



Konrad  
Adenauer  
Stiftung



SEMINÁRIO INTERNACIONAL

# Integração e Segurança Energética na América Latina



PAINEL 6

## Novas tecnologias e seu impacto sobre a integração elétrica



**Amilcar Guerreiro**  
Diretor de Estudos de Energia Elétrica

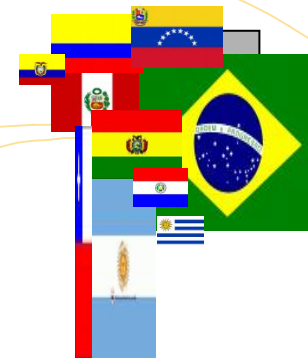
**Rio de Janeiro, RJ**  
**26 de agosto de 2016**

# Novas tecnologias e seu impacto sobre a integração elétrica



## AGENDA

- 1 Disponibilidade de recursos energéticos na América do Sul
- 2 Benefícios da integração energética
- 3 Dimensões da integração energética
- 4 Impacto das energias renováveis e das novas tecnologias nos sistemas elétricos
- 5 Considerações finais



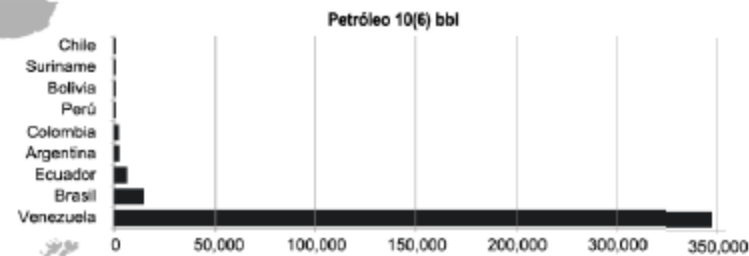
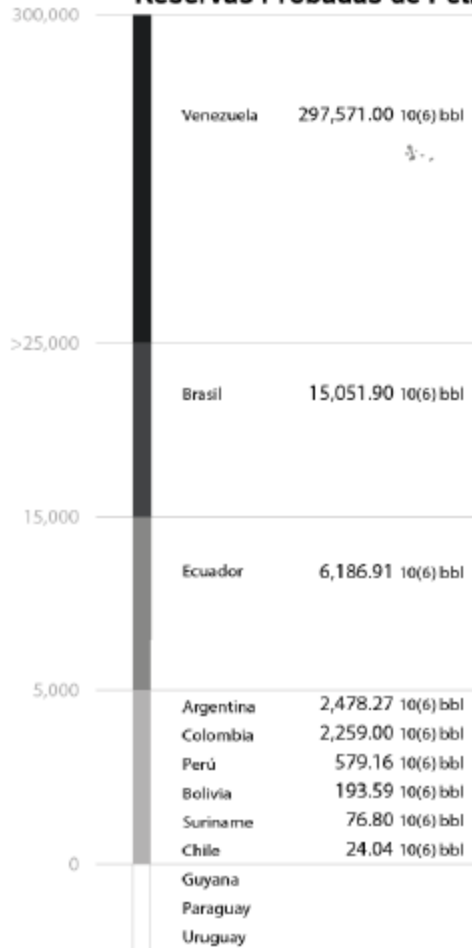


1

# Disponibilidade de recursos energéticos na América do Sul

# Disponibilidade de recursos energéticos petróleo

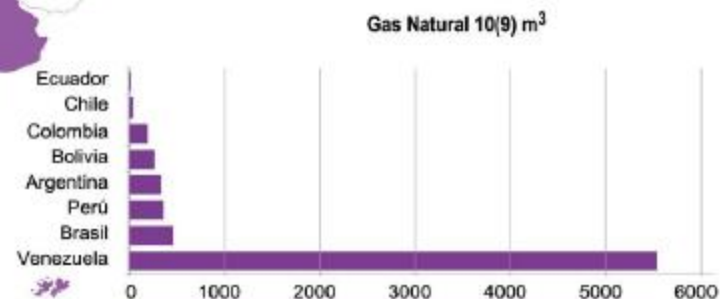
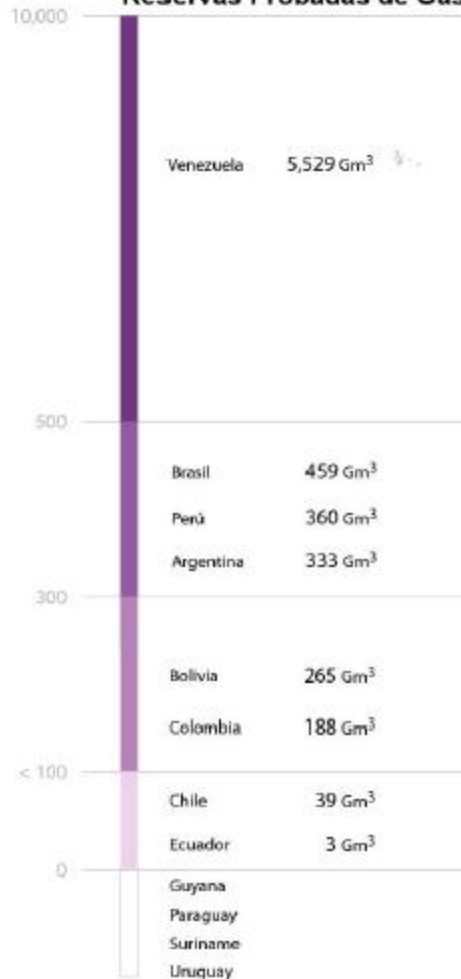
Reservas Probadas de Petróleo



reproduzido de Fernando Ferreira, secretario executivo da OLADE

# Disponibilidade de recursos energéticos gás natural

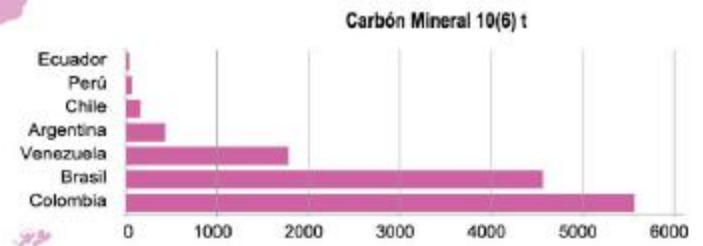
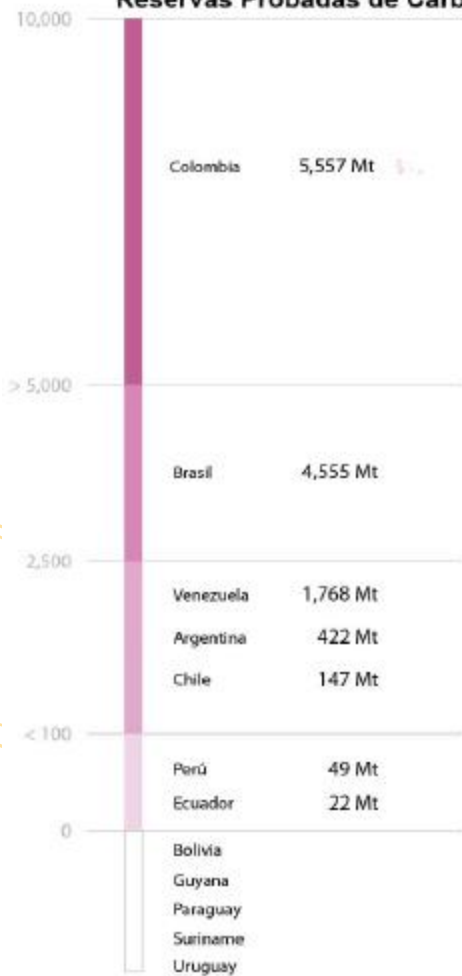
Reservas Probadas de Gas Natural



reproduzido de Fernando Ferreira, secretario executivo da OLADE

# Disponibilidade de recursos energéticos carvão mineral

Reservas Probadas de Carvão Mineral



reproduzido de Fernando Ferreira, secretario executivo da OLADE

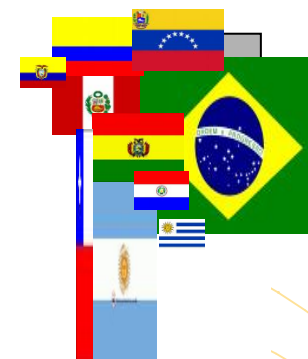


# Disponibilidade de recursos energéticos potencial hidroelétrico

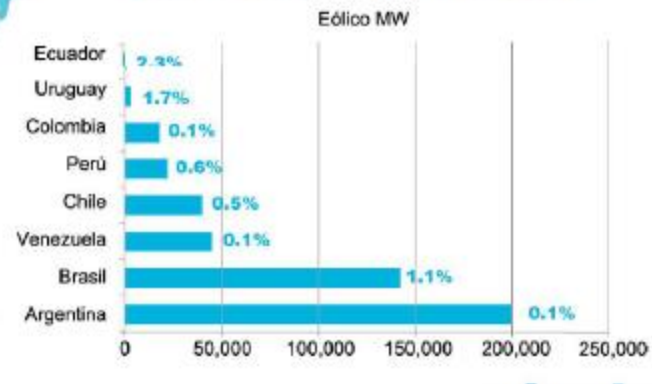


reproduzido de Fernando Ferreira, secretario executivo da OLADE

# Disponibilidade de recursos energéticos energia eólica



**POTENCIAL Y CAPACIDAD INSTALADA**



reproduzido de Fernando Ferreira, secretario executivo da OLADE



# América do Sul tem cerca de 12% do potencial eólico mundial<sup>1</sup>



América do Norte  
14.000

Europa  
Occidental  
4.800

Rússia  
5.800

Ásia  
4.900

América  
Latina  
5.400



África  
10.600

Oceania  
3.000

(1) O potencial eólico mundial é estimado em  $48,5 \times 10^3$  TWh/ano.

