



Impactos dos Recursos Energéticos Distribuídos



Francisco José Arteiro de Oliveira
*Diretoria de Planejamento
e Programação da Operação*

Rio de Janeiro, 20 de maio de 2016

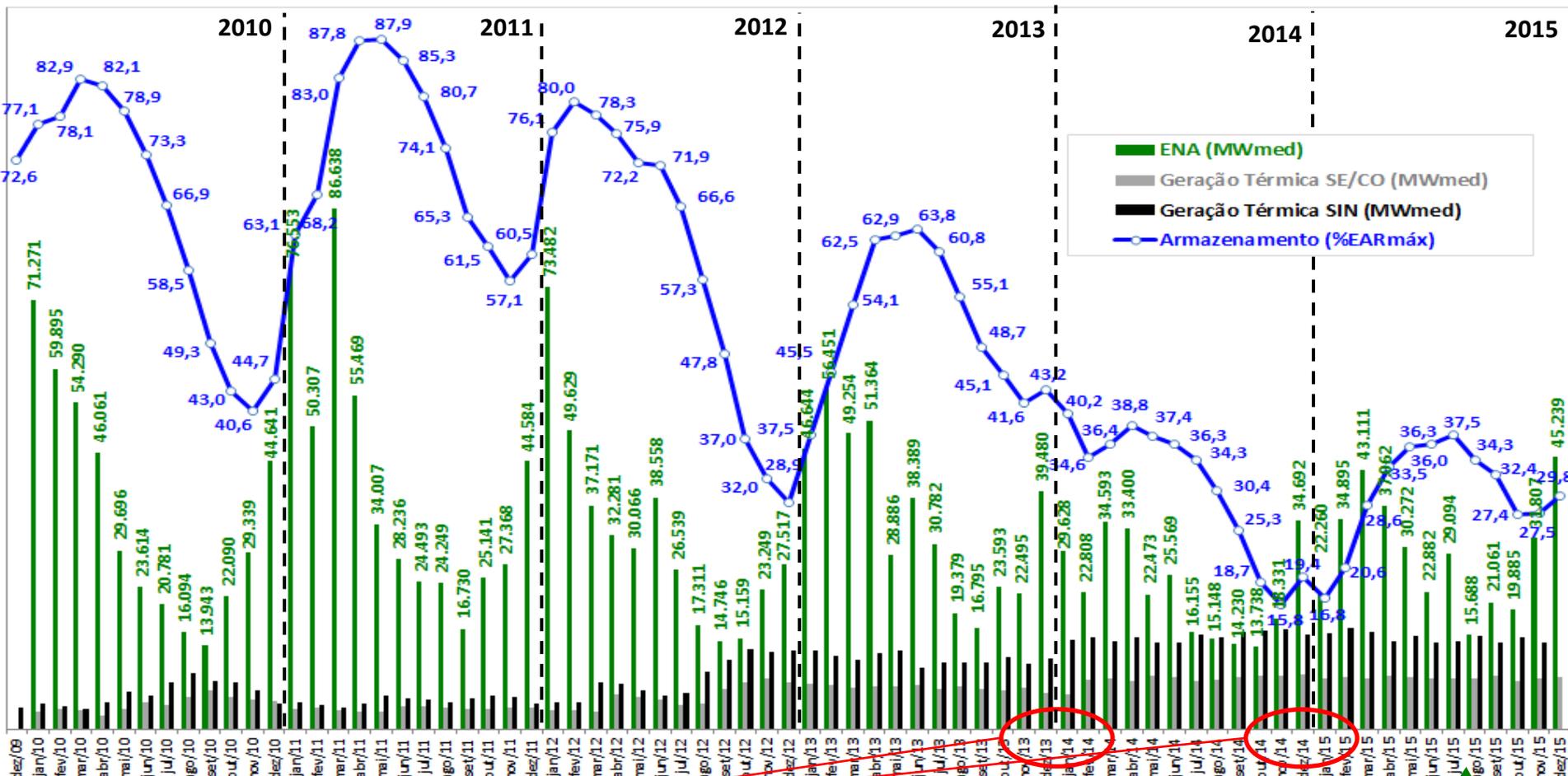
Condições Hidroenergéticas SE/CO e NE – 2015/2016

2015		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan-Dez
Subsistema	SE/CO	49%	59%	78%	89%	100%	89%	133%	90%	119%	93%	115%	99%	89%
		Pior	7º pior	21º pior	34º pior	50º pior	31º pior	82º pior	33º pior	68º pior	41º pior	69º pior	45º pior	21º pior
Bacia	Grande	21%	39%	58%	62%	61%	59%	55%	49%	91%	38%	75%	78%	53%
		pior	5º pior	8º pior	10º pior	8º pior	5º pior	4º pior	pior	50º pior	2º pior	22º pior	24º pior	2º pior
	Paranaíba	29%	51%	80%	98%	106%	91%	86%	77%	81%	48%	58%	45%	67%
		3º pior	9º pior	29º pior	48º pior	53º pior	35º pior	24º pior	15º pior	25º pior	3º pior	6º pior	4º pior	5º pior
	Tietê	46%	86%	97%	72%	90%	83%	117%	82%	169%	98%	183%	128%	97%
	6º pior	31º pior	45º pior	16º pior	35º pior	44º pior	6º pior	25º pior	80º pior	47º pior	84º pior	67º pior	41º pior	
	Paraná até I. Solteira	54%	68%	88%	101%	115%	104%	177%	113%	137%	120%	155%	151%	106%
		7º pior	11º pior	29º pior	48º pior	68º pior	58º pior	83º pior	61º pior	75º pior	66º pior	80º pior	81º pior	50º pior
Subsistema	NE	26%	29%	36%	56%	60%	53%	50%	50%	42%	29%	16%	28%	38%
		pior	2º pior	3º pior	14º pior	17º pior	2º pior	2º pior	1º pior	1º pior	pior	pior	pior	pior

2016		Energia Natural Afluente (%MLT)					
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jan-Abr
Subsistema	SE/CO	127%	87%	99%	73%	87%	96%
		75º pior	26º pior	44º pior	7º pior	22º pior	33º pior
Bacia	Grande	102%	76%	95%	69%	69%	84%
		48º pior	22º pior	40º pior	15º pior	13º pior	23º pior
	Paranaíba	91%	58%	72%	44%	52%	65%
		43º pior	13º pior	21º pior	2º pior	2º pior	10º pior
	Tietê	182%	114%	150%	84%	93%	130%
	82º pior	64º pior	78º pior	31º pior	42º pior	76º pior	
	Paraná até I. Solteira	162%	111%	129%	91%	114%	123%
		82º pior	58º pior	76º pior	36º pior	66º pior	73º pior
Subsistema	NE	42%	92%	32%	23%	24%	46%
		5º pior	39º pior	2º pior	pior	pior	6º pior

Condições Hidroenergéticas SE/CO – 2010/2015

Região SE/CO



Condições hidroenergéticas extremamente rigorosas nos períodos úmidos 2013/2014 e 2014/2015

