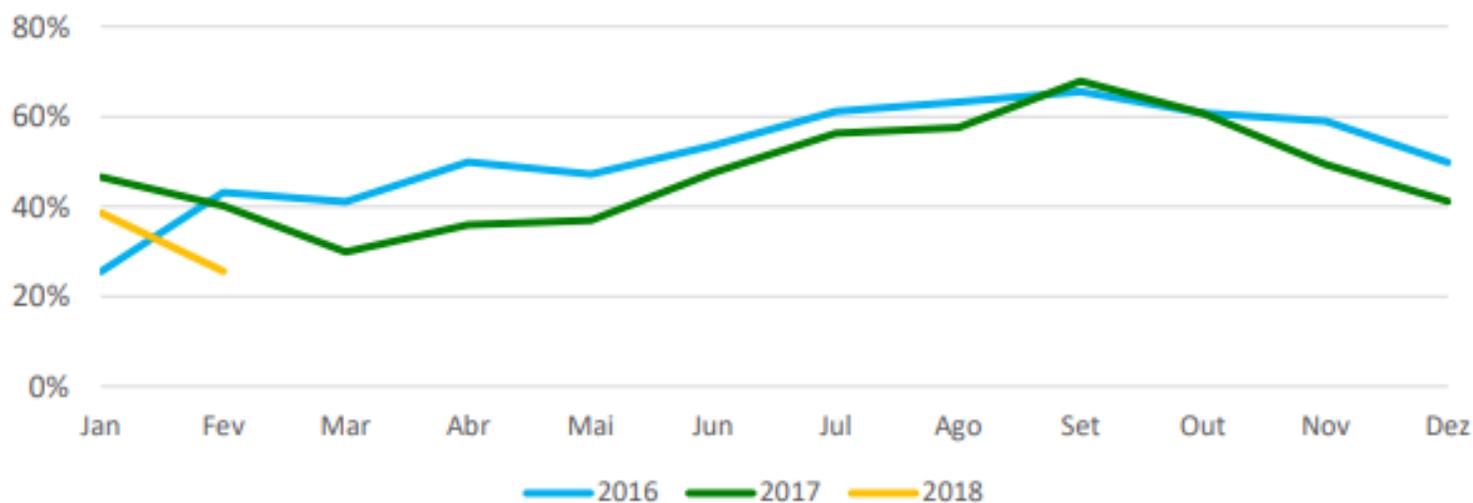
Geração eólica do Nordeste nos últimos 3 anos em periodicidade mensal e fator de capacidade médio a cada mês.

O fator de capacidade é calculado como a relação entre geração média e a potência instalada.

Histórico do fator de capacidade médio em periodicidade mensal nos últimos 3 anos.

O fator de capacidade é calculado como a relação entre geração média mensal e a potência instalada a cada mês.

Fator de Capacidade Médio no Nordeste (%)



POR OUTRO LADO....

Particularidades da Geração Eólica

Geração Eólica Como Fonte de Potência (Nordeste)

Há uma grande variabilidade durante o dia:

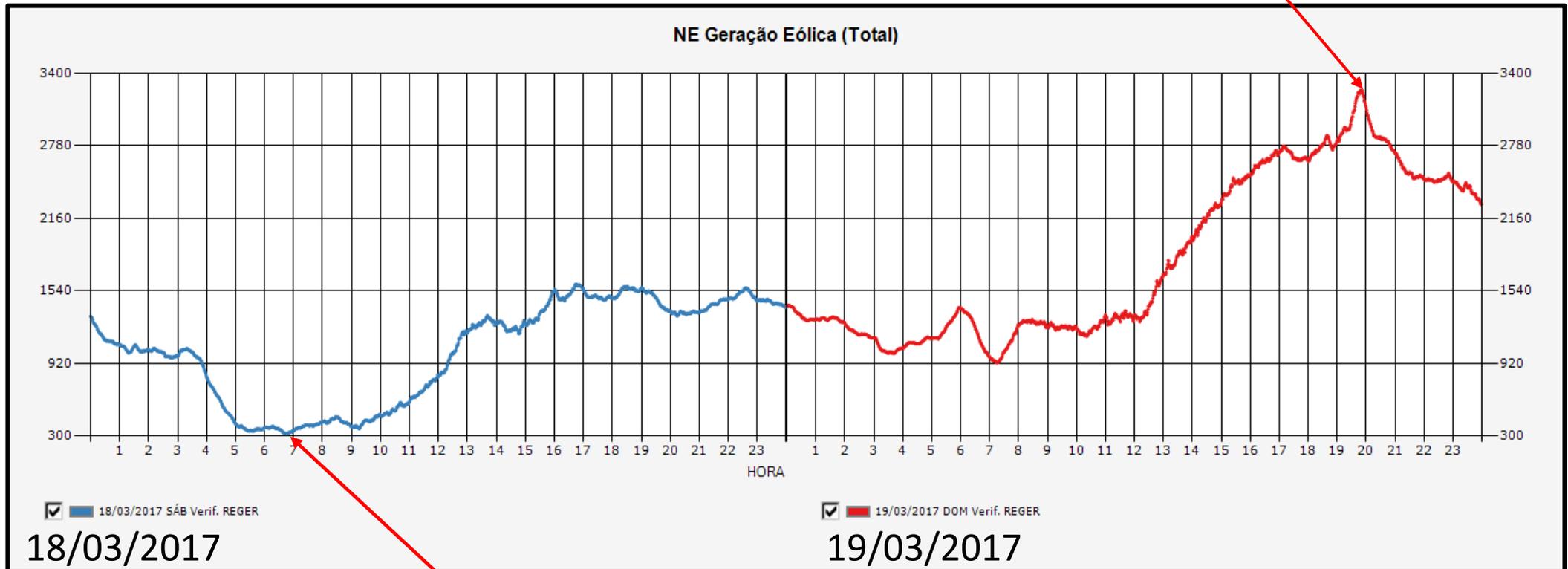
A máxima e a mínima geração podem ocorrer a qualquer momento do dia

A EOL causa impactos dificuldades operativas no sistema elétrico o que requer medidas estruturais e operacionais