Nota: Potencial líquido, exclusive Groenlandia, Antártica e potencial offshore

Fonte: Grubb, M.J. e Meyer, N.I. apud Atlas de Energia Elétrica, 2ª ed. Brasília: ANEEL, 2005



# 2

## Benefícios da integração energética

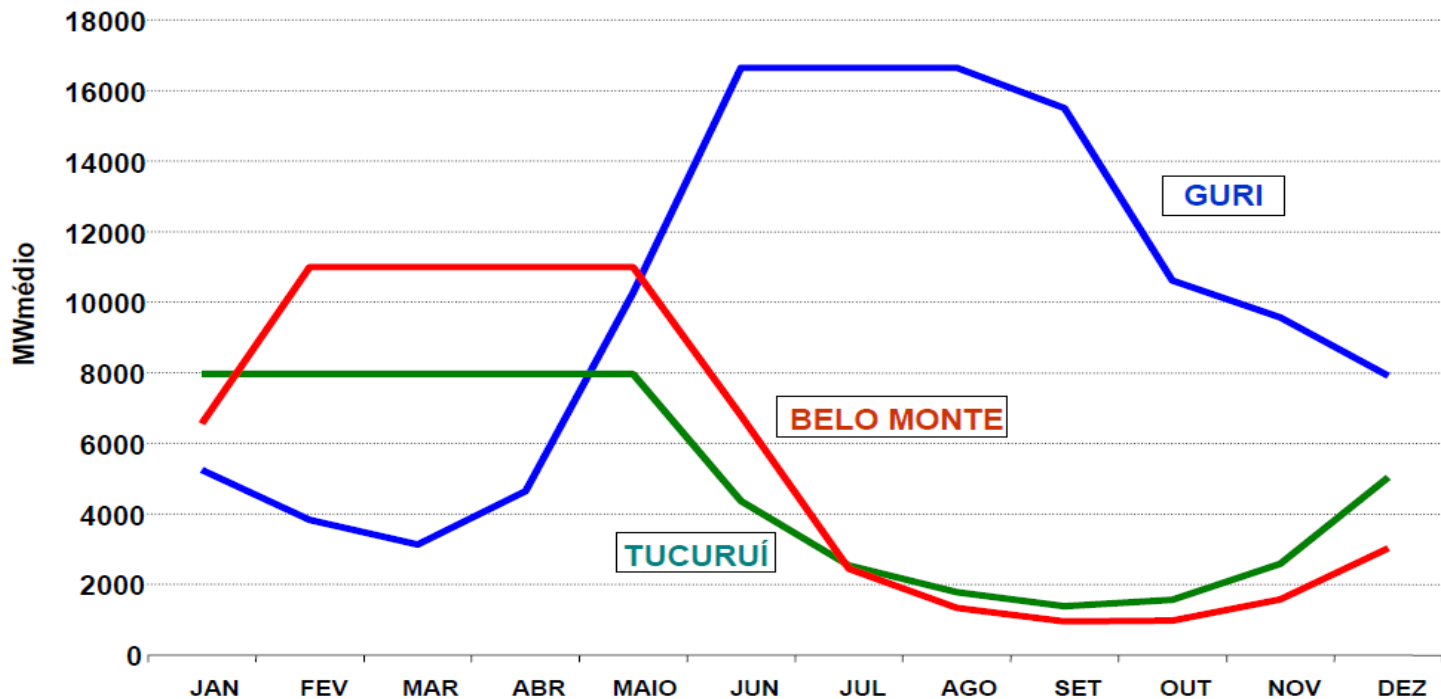
# Benefícios potenciais da integração energética

- **Segurança energética**
- **Desenvolvimento econômico**
- **Eficiência energética sistêmica**
- **Modicidade de preços e tarifas**
- **Sinergia com outros projetos de interesse estratégico**

# Benefícios potenciais da integração energética

- Segurança energética
- Eficiência energética sistêmica
- Modicidade de preços e tarifas

Hidrelétricas de Guri (Vez), Belo Monte (Bra) e Tucuruí (Bra)





# Benefícios potenciais da integração energética

- **Desenvolvimento econômico**

## Usina Hidroelétrica de Itaipu Foz do Iguaçu *Avenida Brasil*

1969



Atualmente



# Benefícios potenciais da integração energética

- Sinergia com outros projetos de interesse estratégico

## Potencial hidrelétrico do rio Madeira

Atlântico  
Norte







# 3

## Dimensões da integração energética

# Dimensões da integração energética

Integração  
**Comercial**

Integração  
**por Projetos**

Integração  
**de Mercados**

# Dimensões da integração energética exemplos

## Integração Comercial

*comércio de petróleo e gás*

*comércio de energia elétrica*



# Integração Comercial

Energia elétrica  
Centrais e interconexões  
elétricas

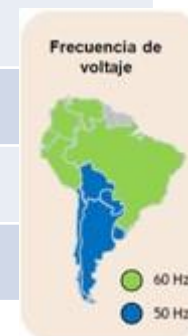


# Integração Comercial

## Energia elétrica | GWh | 2012



		EXPORTADORES							
									
		ARG	BRA	COL	ECU	PAR	PER	URU	VEN
IMPORTADORES		ARG	79			7.646		194	
		BRA				40.016			705
		COL				7			
		ECU			236			2	
		PER				5			
		URU	279	463					
		VEN			478				



Obs.: Em 2010, a Argentina importou 1.216 GWh do Brasil e 953 GWh do Chile.

Fonte: CIER, 2015

# Integração Comercial

Gás natural  
Rede de gasodutos e reservas



Fonte: CIER, 2015



# Dimensões da integração energética exemplos

## Integração por Projetos

*Itaipu (BRA-PAR) | Yacyretá (ARG-PAR)*

*GASBOL e outros gasodutos no cone sul*



# Integração por Projetos

## Usinas hidroelétricas



**ITAIPU**

**14.000 MW**



**YACYRETÁ**

**3.200 MW**



**SALTO GRANDE**

**1.890 MW**

# Dimensões da integração energética exemplos

Integração   
de Mercados



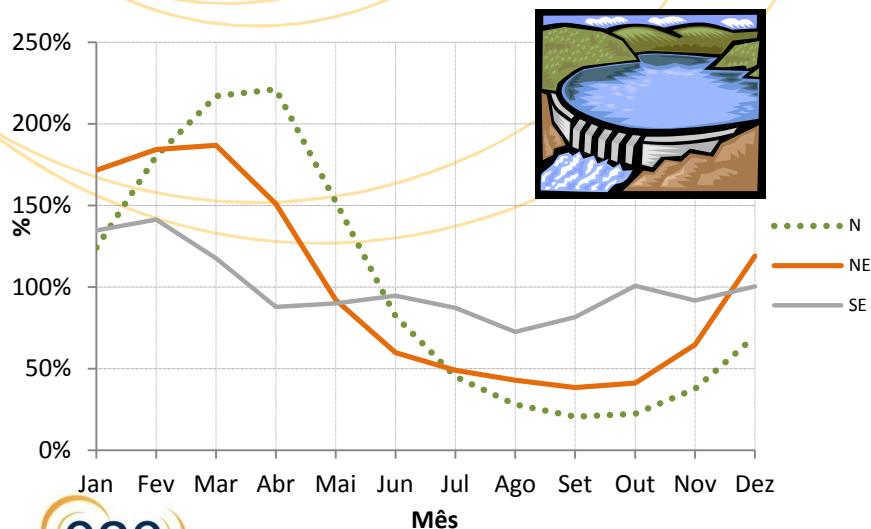
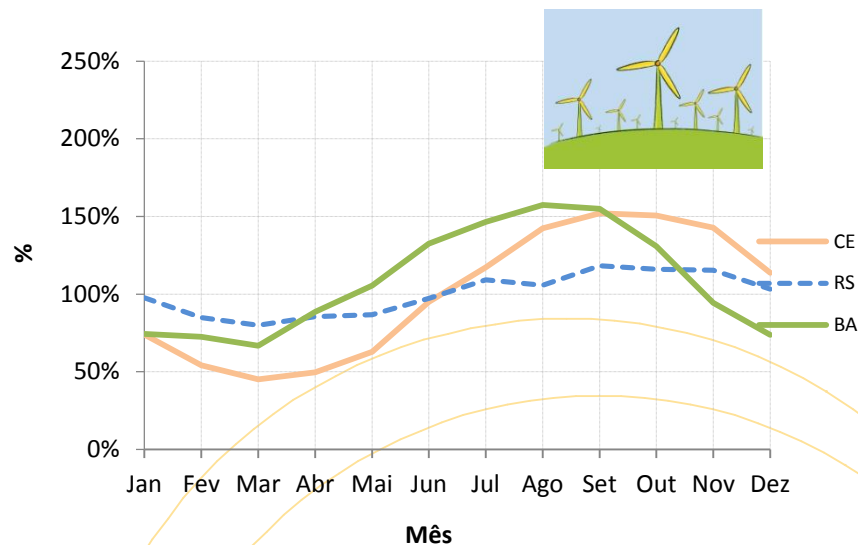
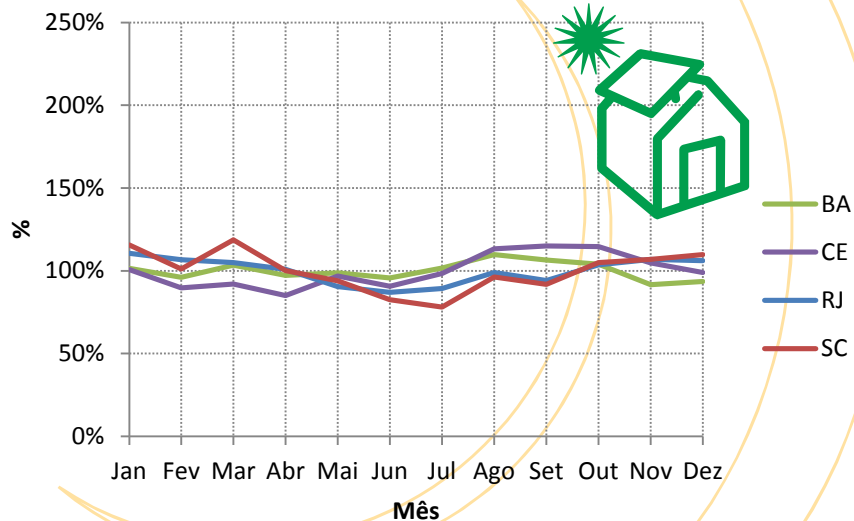