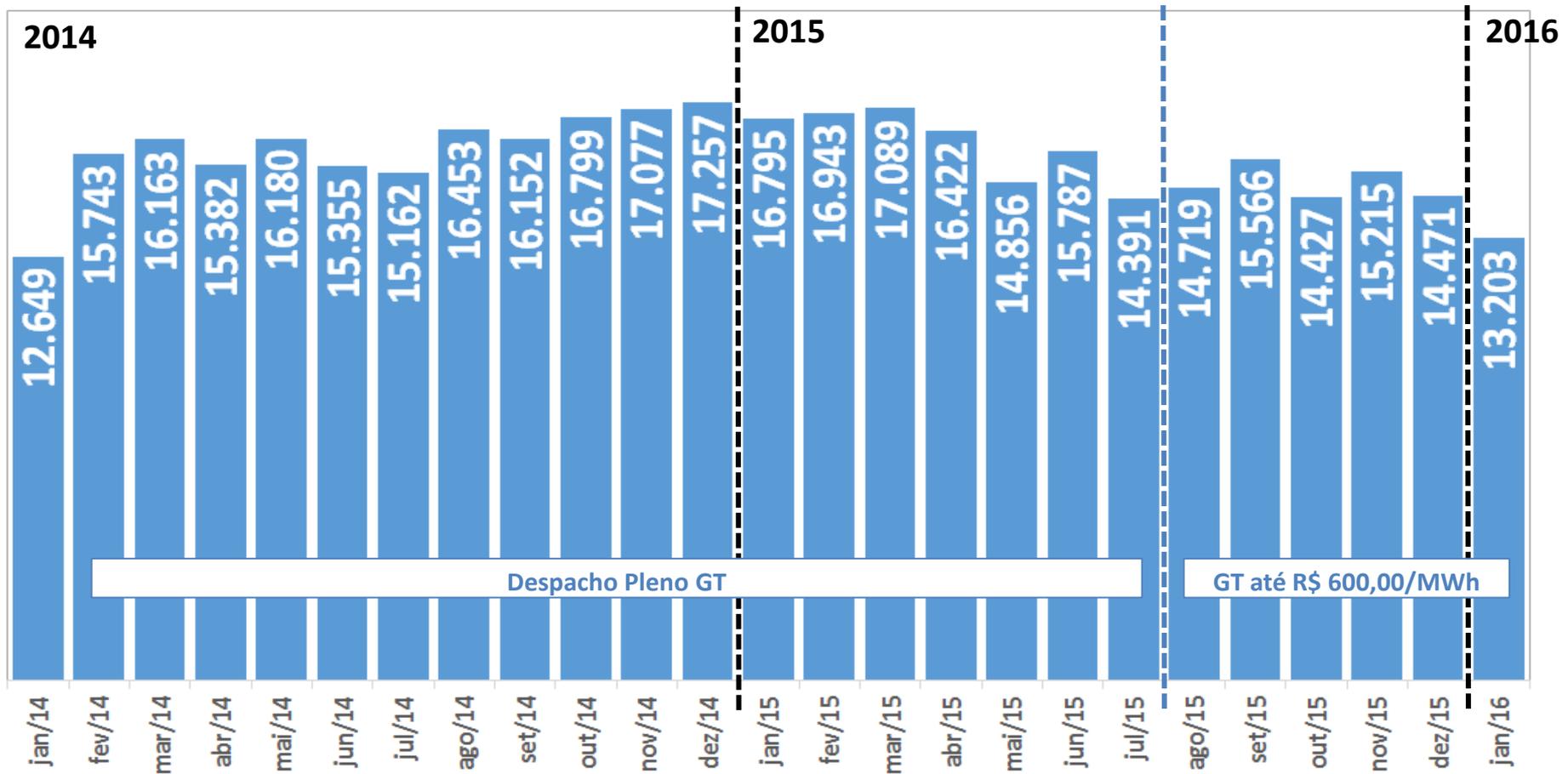


Manutenção do despacho pleno de geração térmica como parte da política de priorização dos estoques nas usinas de cabeceira

A partir de agosto/15, em função da melhoria nas condições observadas a partir dos meses de fevereiro a julho e da expectativa de um período seco dentro da normalidade, foi comandado a redução do despacho GT

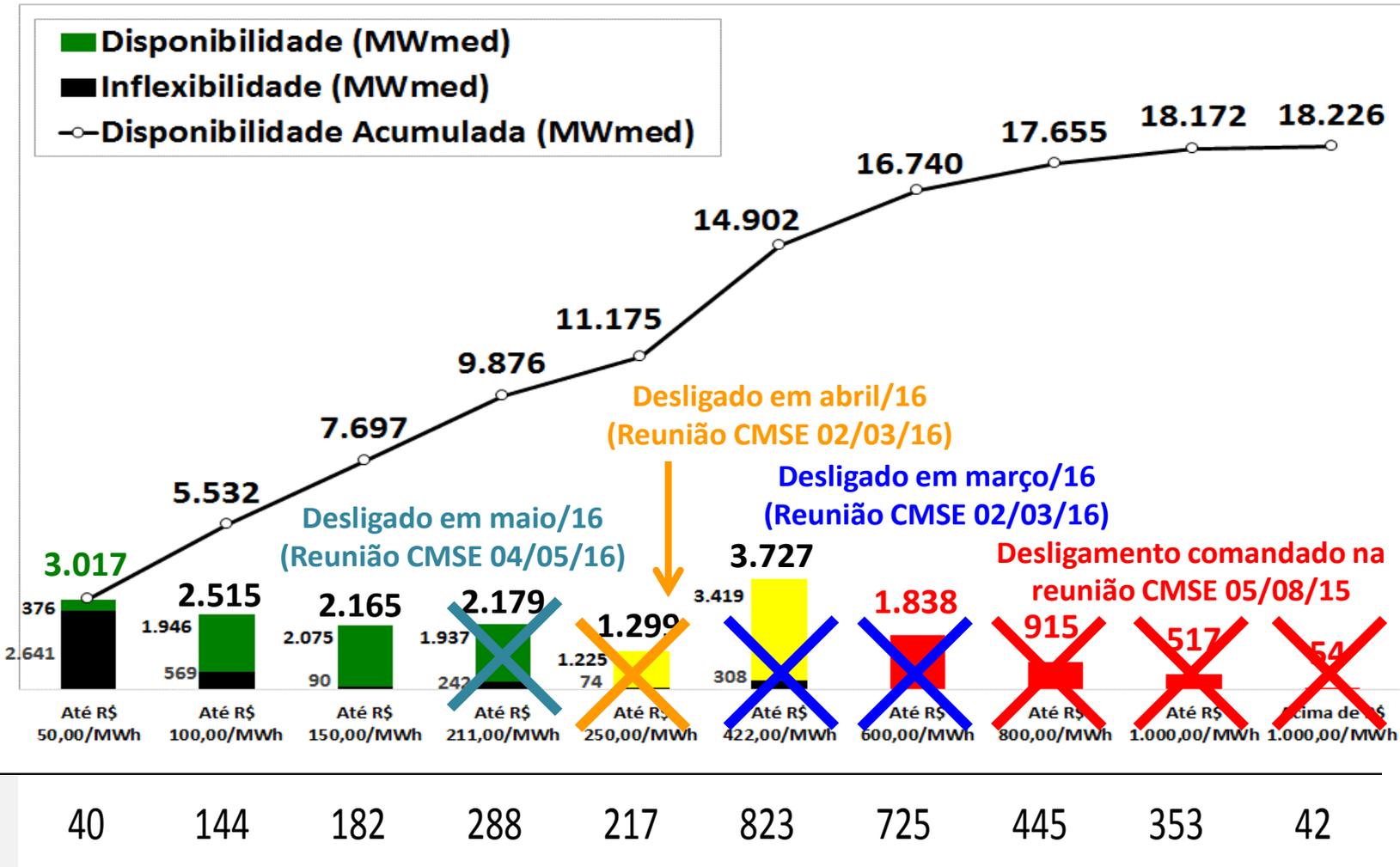
Necessidade de Geração Térmica Plena

Geração Térmica SIN (MWmed)



Operação do Parque Térmico no Curto Prazo

Disponibilidade de Geração Térmica (MWmed)



Custo de Operação (Milhões R\$)	40	144	182	288	217	823	725	445	353	42
---------------------------------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----

A Matriz de Energia Elétrica de 2015 e 2020

Tipo	2015		2020		Crescimento 2015-2020	
	MW	%	MW	%	MW	%
Hidráulica	96.832	72,7	114.054	66,8	17.222	17,8
Nuclear	1.990	1,5	1.990	1,2	-	0,0
Gás / GNL	11.893	8,9	17.018	10,0	5.125	43,1
Carvão	3.210	2,4	3.514	2,1	304	9,5
Biomassa	6.947	5,2	8.098	4,7	1.151	16,6
Outras ⁽¹⁾	837	0,6	1.253	0,7	416	49,7
Óleo / Diesel	4.731	3,6	4.731	2,8	-	0,0
Eólica	6.684	5,0	17.304	10,1	10.620	158,9
Solar	18	0,0	2.671	1,6	2.653	-
Total	133.142	100	170.633	100	37.491	28,2

- O parque gerador brasileiro está passando por um processo de transformação e transição. A hidroeletricidade continuará como a principal fonte de geração de energia, embora sua participação no total da potência instalada do SIN será reduzida de 72,7% em 2015 para 66,8% em 2020.
- As novas hidrelétricas serão majoritariamente do tipo a fio d'água e, conseqüentemente, a capacidade de regularização do SIN diminuirá gradativamente, tornando o sistema cada vez mais dependente de geração complementar à hídrica, sobretudo durante a estação seca.