Particularidades da Geração Eólica: Exemplo Região Nordeste

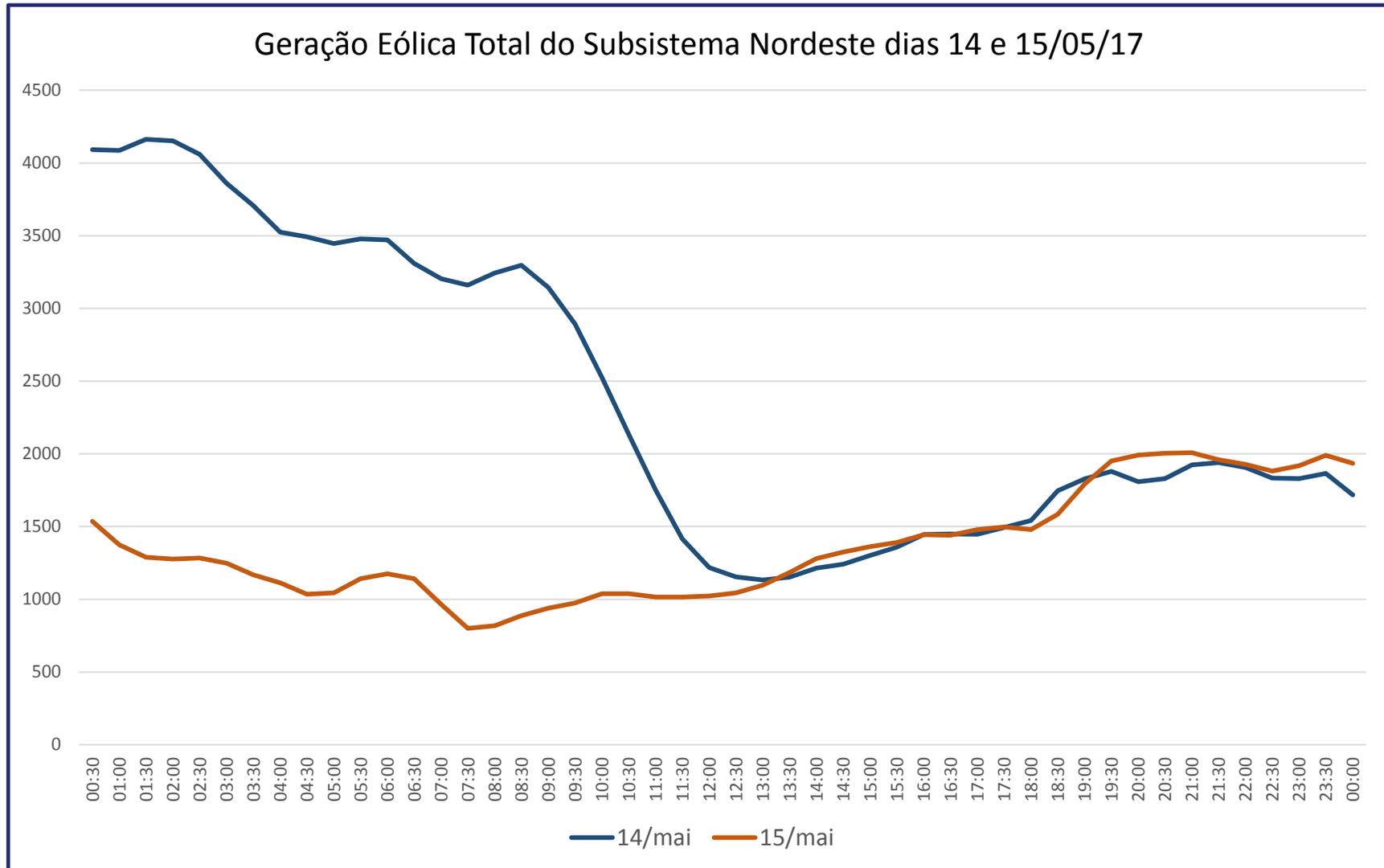
Variação da geração eólica do Nordeste

3.257 MW (FC = 43%)



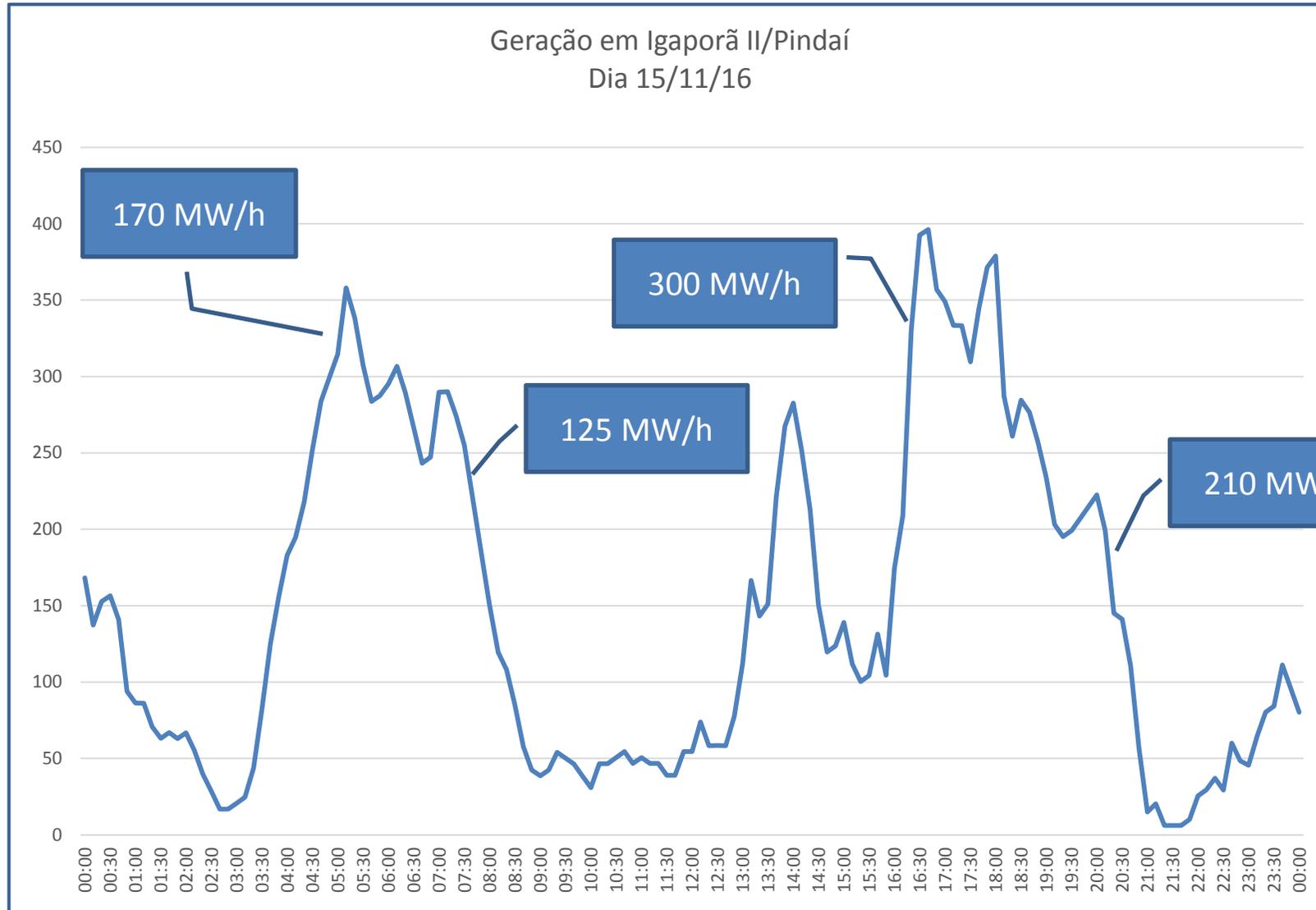
334 MW (FC = 4%)