# 4

## Impacto das energias renováveis e das novas tecnologias nos sistemas elétricos

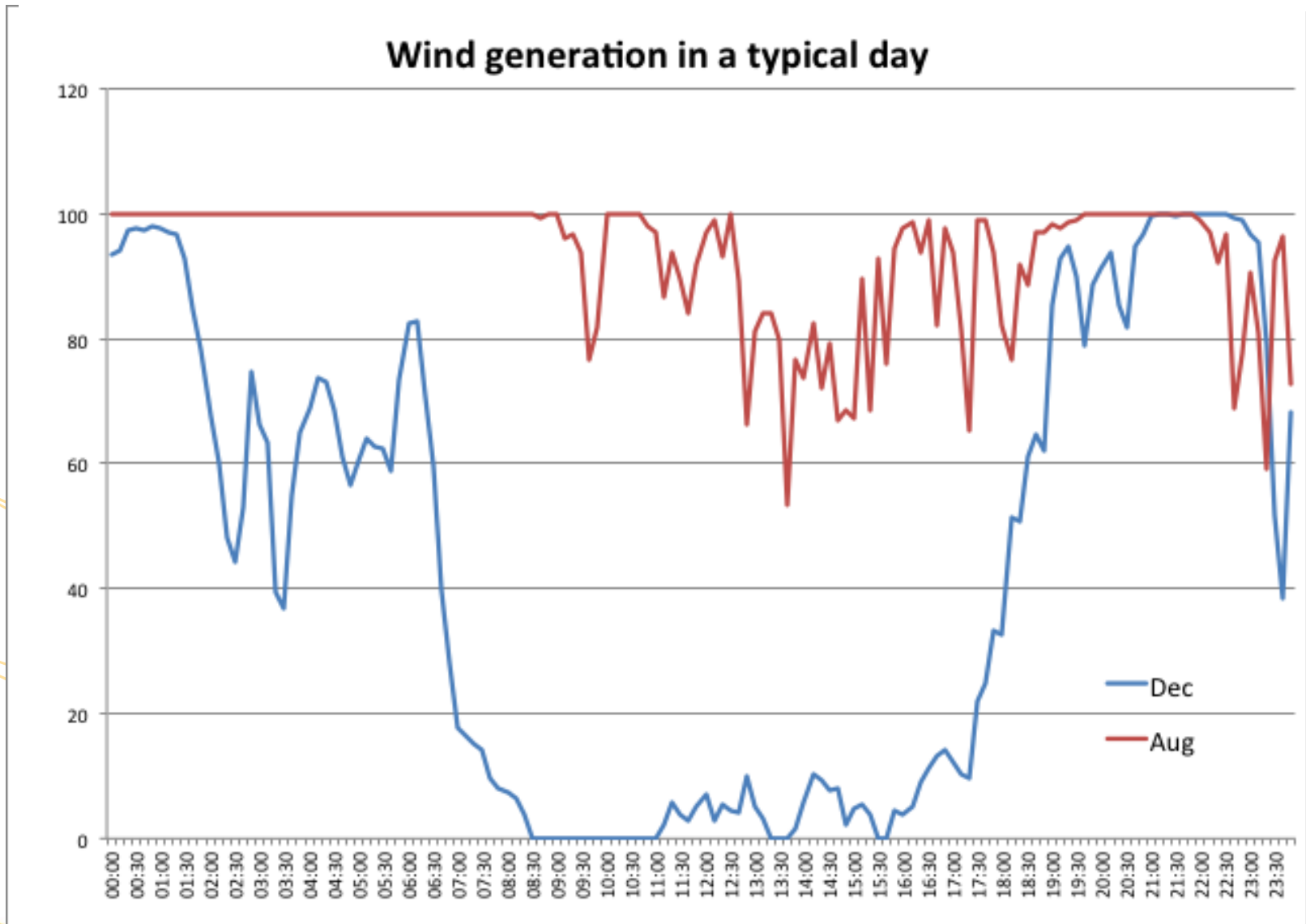
# FONTES RENOVÁVEIS

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

# Características das fontes renováveis

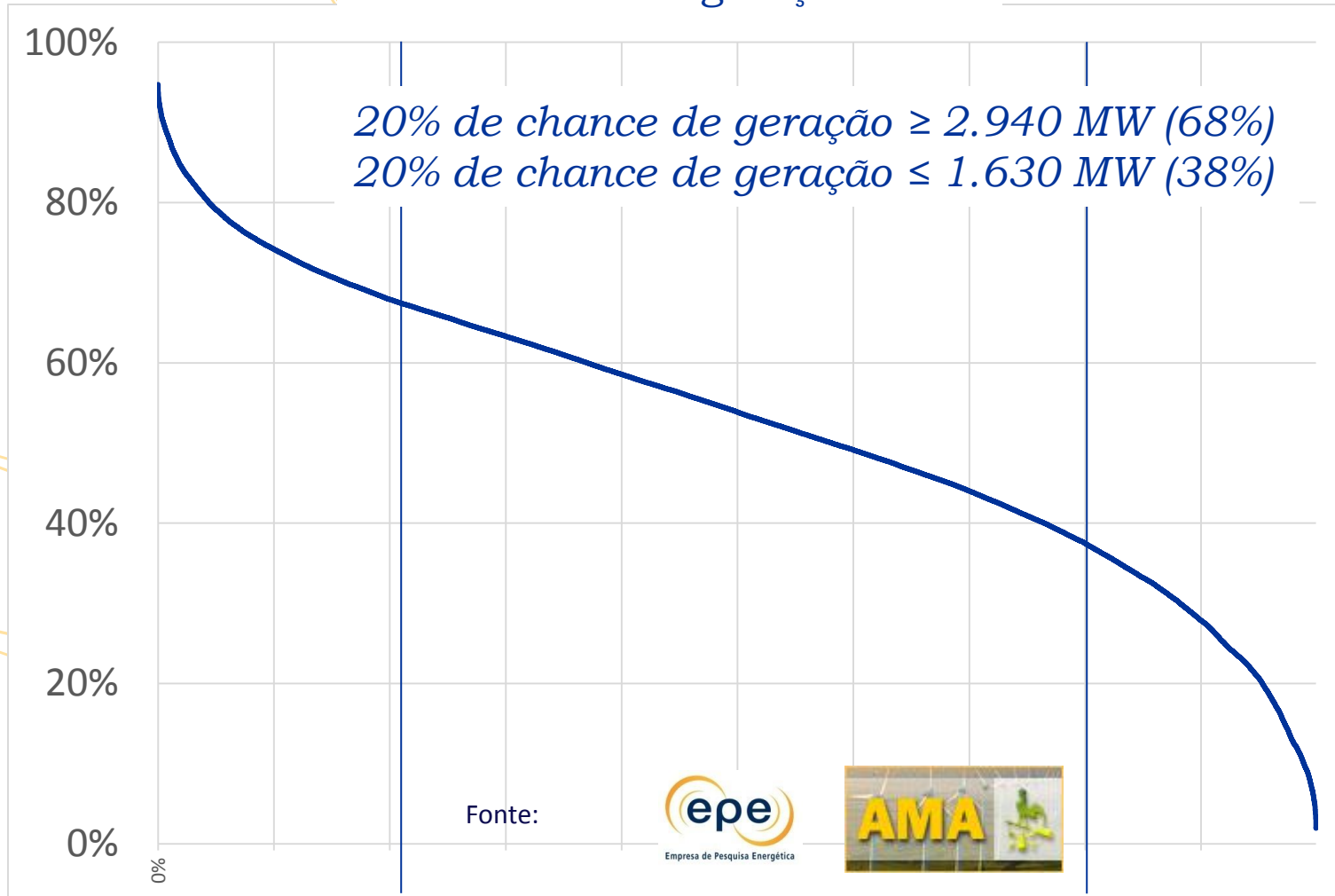




# Simulação operação parque eólico Região Nordeste

(4.336 MW, 167 parques)

## Permanência de geração 2015

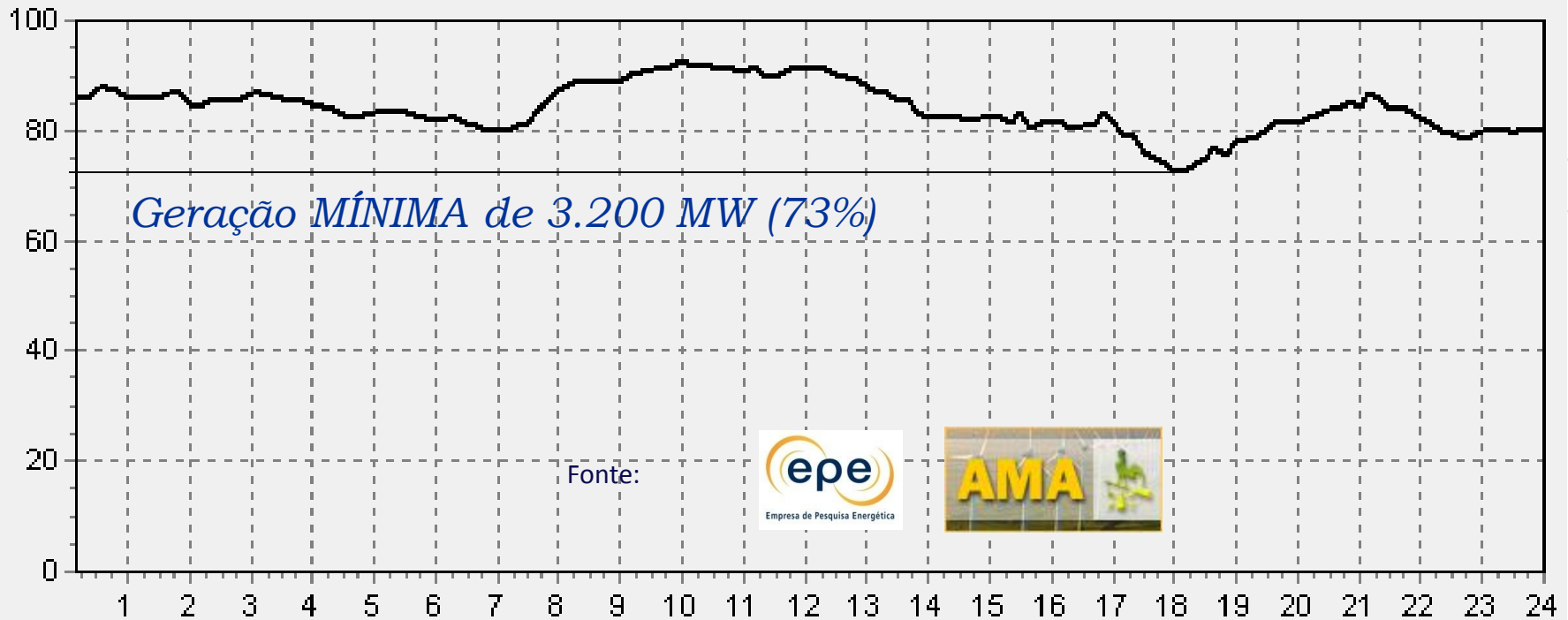


# Simulação operação parque eólico Região Nordeste

(2015, 4.336 MW, 167 parques)

Dia de MAIOR geração: 16/08/2015

Geração instantânea diária (% P instalada)

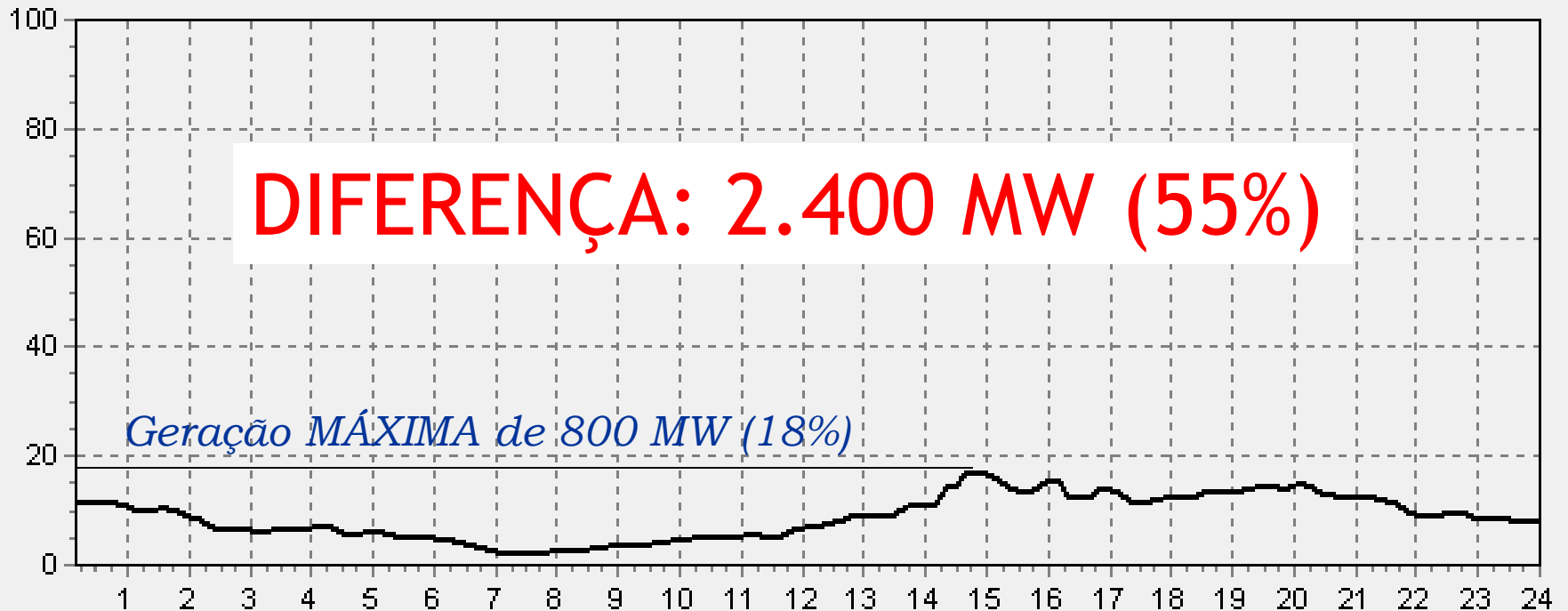


# Simulação operação parque eólico Região Nordeste

(2015, 4.336 MW, 167 parques)