A Expansão da Oferta entre 2015 e 2020

TIPO	31/12/2015		31/12/2020		CRESCIMENTO 2015-2020	
	MW	%	MW	%	MW	%
Hidráulica	96.832	72,7	114.054	66,8	17.222	17,8

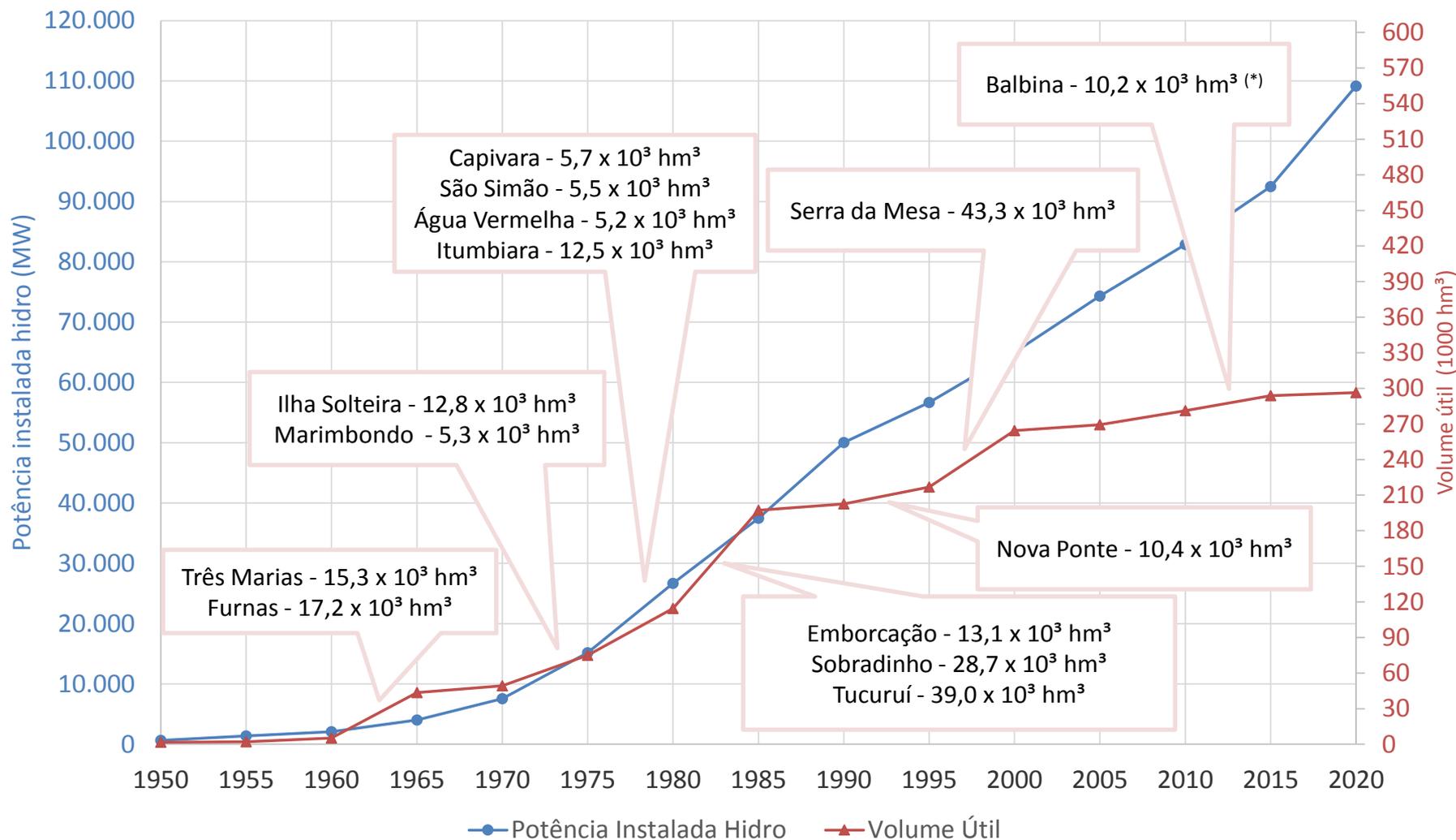
17.080 MW (99%) – UHEs sem Reservatório

UHE Belo Monte	11.000 MW
UHEs do Rio Madeira	2.045 MW
UHEs do Rio Teles Pires	2.492 MW
Outras	1.543 MW

142 MW (1%) - UHEs com Reservatório

UHE São Roque	142 MW
---------------	--------

Evolução do Volume Útil Acumulado e Potência Instalada Hidro no SIN

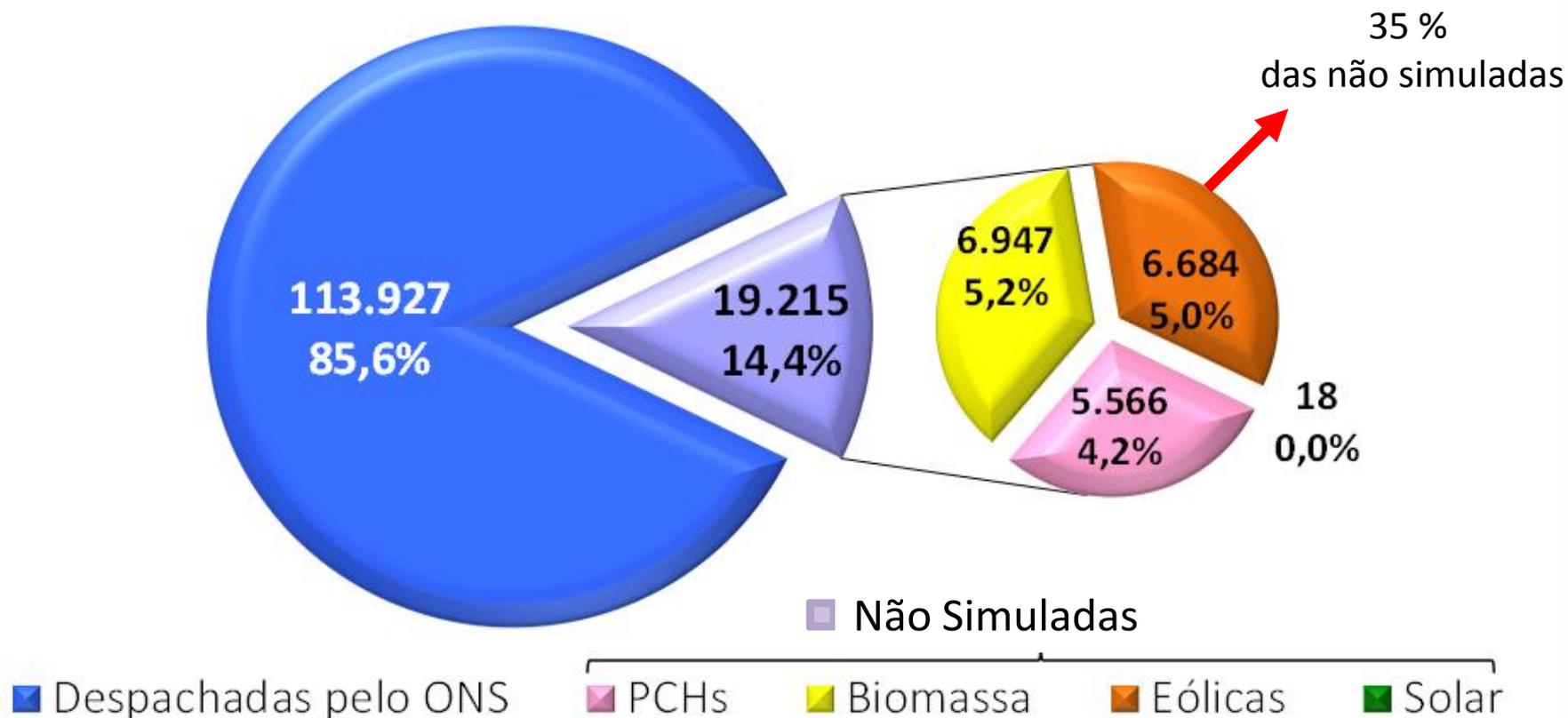


Destacados apenas reservatórios com volumes úteis maiores que 5.000 hm^3 que correspondem a cerca de 76 % do volume útil total atual.

(*) Interligada ao SIN em 09/07/2013.