Particularidades da Geração Eólica: Exemplo Região Nordeste



Particularidades da Geração Eólica: Exemplo Região Nordeste

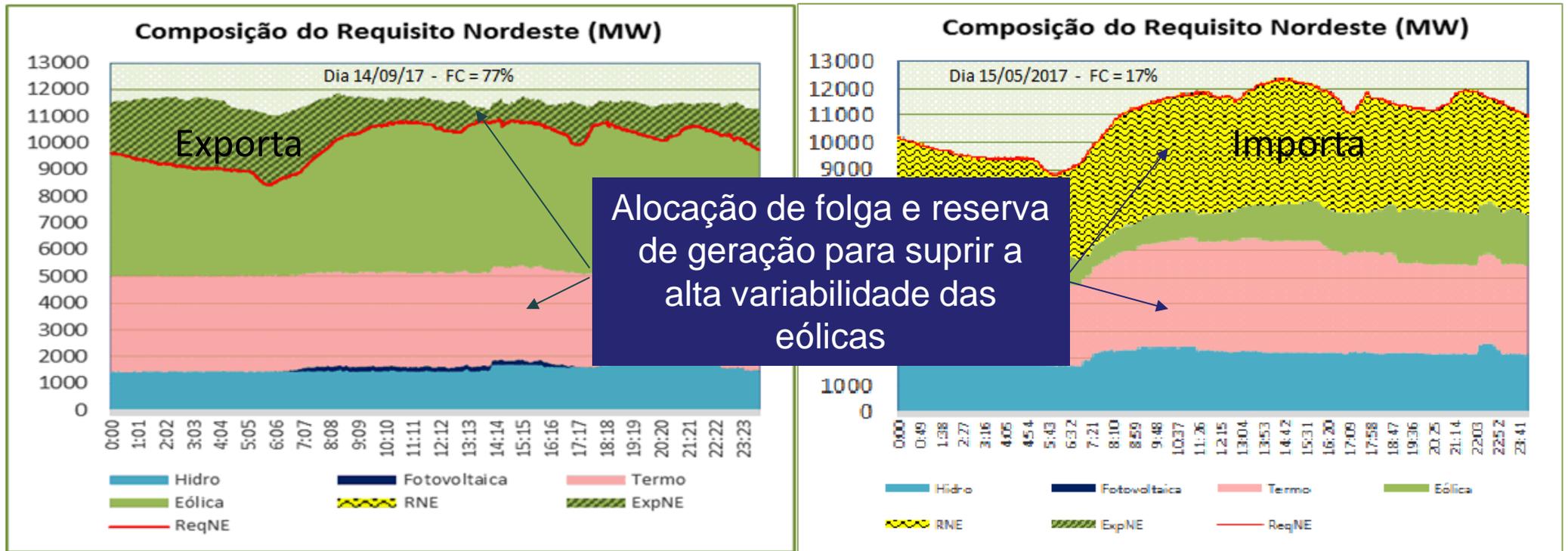
Variabilidade



Particularidades da Geração Eólica: Exemplo Região Nordeste

Dia 14/09/2017 FC = 77%

Dia 15/05/2017 FC = 17%



A variabilidade e a baixa previsibilidade podem provocar grande variação de fluxo nas interligações.