Dia de MENOR geração: 06/04/2015

Geração instantânea diária (% P instalada)



Fonte:



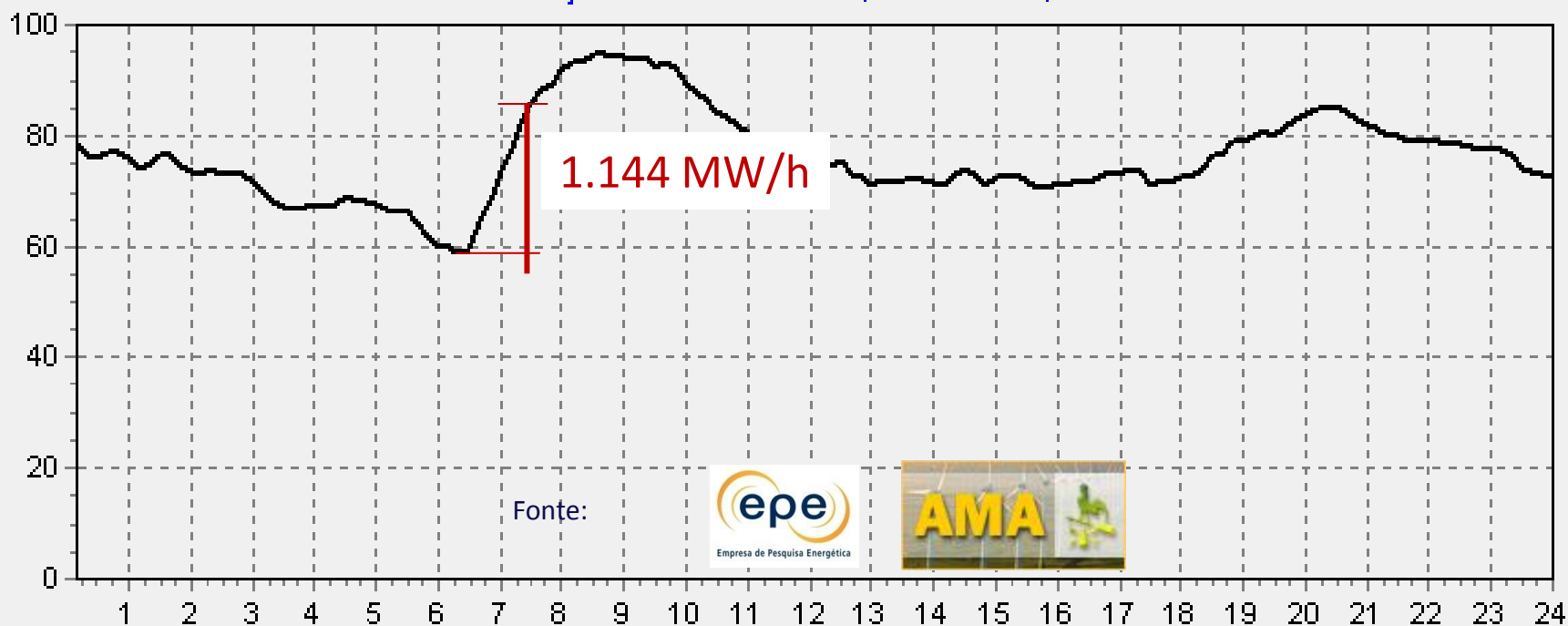


# Simulação operação parque eólico Região Nordeste

(2015, 4.336 MW, 167 parques)

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

Geração instantânea diária (% P instalada)

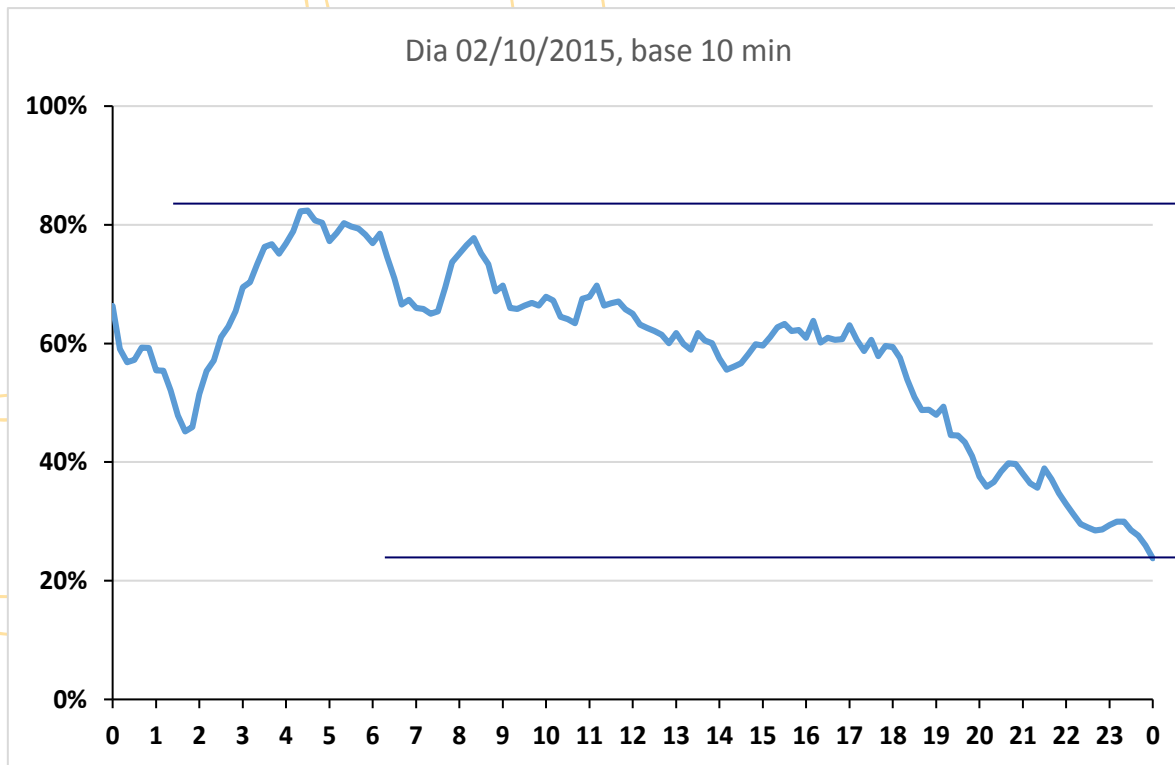


Fonte:



# Simulação operação parque eólico Região Nordeste (2015, 4.336 MW, 167 parques)

Dia: 02/10/2015



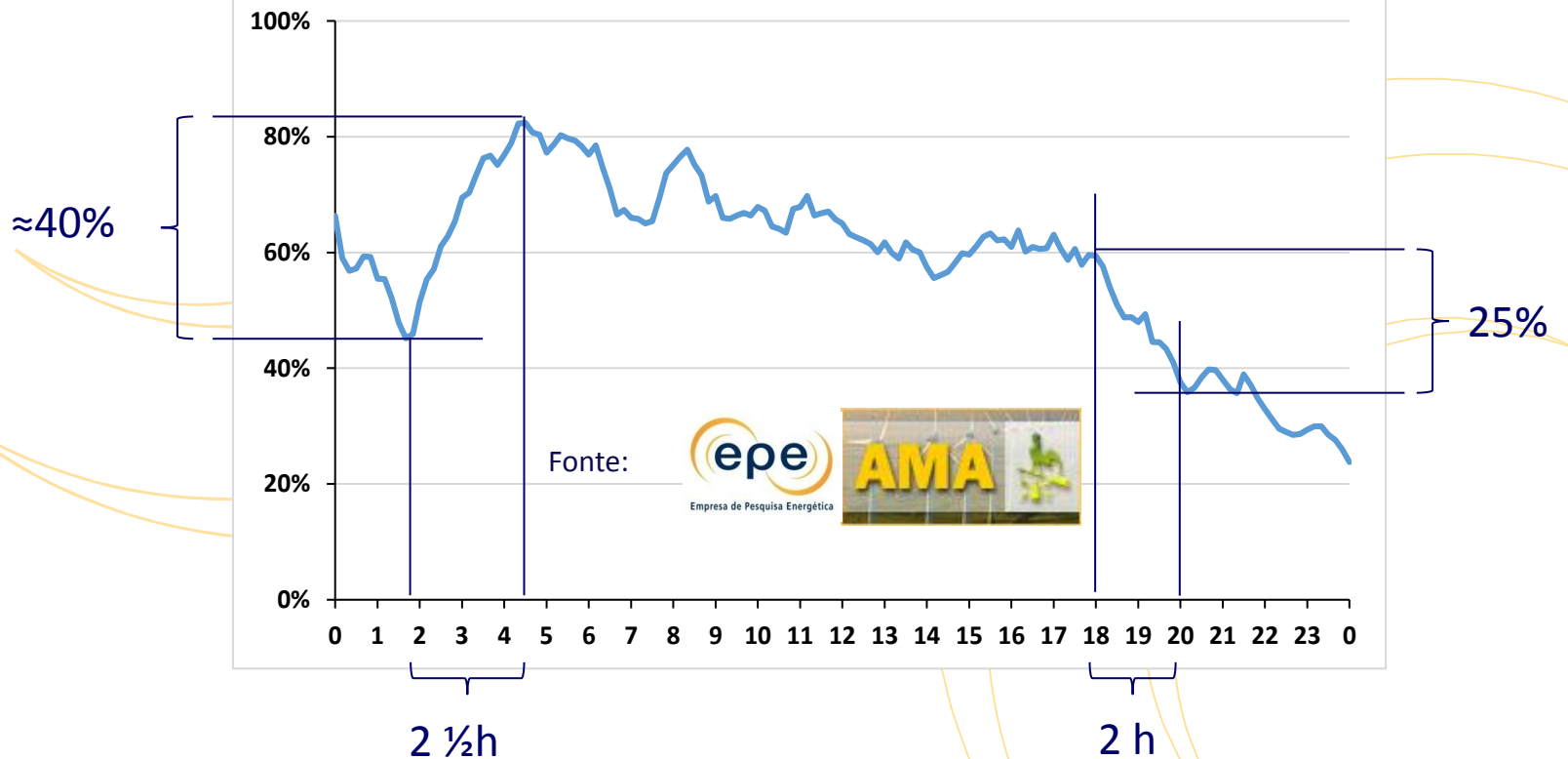
Fonte:



# Simulação operação parque eólico Região Nordeste (2015, 4.336 MW, 167 parques)

Dia: 02/10/2015

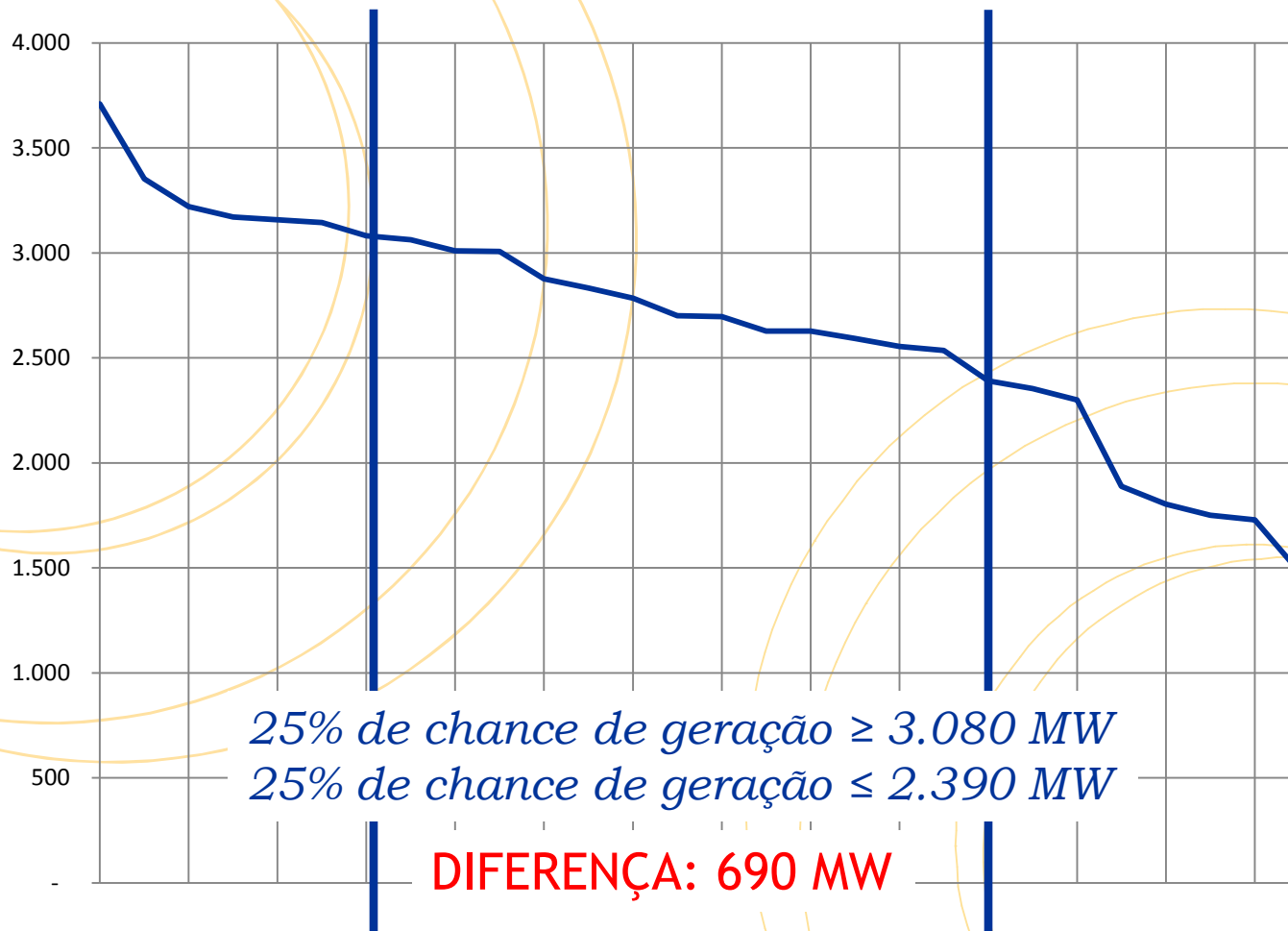
Dia 02/10/2015, base 10 min





# Operação parque eólico Região Nordeste

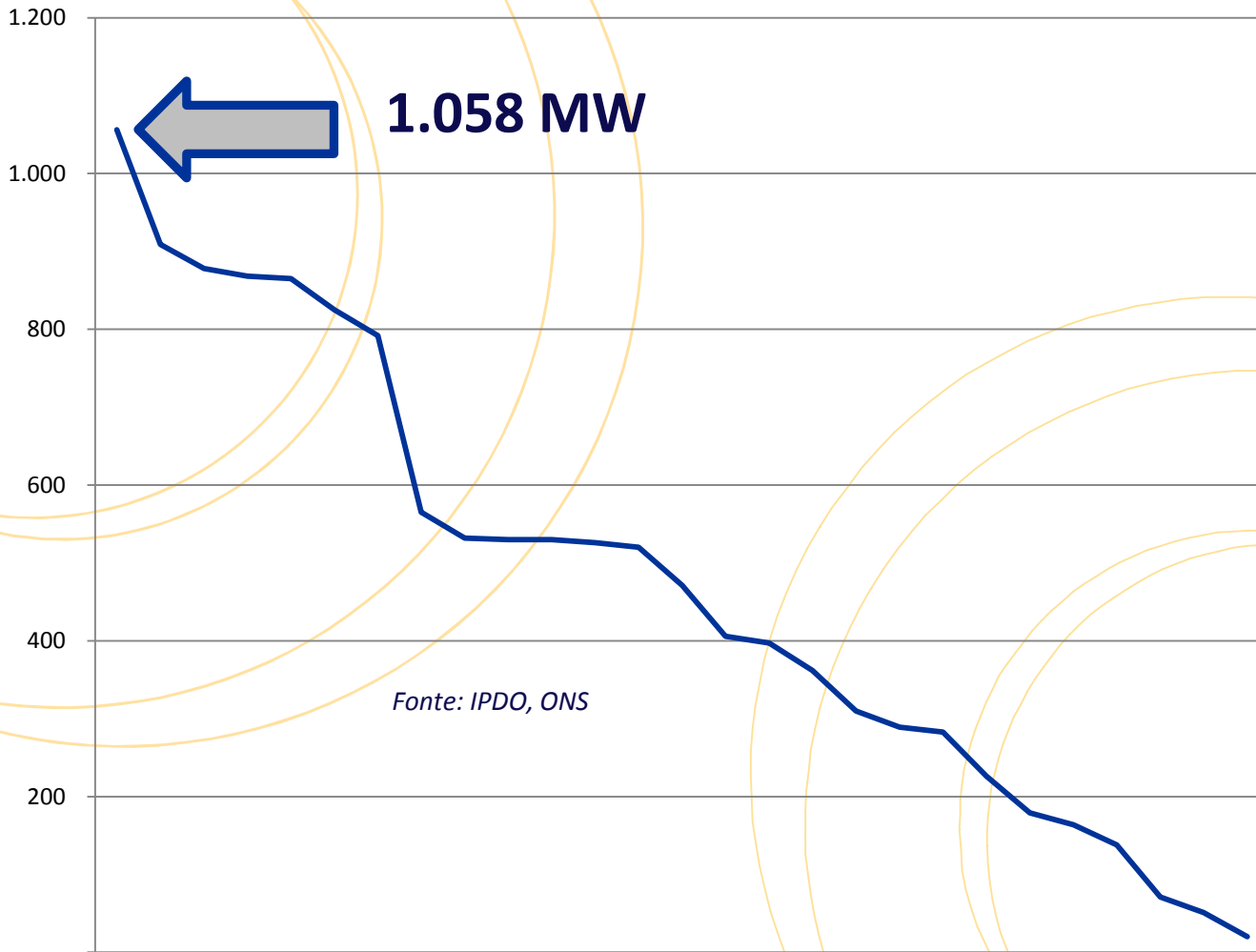
Permanência da geração nas últimas 4 semanas  
(entre 20 abr e 17 mai 2016)



Fonte: IPDO, ONS

# Operação parque eólico Região Nordeste

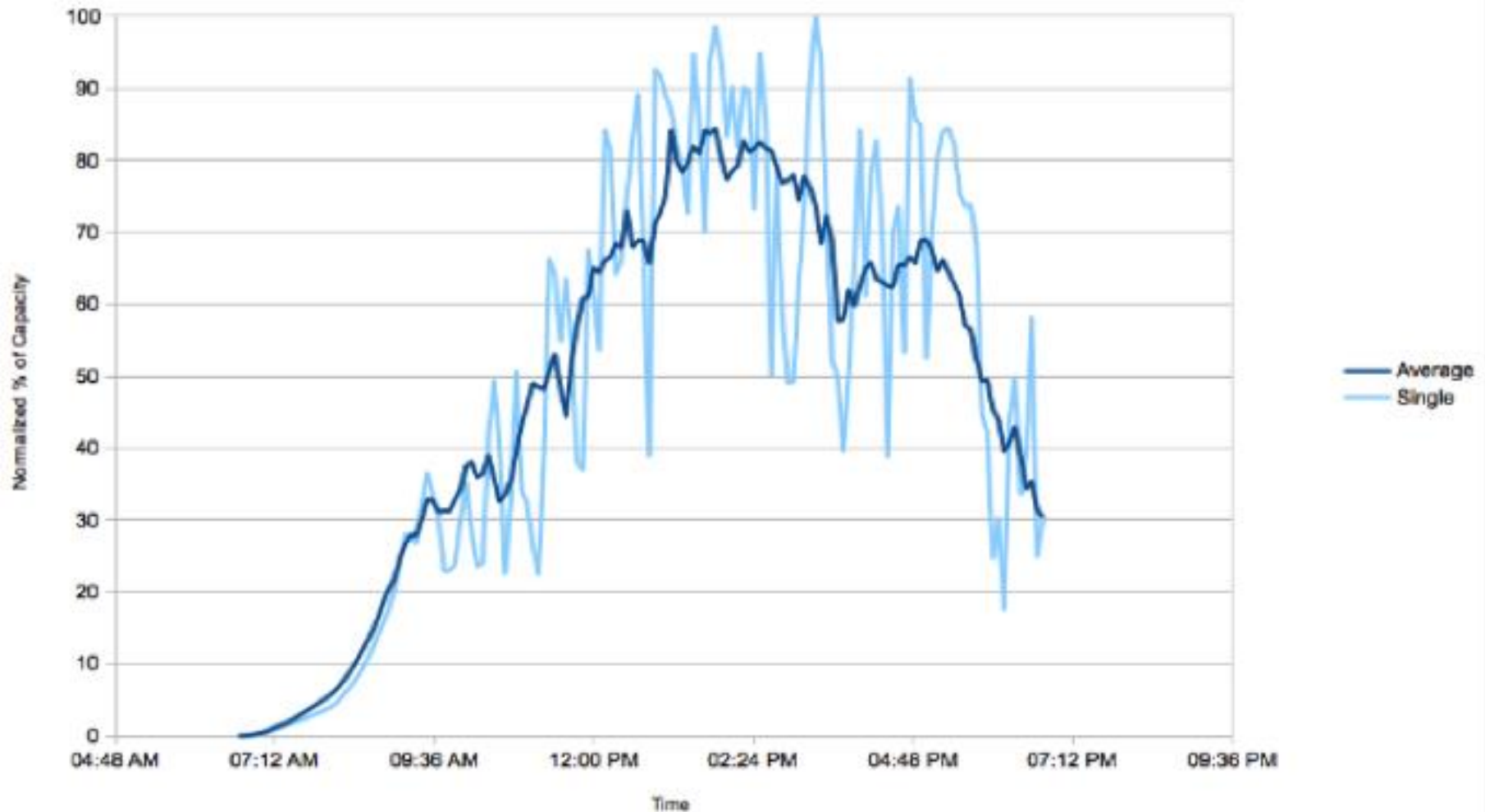
Diferença entre a geração média de dois dias consecutivos  
(entre 20 abr e 17 mai 2016)