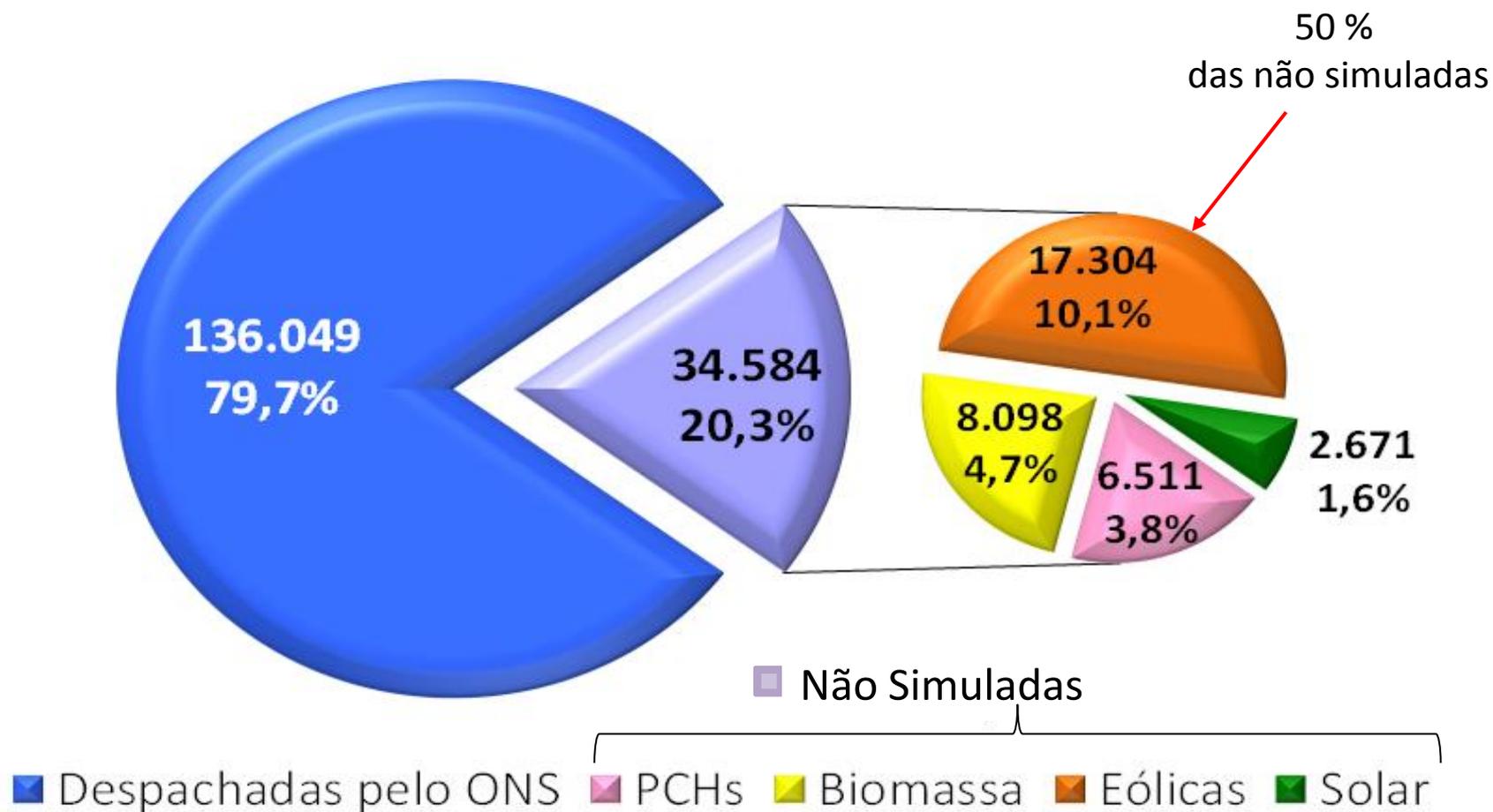
Capacidade Instalada Dezembro 2015

Total Disponível no SIN : 133.142 MW



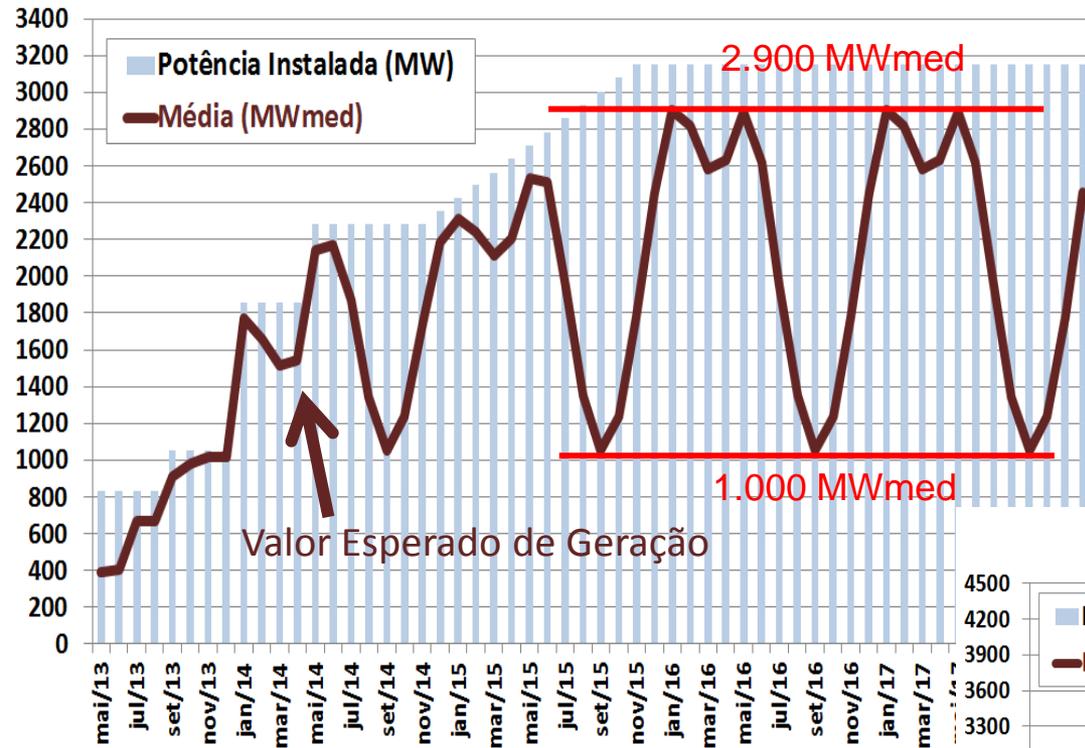
Capacidade Instalada Dezembro 2020

Total Disponível no SIN : 170.633 MW



“Usinas de Safra”