Notícia Canalenergia de 13/03/2018

A pedido do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) aprovou nesta terça-feira, 13 de março, abertura de audiência pública para revisar os Submódulos 10.6 e 23.3 (tratam, respectivamente, do controle da geração e das diretrizes e critérios para estudos elétrico).

A revisão servirá para atender à aplicação de nova metodologia para dimensionar a Reserva de Potência Operativa do Sistema Interligado Nacional em virtude do crescimento de geração eólica.

A RPO visa manter capacidade para atender desequilíbrios no balanço carga-geração. Com o crescimento da participação eólica, a metodologia de RPO constante dos procedimentos de rede precisa ser revista para fazer frente à variabilidade dessa geração.

Particularidades da Geração Eólica

Impactos para a operação

Controle de Cheias

Controle de Tensão

Controle de Geração

Controle de Frequência

Controle de Carregamento



Coordenação de Recomposição

Gerenciamento de Carga

Controle da Reserva de Potência

Controle de Intervenções

Controle de Limites Operativos

Principais Produtos da Operação em Tempo Real

Particularidades da Geração Eólica

Consequências imediatas e estratégicas:

- Aperfeiçoamento dos métodos e das ferramentas tradicionais usados no planejamento e operação dos sistemas elétricos
- Aprimoramento dos procedimentos e requisitos para conexão dessas fontes aos sistemas elétricos
- Melhoria dos métodos e ferramentas para previsão de vento e da geração eólica



FLEXIBILIDADE

ADAPTABILIDADE



Reflexões sobre Armazenamento – uma visão de futuro

O QUE ESPERAR E COMO LIDAR COM AS VARIAÇÕES DAS FONTES INTERMITENTES?

COMO MINIMIZAR, POR EXEMPLO, AS DIFICULDADES OPERATIVAS CAUSADAS PELA GERAÇÃO EÓLICA COMO FONTE DE POTÊNCIA E MAXIMIZAR SEUS BENEFÍCIOS COMO FONTE DE ENERGIA?

TENDÊNCIA DE REDUÇÃO DO % DE CAPACIDADE INSTALADA DE HIDROELÉTRICAS

COMO ENCARAR AS MUDANÇAS NA OPERAÇÃO E SEUS DESAFIOS?

NESSE CONTEXTO HÁ ESPAÇO PARA TECNOLOGIAS DE ARMAZENAMENTO?

Notícia site da ANEEL de 28/03/2017

“A Aneel aprovou hoje (28) as avaliações iniciais de 11 propostas de projetos de P&D submetidas à Chamada do Projeto de P&D Estratégico nº 21/2016, cujo objetivo é o desenvolvimento de projetos para avaliação e inserção de sistemas de **armazenamento de energia no setor elétrico brasileiro**, de forma integrada e sustentável, e criar condições para o desenvolvimento de base tecnológica, propriedade intelectual (patentes) e infraestrutura de produção nacional.”

Propostas contempladas:

- baterias de íon de lítio;
- baterias de chumbo-ácido, hidrogênio;
- usinas reversíveis;
- estocagem de ar comprimido em cavernas de sal

Site da EPE

Baterias:

- Dispositivos de armazenamento energético podem ser úteis para balancear as flutuações das fontes renováveis intermitentes.
- O conceito é armazenar a energia excedente em períodos de abundância de geração para utilizá-la posteriormente, em períodos de ponta ou em intervalos de baixa geração.
- As baterias, impulsionadas pelo desenvolvimento do veículo elétrico, tiveram grande avanço tecnológico nos últimos anos e ainda têm potencial para redução de custos. A depender dessa redução e com a vantagem de implantação em várias escalas, as baterias podem vir a ser utilizadas como **fonte de armazenamento para o sistema elétrico tanto no nível da oferta como ferramenta de resposta à demanda**.
- A EPE tem estudado as diversas tecnologias de armazenamento e suas possibilidades para o SIN e sistemas isolados.