# Características das fontes renováveis

## Geração solar em um dia típico

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



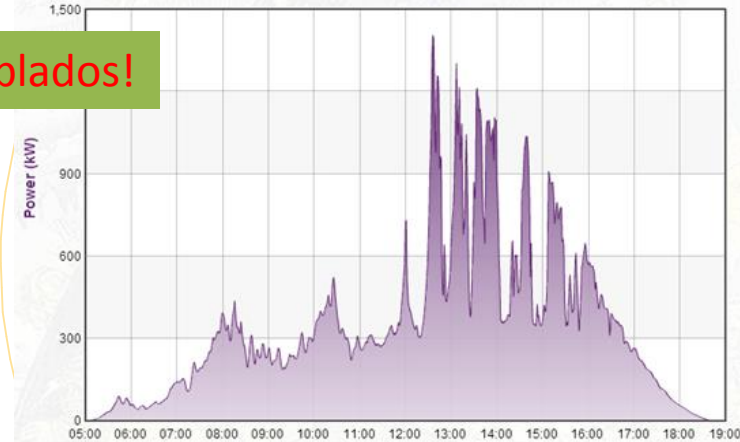
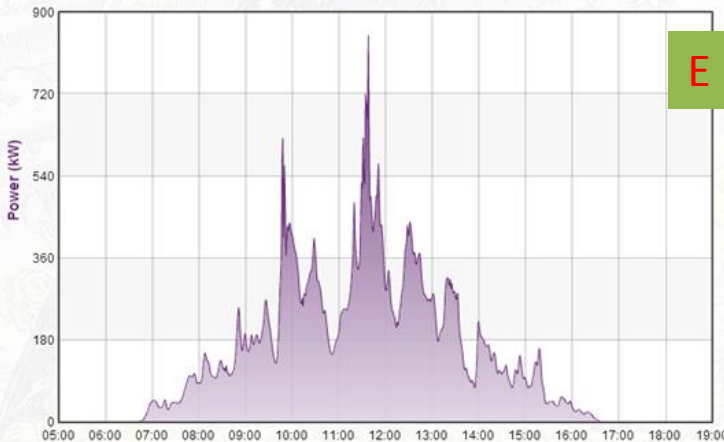
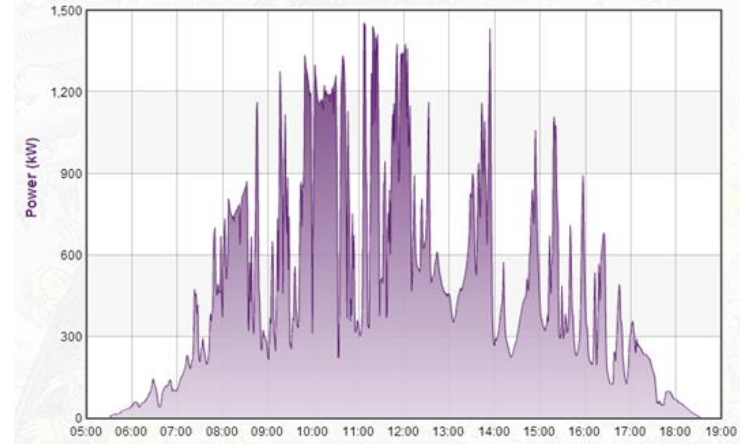
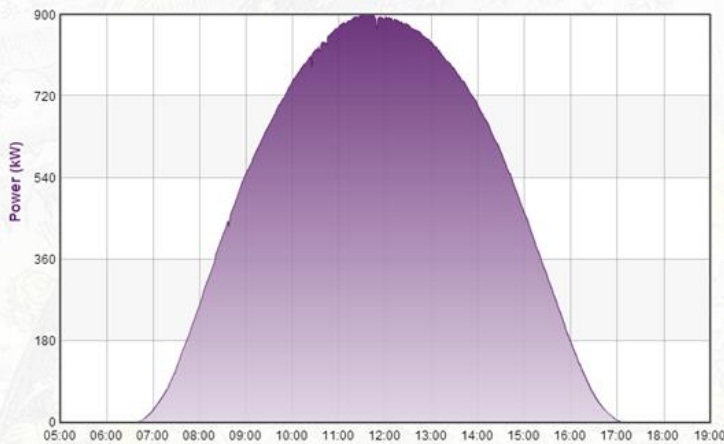


# Geração solar fotovoltaica

Elaboração: EPE, com dados de usinas europeias

Há dias ensolarados no inverno ...

... E dias ensolarados no verão!

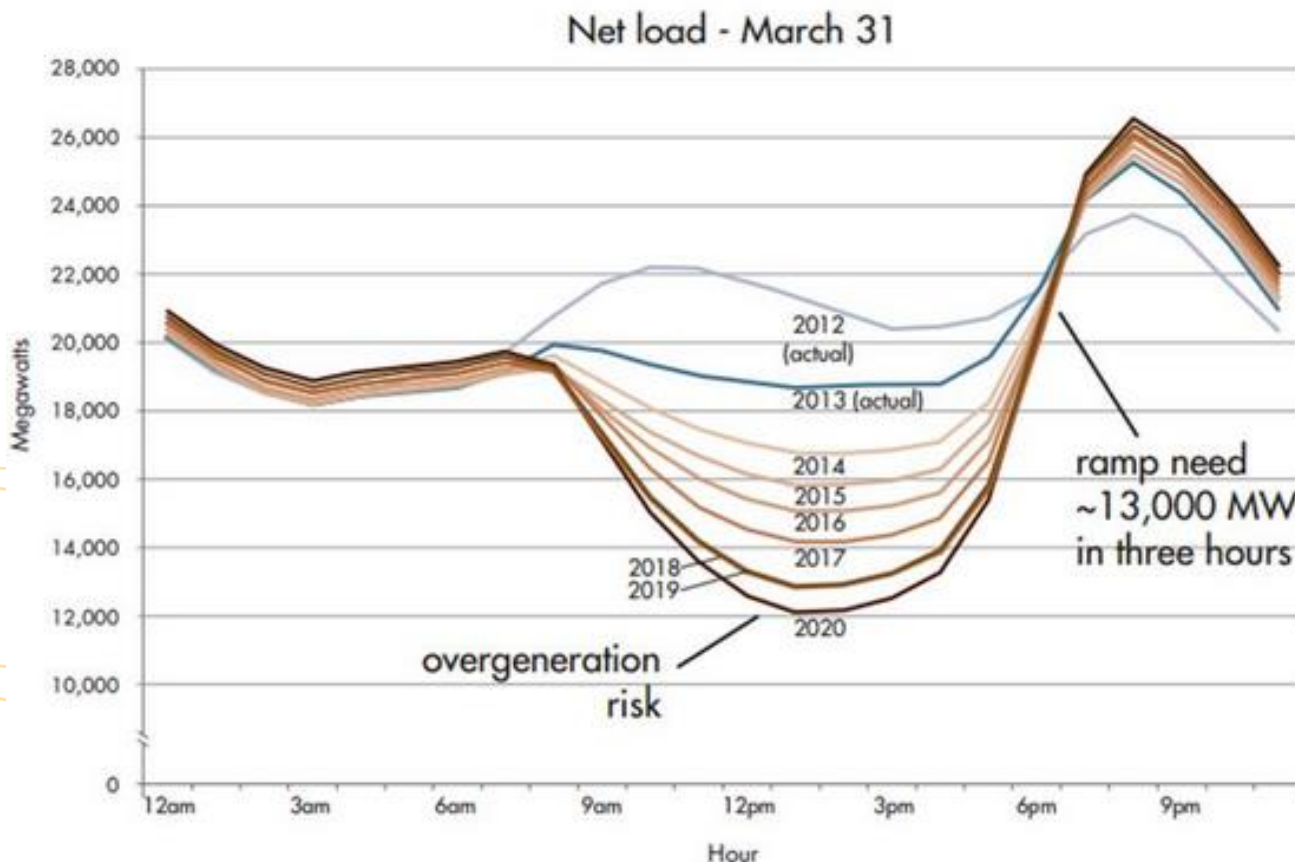


E há dias nublados!

Em comum, variações de potência superiores a 30% da instalada em intervalo de 1 minuto e superiores a 40% em 10 minutos!

# O “fading” da geração fotovoltaica ...

Efeito sobre a curva de carga diária na Califórnia



ystem Operator

No pôr-do-sol ocorre rápido aumento da carga.  
Essa diferença deve ser suprida por fontes despacháveis.



# Novos desafios ...

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

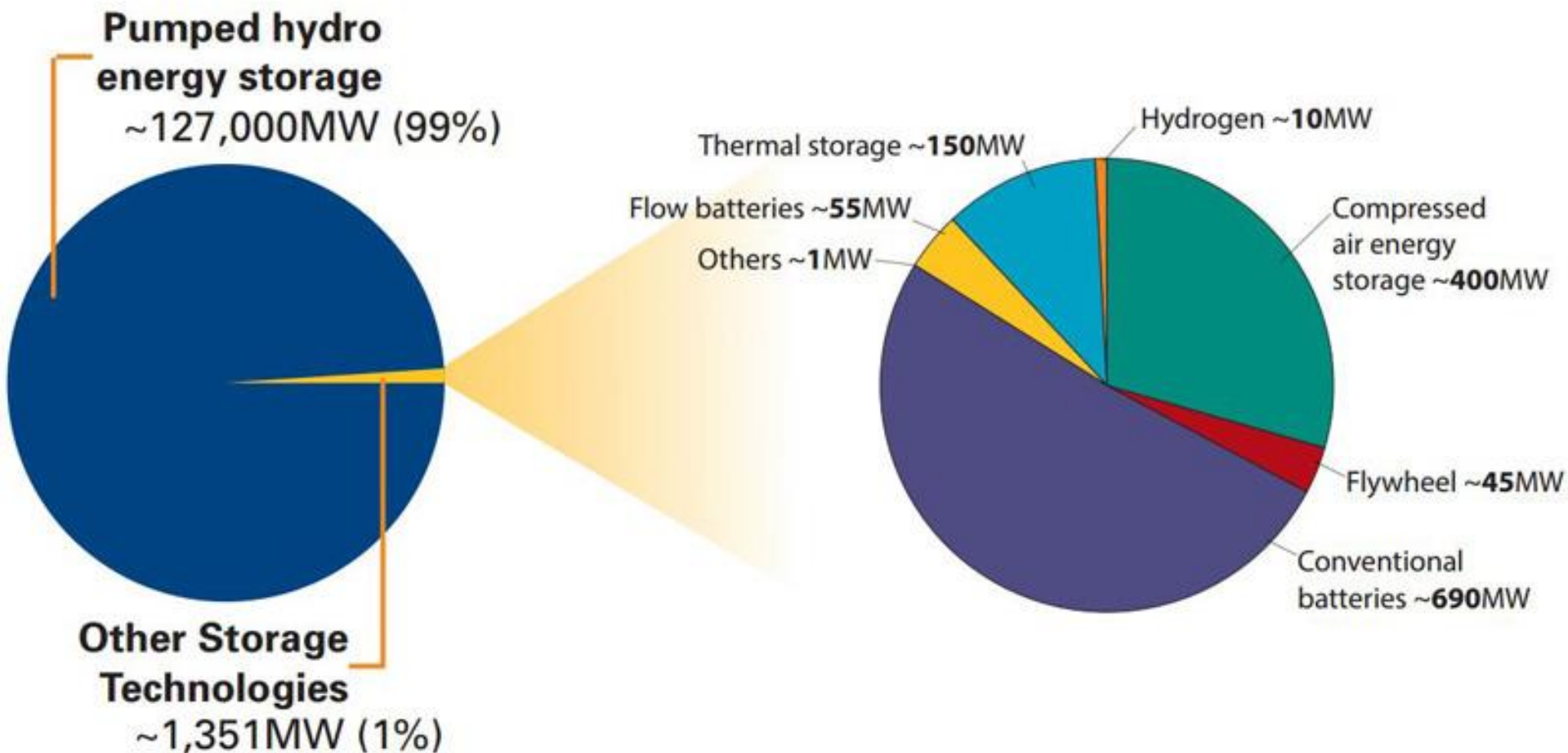
baterias

geradores/motores de partida rápida

CSP (concentrated solar power)