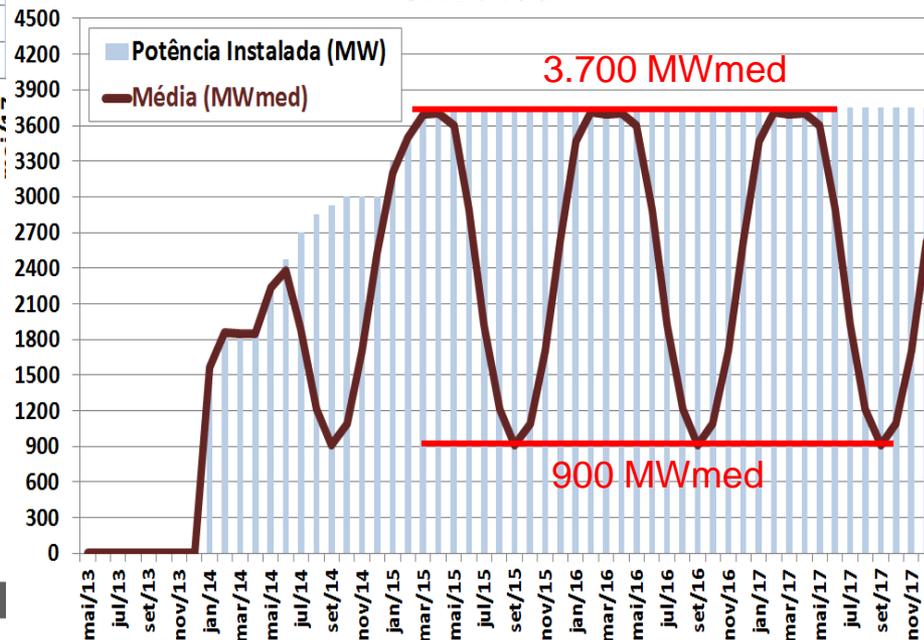
UHE Santo Antônio



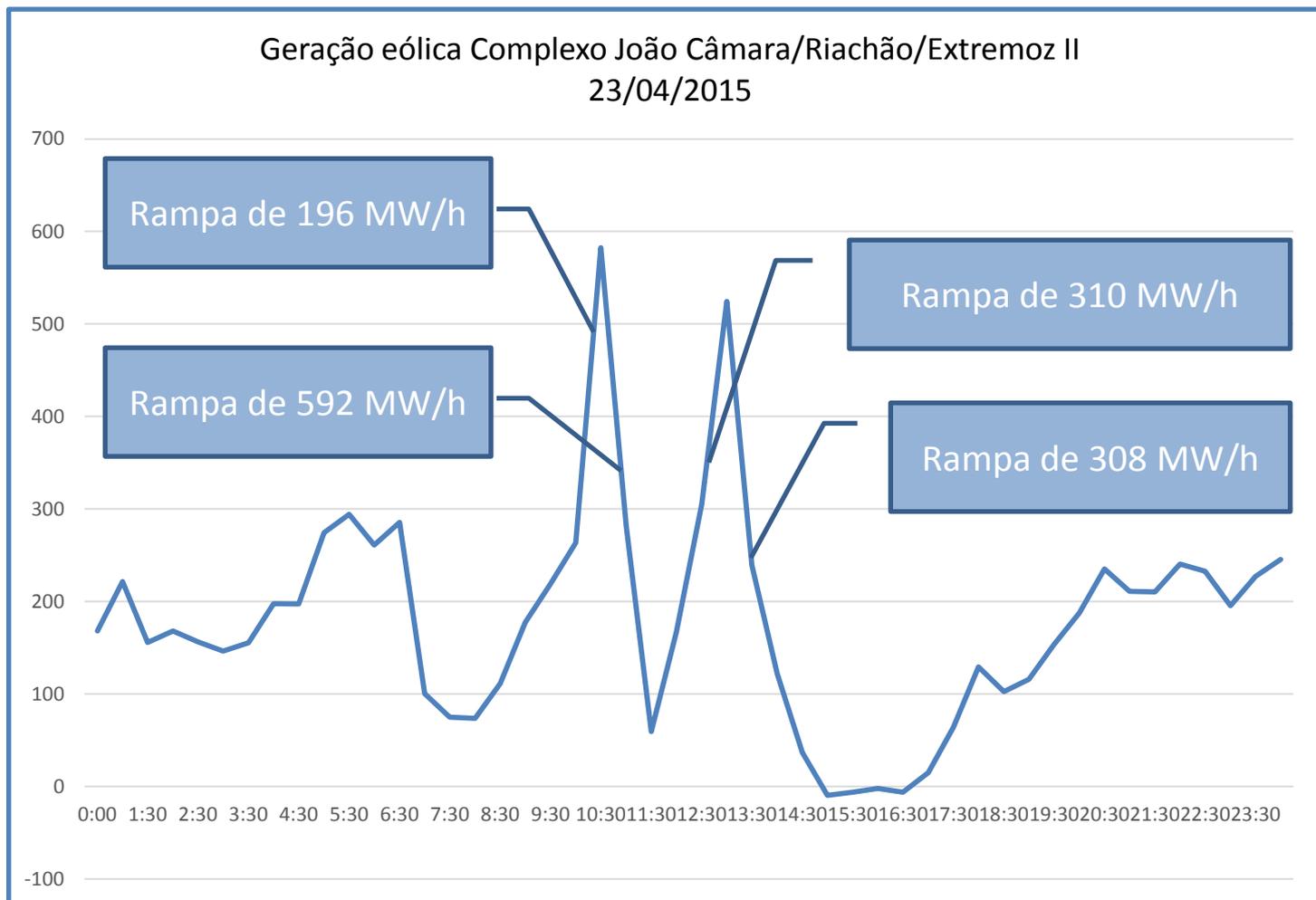
6.600 MW a 1.900 MW

Quais os impactos para a operação do SIN ?