Reflexões

No Mundo

Relatório do CIGRÉ Grupo C6.30, de março de 2018:

“ The Impact of battery energy storage systems on distribution network”

Conclusões do relatório

- O Armazenamento é fator chave para promover flexibilidade e dar suporte à integração das fontes renováveis.
- O Armazenamento permite balancear a geração centralizada e distribuída e contribuir para a segurança energética.
- O Armazenamento irá complementar a resposta da demanda, a flexibilidade na geração e proporcionar alternativas de expansão da rede.
- O Armazenamento pode contribuir para a descarbonização de outros setores da economia e apoiar a integração de maiores quantidades de energia renovável em transportes, edifícios ou indústria.
- A contribuição que o armazenamento de energia pode fazer para o sistema de energia está sendo reconhecido na maioria dos países ao redor do mundo

Obs: Os países estudados têm em sua maioria geração térmica e eólica. No Brasil temos como fonte predominante a geração hidroelétrica

Reflexões

No Mundo

Relatório do CIGRÉ Grupo C6.30, de março de 2018:

“The Impact of battery energy storage systems on distribution network”

Conclusões do relatório

- Principais usos da bateria nos sistemas de distribuição (exemplos do relatório):
 - “Energy arbitrage”: Mercado
 - Serviços ancilares (regulação de tensão e frequência, qualidade de energia, reserva girante, minimização de oscilações no Sistema)
 - Balanceamento das energias renováveis (balancear e firmar a energia das eólicas e solares)
 - Deslocamento da demanda (maximização de renováveis e alívio da rede de distribuição)
 - Resiliência da rede (auxilia a rede em situações de blackout)

Reflexões

E no Brasil?

Maior
complexidade das
redes elétricas

Restrições ambientais
e regionais para a
construção de novas
usinas hidrelétricas
com reservatórios

Aumento de fontes
renováveis intermitentes
na matriz de geração.
Eólica já é realidade,
solar vem por aí...



Reflexões

E no Brasil?



“Baterias são modulares, o que traz flexibilidade em termos de solução (localização no sistema) => prestação de serviços ao sistema, alocação próxima à carga ou alocação no gerador.

Bateria utilizada para minimizar a intermitência e variabilidade das fontes renováveis não convencionais” (EPE).

“Do ponto de vista da operação do sistema interligado, uma vantagem da bateria seria atuar em conjunto com a geração solar e eólica. Se for “despachado” centralizadamente (um banco de baterias, como uma planta), também poderá fazer diferença na operação” (ONS).

Reflexões

E no Brasil?

As baterias podem auxiliar a reduzir a dependência do Sistema das fontes convencionais?

Bateria poderia ser usada para firmar energia?

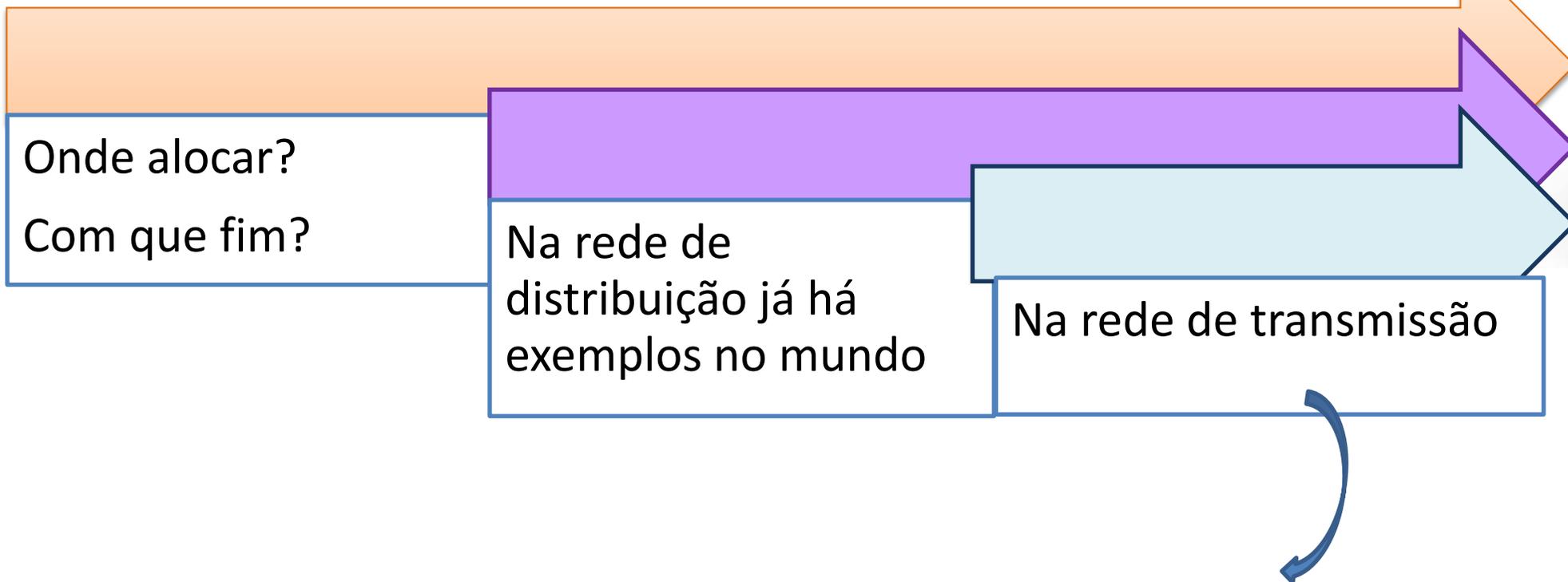
Na Europa já tem se falado no uso de baterias para minimizar o impacto da penetração de fontes renováveis na operação