# Total Capacity (left) and Non Pumped Hydro only (right) in MW in 2012



Fonte: Copper Development Association Inc.



# 5

## Considerações finais

# Considerações finais

A **distribuição dos recursos energéticos**  
na região (**América do Sul**)  
é **assimétrica porém complementar**.  
Assim a **integração energética**  
oferece a **oportunidade**  
para que o **aproveitamento** desses recursos  
possa ser feito de forma **sustentável**.



# Considerações finais

Há progressos na  
**integração energética regional**  
porém ainda está **limitada à integração comercial**  
**e por projetos.**

Além disso, a introdução em larga escala de  
**fontes renováveis e novas**  
**tecnologias de geração de energia**  
impõem **desafios técnicos** que devem ser  
levados em conta no trato da **integração regional**



# Considerações finais

Para avançar na integração energética Regional devem ser enfrentados

os seguintes desafios entre outros:

- a) Assimetria na repartição dos benefícios da integração
- b) Diferenças no trato da propriedade e da exploração dos recursos
- c) Diferenças na regulação dos mercados





# 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 - 3101





# Novas Tecnologias e seu impacto sobre a Integração Elétrica

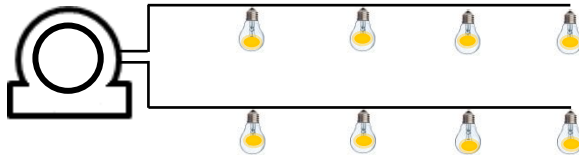
Djalma M. Falcão

**COPPE**  
UFRJ

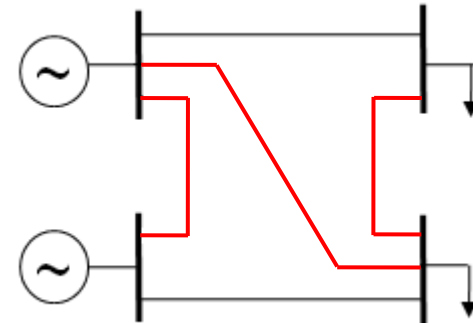


# Evolução dos Sistemas de Energia Elétrica

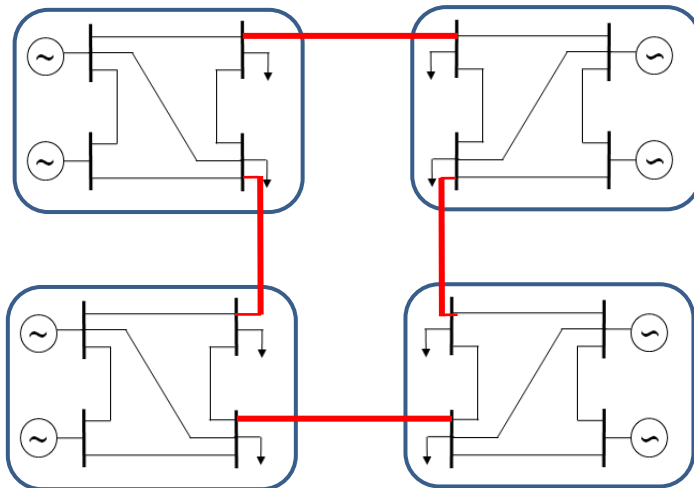
Unidades Isoladas  
Pearl St. (1882)



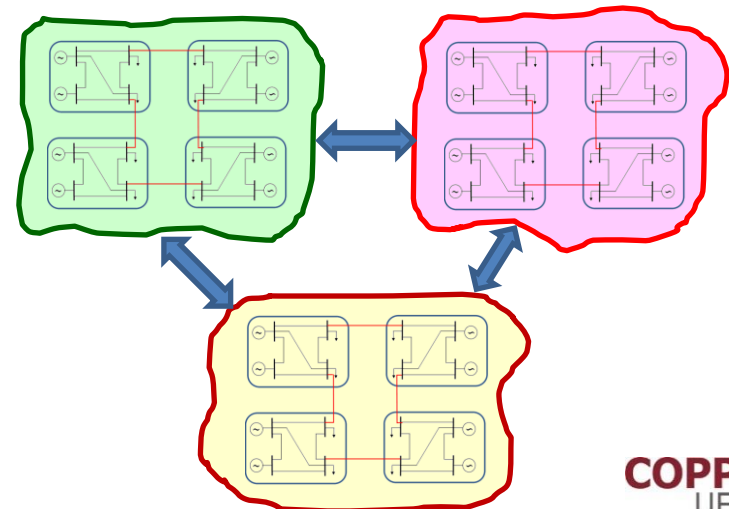
Sistema Elétrico



Sistema Interligado

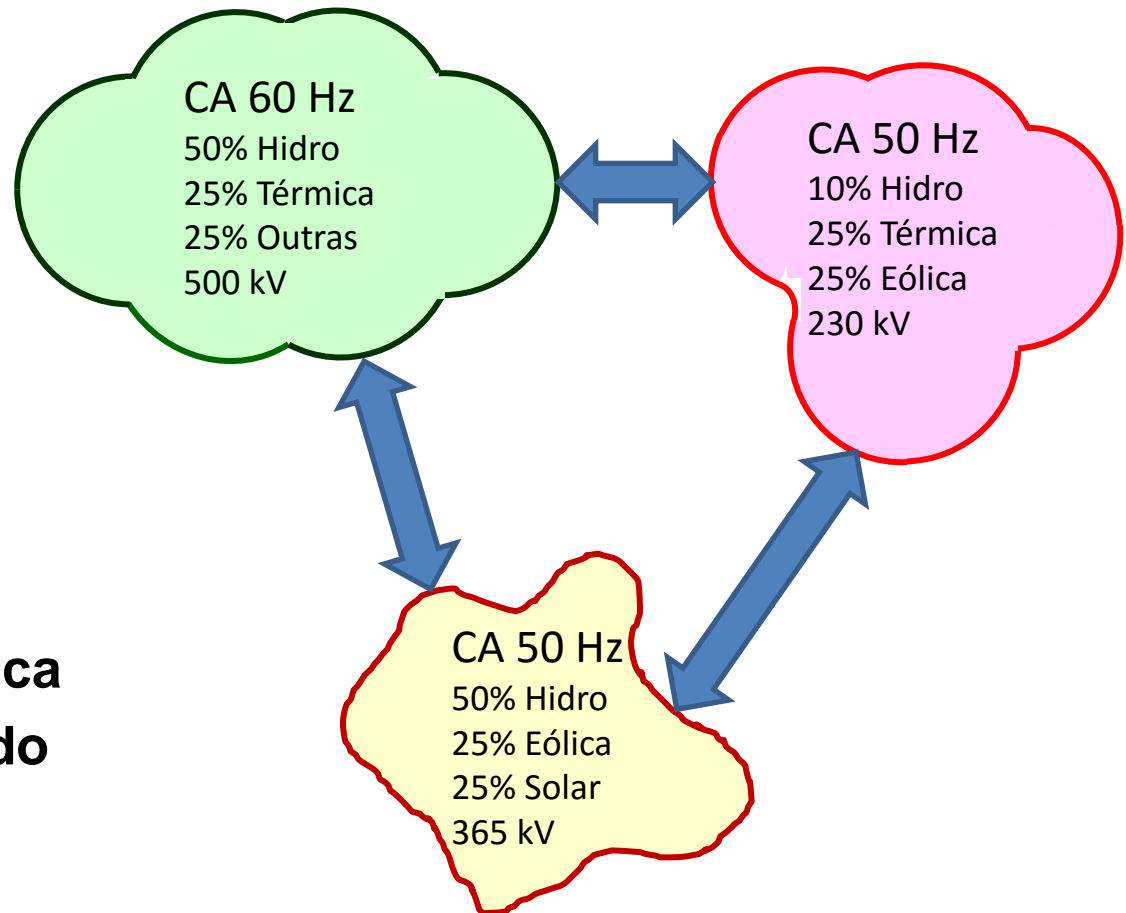


Integração Internacional



# Dificuldades para Integração Internacional

- **Sistemas CA com diferentes frequências**
- **Capacidades diferentes**
- **Composição de fontes diversas**
- **Critérios operacionais particulares**
- **Regulação específica**
- **Modelos de mercado diferentes**



# Vantagens das Interconexões

- Possibilidade de uso de fontes de energia mais eficientes
- Complementação energética
- Exploração da diversidade hidrológica
- Redução da reserve de capacidade do sistema
- Aumento da confiabilidade e resiliência do sistema interligado
- Redução de perdas devido à operação otimizada

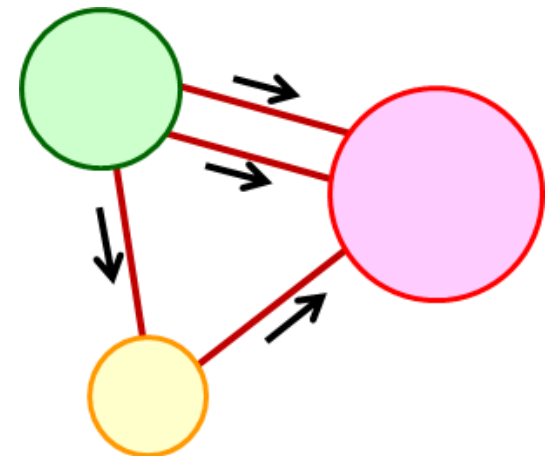
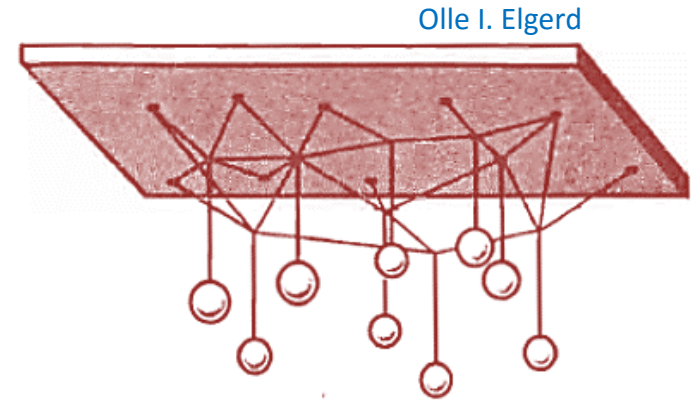