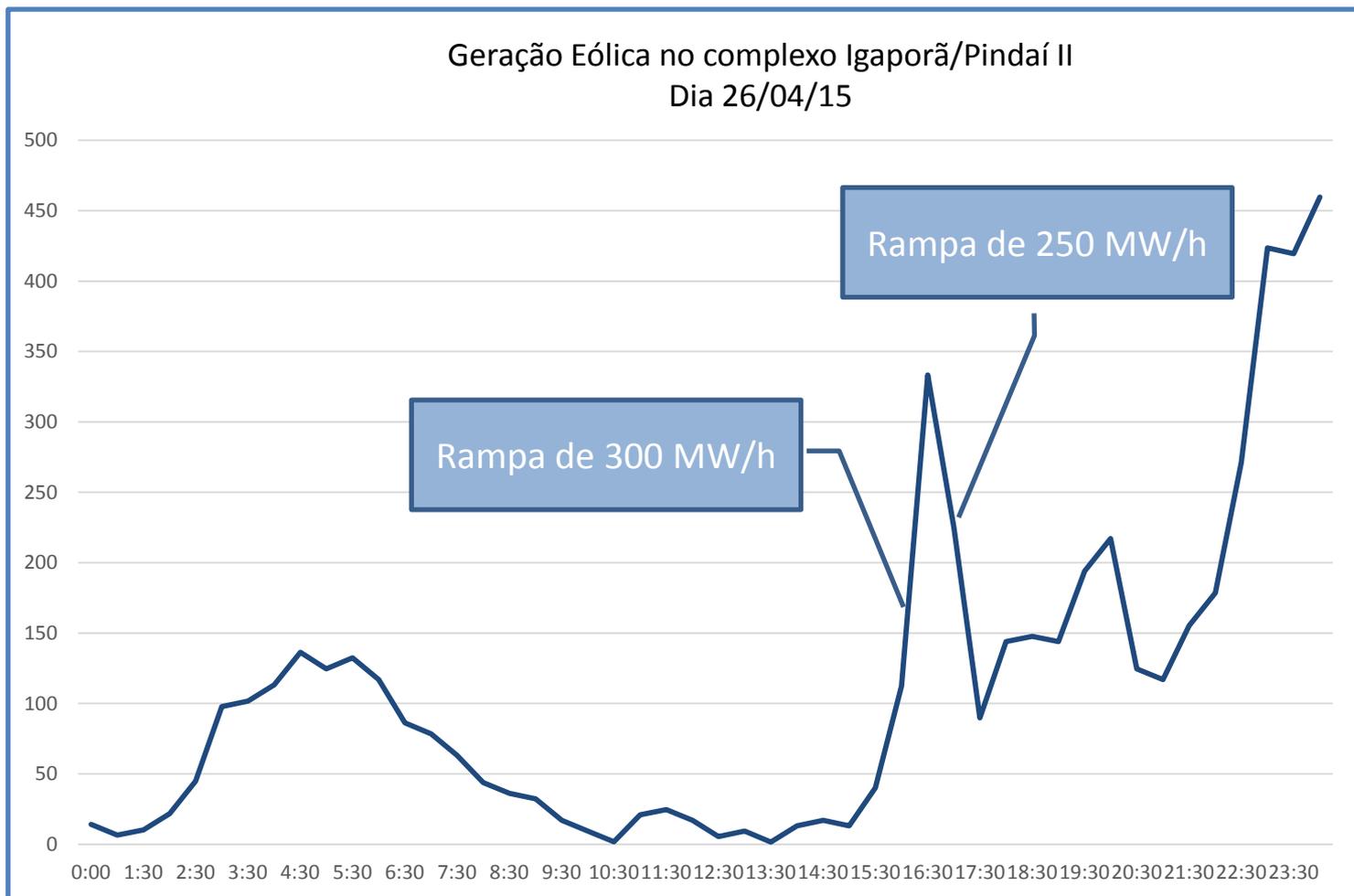
UHE Jirau



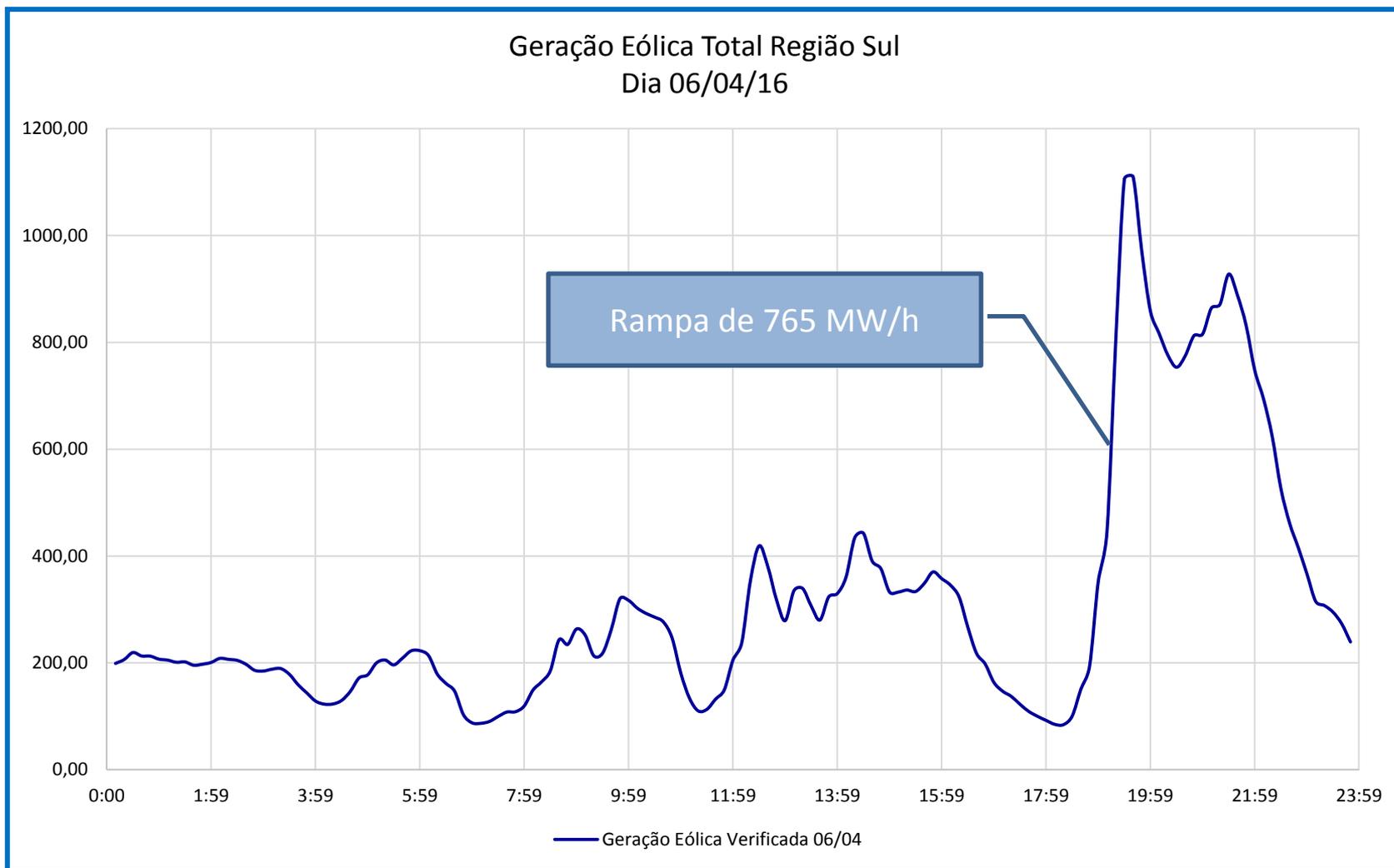
Eólicas: Alta variabilidade



Eólicas: Alta variabilidade



Eólicas: Alta variabilidade



Requisitos Técnicos Mínimos para as Centrais Geradoras Eólicas

Operação em Regime de Frequência Não-Nominal

Controle de Potência Reativa no Ponto de Conexão

Modos de Controle da Central Eólica

Operação em Regime de Tensão Não-Nominal

Atendimento do fator de potência em regime de tensão não nominal ($V-Q/P_{max}$)

Potência de Saída Durante Distúrbios

Suportabilidade a Subtensões e Sobretensões Dinâmicas

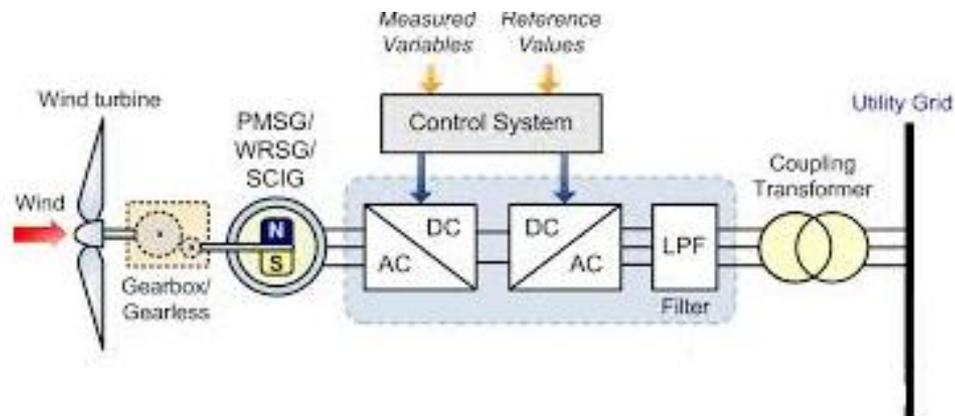
Injeção de Corrente Reativa sob Defeito

Inércia Sintética

Características de Desempenho dos Aerogeradores

Inércia Sintética

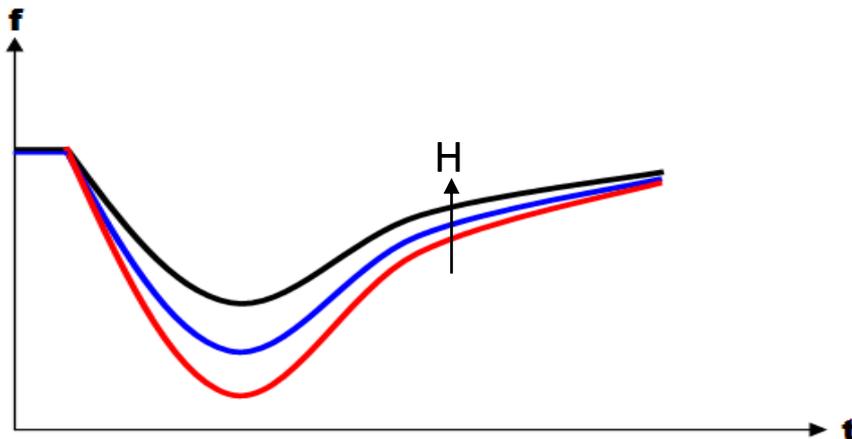
A penetração em larga escala das centrais geradoras eólicas tem trazido para os operadores de sistema em todo o mundo uma nova preocupação sob o ponto de vista da segurança sistêmica: por estarem conectadas através de conversores, elas não contribuem para a inércia do sistema.



Características de Desempenho dos Aerogeradores

Inércia Sintética

A redução da inércia global do sistema (H) tem como consequência um aumento nas taxas de variação da frequência e a imposição de excursões transitórias de frequência mais acentuadas quando de distúrbios que provoquem desequilíbrio entre a carga e a geração (perdas de blocos de geração, aberturas de interligações, rejeições de carga).

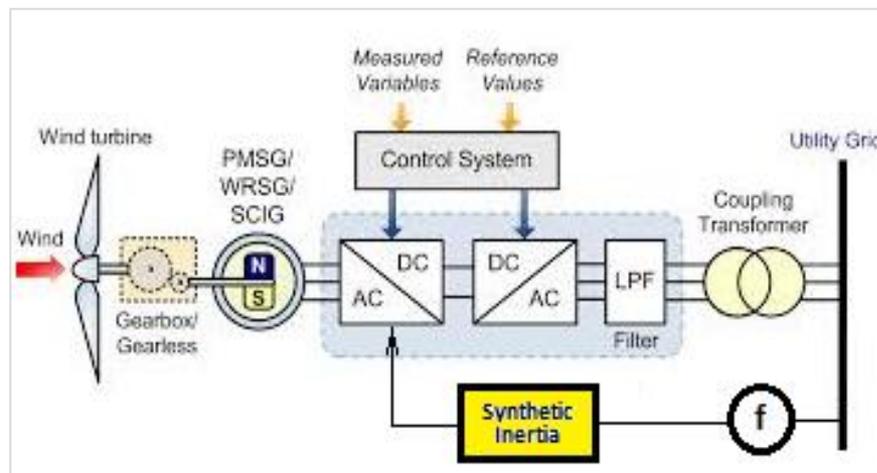


A inércia sintética é um dos requisitos de maior importância para o SIN, pois possibilitará a contribuição das centrais geradoras eólicas para a regulação primária do sistema interligado, agregando sua inércia à da geração convencional.