Temos que nos preparar quanto aos requisitos técnicos necessários, como também sobre aspectos regulatórios e comerciais



Reflexões

E no Brasil?



“...A elevada expectativa de vertimentos turbináveis entre os meses de janeiro a junho sinaliza para a oportunidade de se dispor de fontes que promovam a flexibilidade operativa, como usinas reversíveis, motorização adicional de hidrelétricas existentes e **baterias**. Essas fontes poderão aproveitar o excedente de energia nos momentos de maior vertimento.”

Fonte: EPE - Plano Decenal de Expansão de Energia 2026

E no ONS?

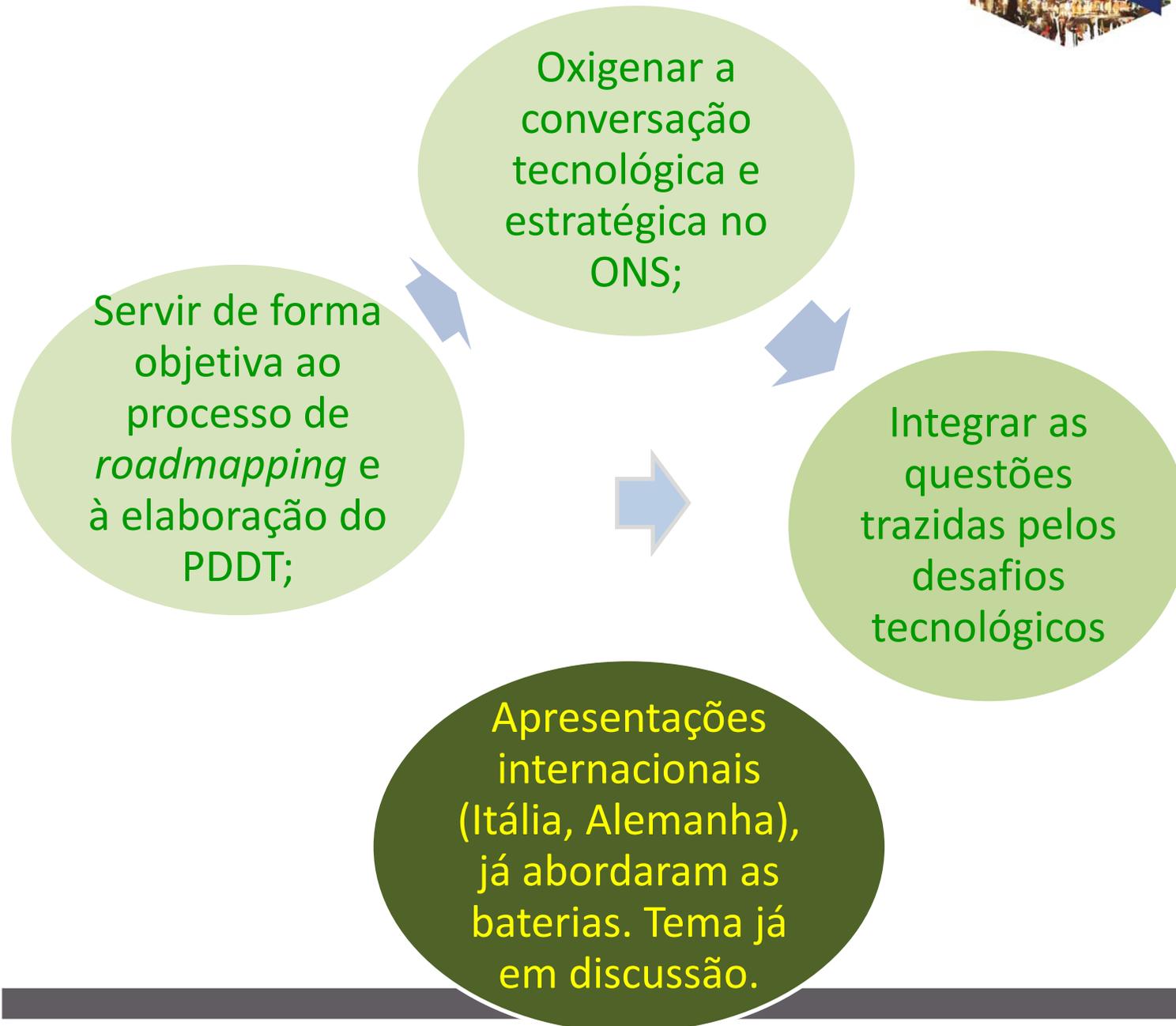
COMO O ONS TEM SE PREPARADO FRENTE A ESSAS NOVAS
POSSIBILIDADES E DESAFIOS?

ONS e NOVAS TECNOLOGIAS

EVENTOS: Seminário de Prospecção Tecnológica do ONS



SPT 2017



ONS e NOVAS TECNOLOGIAS

EVENTOS: Roadmapping - Trabalho de reflexão, debate e conclusão.

30 (trinta) técnicos do ONS



Mobilização para ação proativa pelo ONS diante dos desafios apontados;

Resultado coletivo acordou sobre a natureza e o *timing* dos aspectos vinculados ao contexto do setor => Motores da mudança!

Roadmappers discutiram armazenamento num horizonte próximo.

PDDT – Plano Diretor de Desenvolvimento Tecnológico.



Projeto Piloto com participação do ONS

PROJETO PILOTO – RORAIMA – SISTEMA ISOLADO

Em fevereiro de 2017, o CMSE deliberou a criação de Grupo de Trabalho coordenado pelo MME, com participação da EPE, ONS, ANEEL e CCEE.

Objetivo: avaliar as condições de atendimento a Roraima e estudar alternativas de soluções que garantissem a segurança eletroenergética do Estado, especialmente para Boa Vista.

Diretrizes dadas aos Grupos de Trabalho:

➤ Estudar alternativas de solução que:

- Garantam o atendimento a carga da SE Centro 69/13,8 kV (distribuição) por determinado tempo quando da abertura da LT 230 kV de interligação com a Venezuela
- Atendam parte da demanda de Boa Vista quando da perda da interligação por período mais longo de tempo
- Minimizem o efeito das fontes intermitentes que poderão ser contratadas por leilão a partir de 2021.

Uma das alternativas estudadas foi a implantação de sistema de armazenamento por meio de baterias para evitar blecautes.

O estudo técnico do ONS demonstrou a viabilidade da instalação de bateria de 70 MW na SE Centro 69/13,8 kV

Também foram avaliados no estudo as formas de contratação e questões regulatórias



Conclusões

Conclusões

- A energia eólica tem sido uma das principais fontes para o Sistema Interligado Nacional, principalmente para a Região Nordeste. Dependendo do período de carga, há envio de excedentes de energia para as demais Regiões do País. Energia solar está crescendo também.
- Como fonte de potência, requer ações rápidas de controle, devido à forte variabilidade => Impactos para a operação.
- A energia das hidroelétricas ainda é a nossa principal fonte, mas vem reduzindo ao longo do tempo.
- Há que se pensar em alternativas, há que se investir em flexibilidade e adaptabilidade.
- Os sistemas de armazenamento já estão em discussão no mundo e estão também no radar do ONS como oportunidade tecnológica para lidar com os desafios da Operação e também sob uma visão mais proativa do ONS com relação às mudanças que estão ocorrendo no setor elétrico e no mundo.



Obrigada