Características de Desempenho dos Aerogeradores

Inércia Sintética

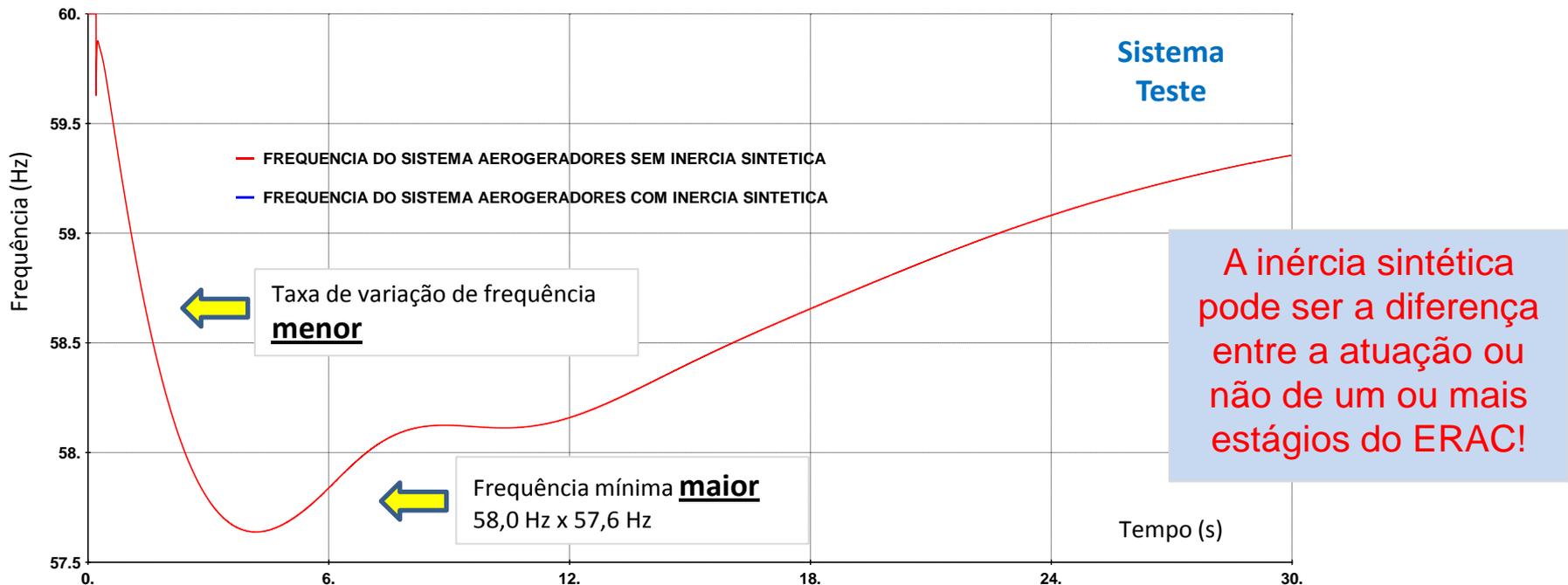
As centrais de geração eólica deverão dispor de controladores sensíveis às variações de frequência, de modo a emular a inércia (inércia sintética) através de modulação transitória da potência de saída, contribuindo com pelo menos 10% de sua potência nominal, quando em regime de subfrequência / sobrefrequência.



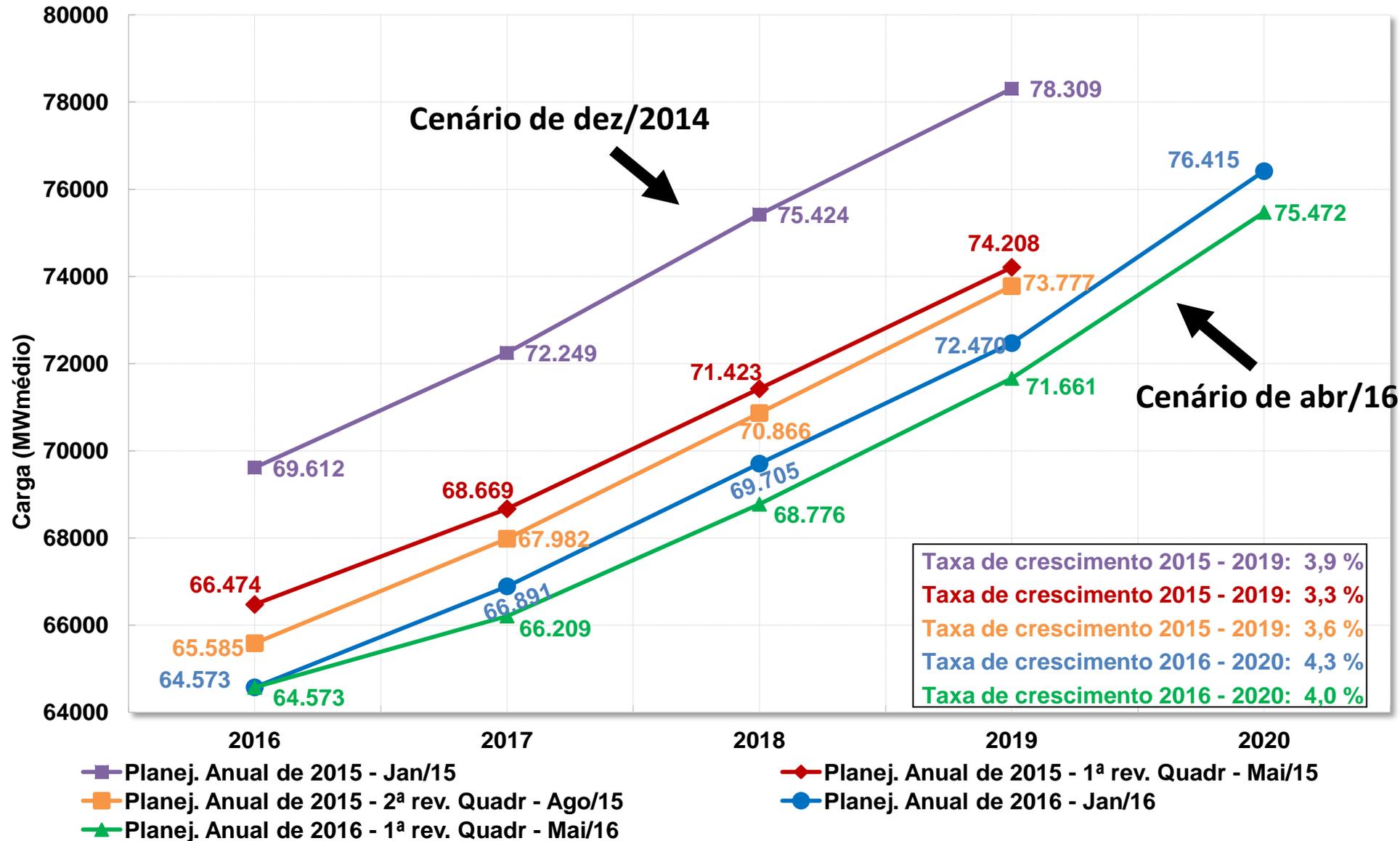
Características de Desempenho dos Aerogeradores

Inércia Sintética - Simulação Dinâmica

Dada a importância desse requisito, o ONS tem investigado o desempenho dinâmico de aerogeradores que possuem esse requisito em sistemas com baixa inércia. A figura abaixo mostra o resultado de uma simulação de perda de um bloco de geração, considerando os aerogeradores do sistema **sem** e **com** inércia sintética.

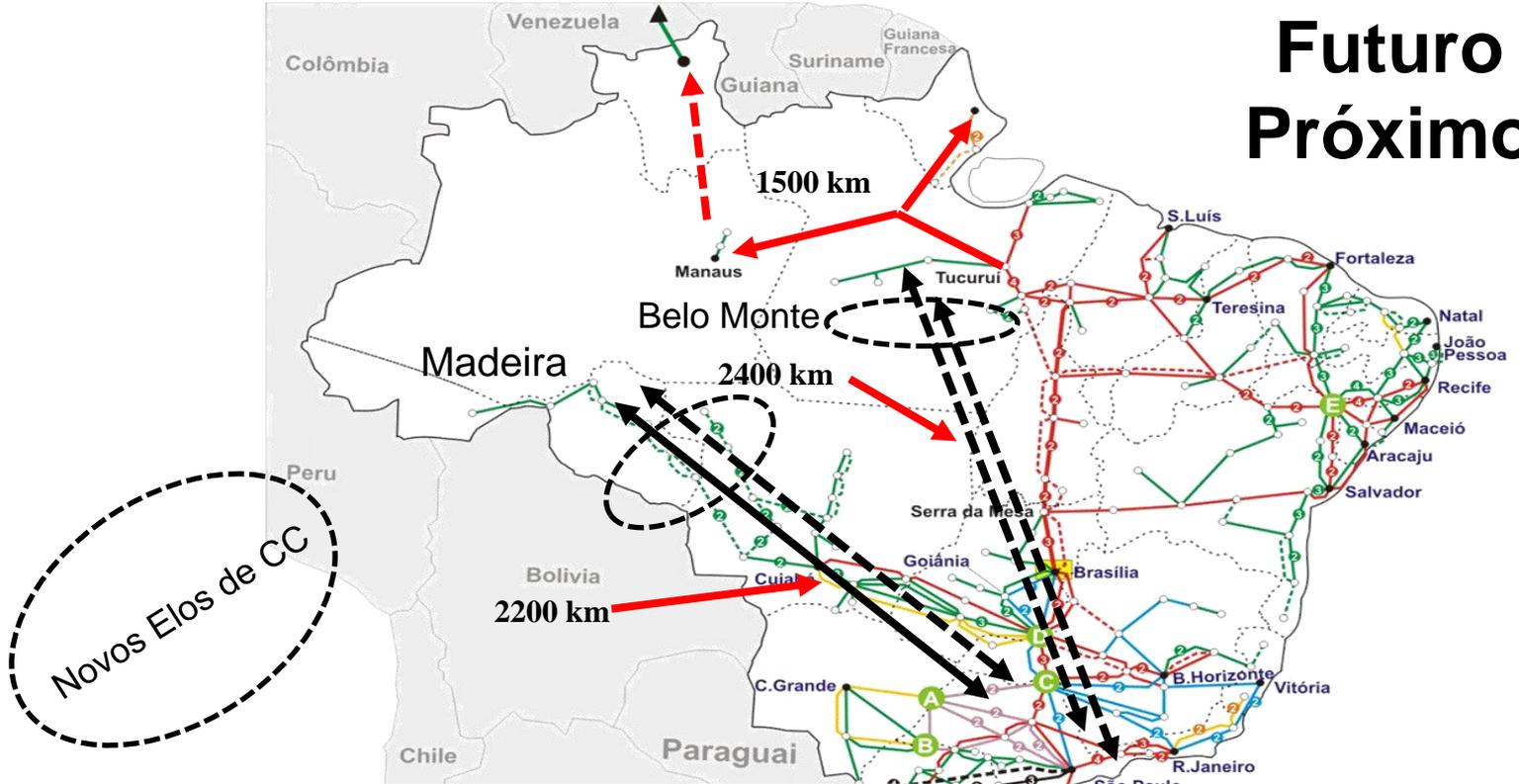


Carga média anual de energia no SIN – 2016/2020 (MWmédio)



Grandes Projetos

Futuro Próximo



Extensão de linhas de transmissão ≥ 230 kV (km)

Ano	2014	2019
km	112.000	132.379 (*)

(*) Fonte: EPE



Grandes Desafios

INTEGRAÇÃO BELO MONTE

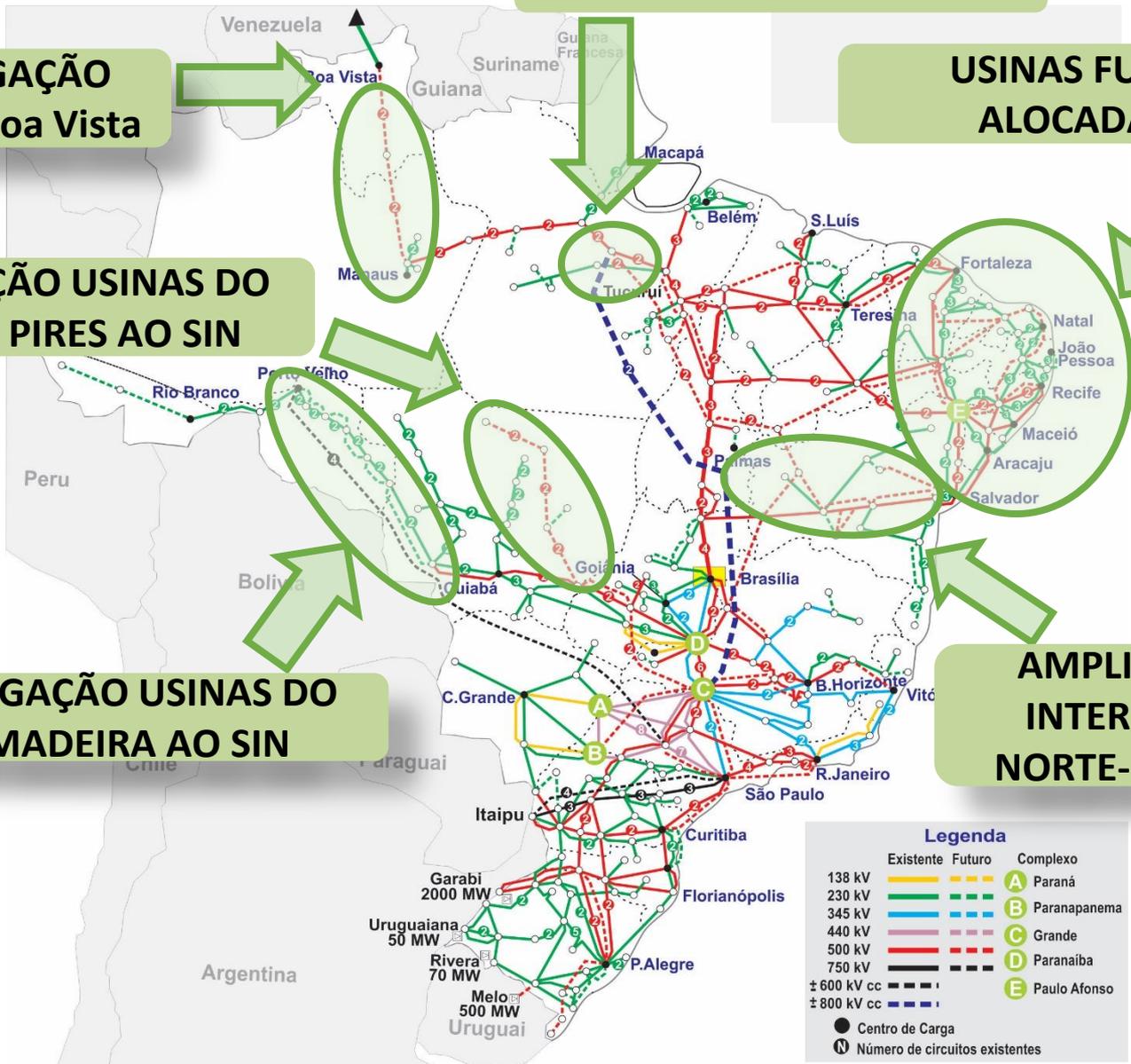
INTERLIGAÇÃO Manaus/Boa Vista

USINAS FUTURAS ALOCADAS NE

INTERLIGAÇÃO USINAS DO RIO TELES PIRES AO SIN

INTERLIGAÇÃO USINAS DO RIO MADEIRA AO SIN

AMPLIAÇÃO DA INTERLIGAÇÃO NORTE-NORDESTE



Legenda

Existente	Futuro	Complexo
138 kV	---	A Paraná
230 kV	---	B Paranapanema
345 kV	---	C Grande
440 kV	---	D Paranaíba
500 kV	---	E Paulo Afonso
750 kV	---	
± 600 kV cc	---	
± 800 kV cc	---	
●		Centro de Carga
N		Número de circuitos existentes



Obrigado
dirdpp@ons.org.br