Fonte: A. Ventura MME

# Problemas Técnicos

## Interconexões Síncronas (CA)

- Propagação de perturbações
- Controle do fluxo de potência nas interligações
- Controle de frequência
- Estabilidade angular e de tensão
- Oscilações inter-áreas
- Maior risco de blecautes devido ao efeito cascata





# Sistemas Alternativos de Interconexão

## ■ Interconexão AC

- Tecnologia madura
- Capacidade depende do nível de tensão
- Acoplamento síncrono

## ■ Interconexão CC

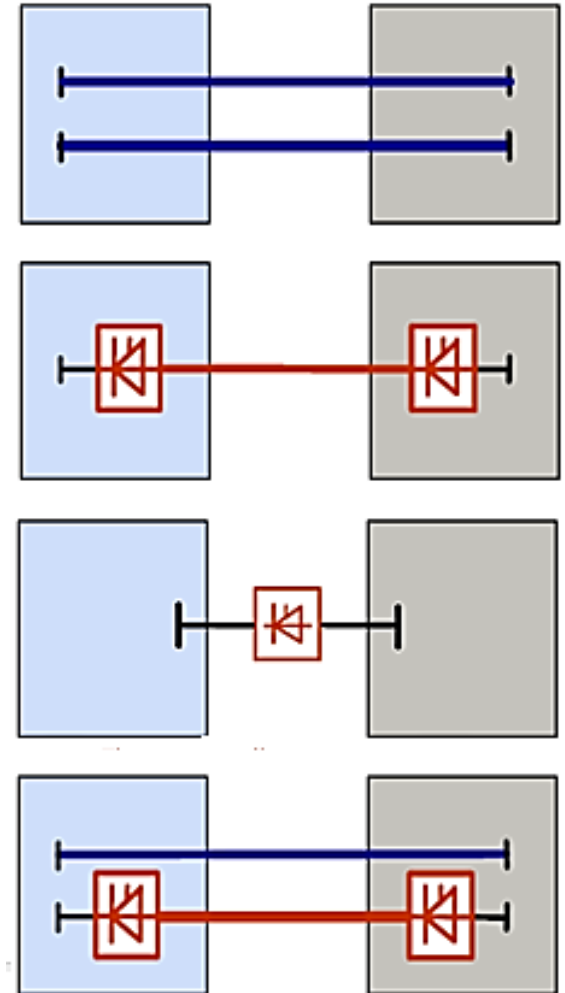
- Tecnologia em evolução
- Indicada para ligações ponto a ponto
- Desacoplamento síncrono

## ■ Interconexão CC Back-to-Back

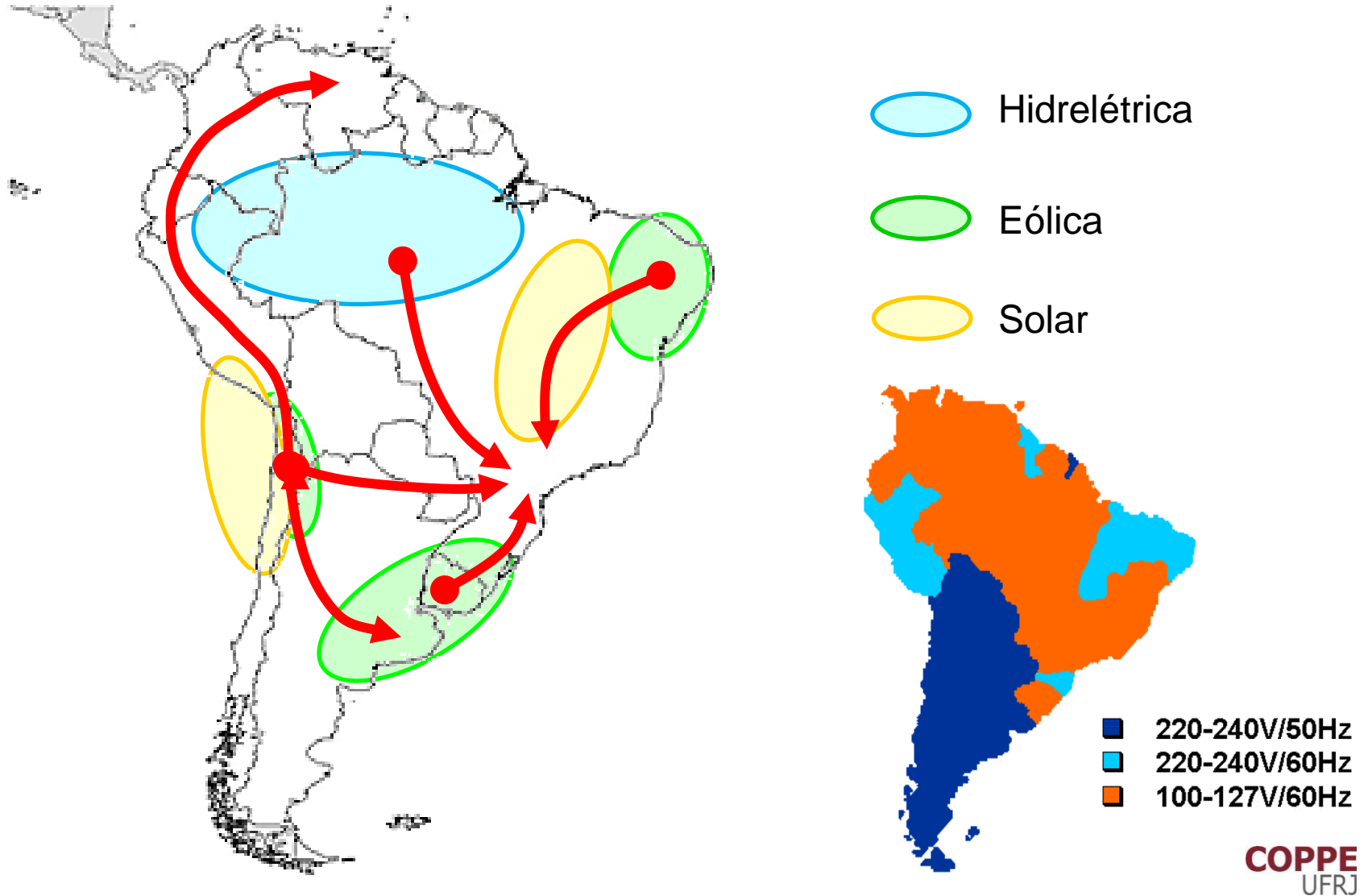
- Baixa capacidade e pequenas distâncias
- Sistemas com características incompatíveis

## ■ Interconexão Híbrida AC-CC

- Combinação de características



# Integração de Fontes Renováveis na AS



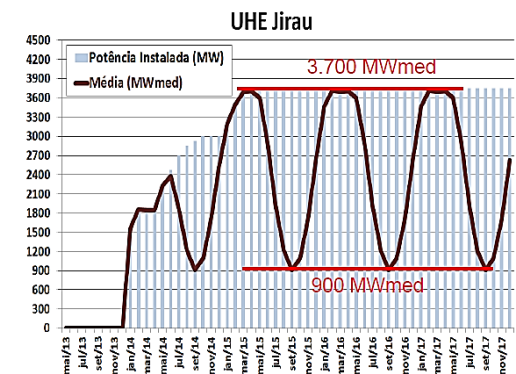
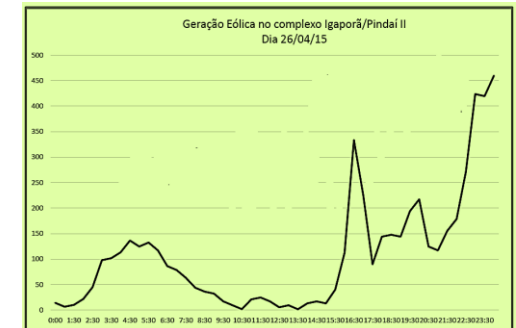
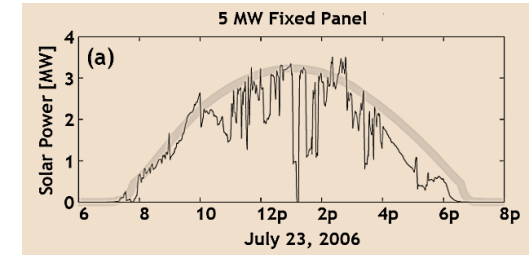
# Desafios das Fontes Renováveis

## ■ Variabilidade

- Eólica e Fotovoltaica
  - Grande variabilidade no curto e médio prazo (MW)
  - Melhor previsibilidade no longo prazo (MWh)
- Termosolar (armazenamento + híbrida)
  - Regulável
- Hidrelétricas
  - Com reservatórios: regulável e otimizável
  - Fio d'água: sujeita a fortes variações sazonais

## ■ Reserva

- Reserva girante
- Reserva de curto-prazo
- Reserva de longo prazo
- Fontes flexíveis (turbinas gas)



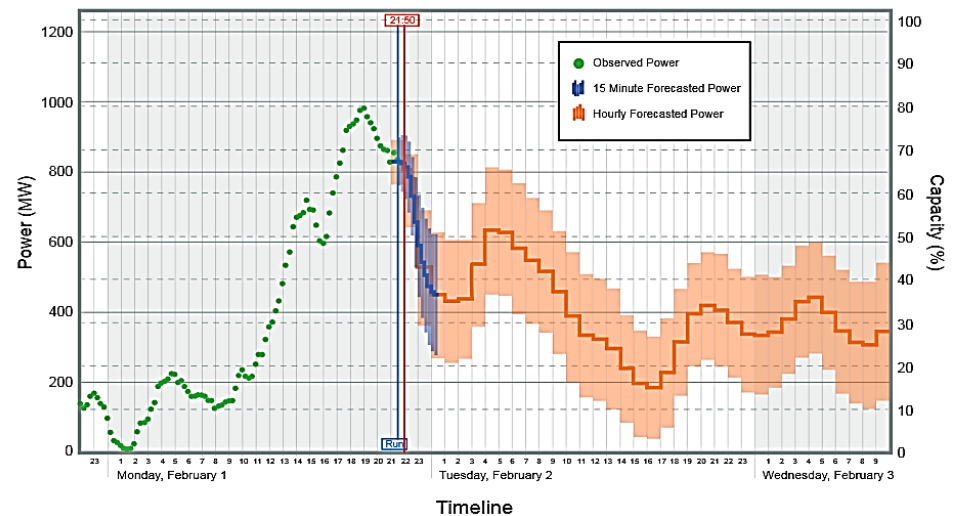
# Desafios das Fontes Renováveis (cont.)

## ■ Localização

- Grande porte distante dos centros de demanda
- Exigem reforços no sistema de transmissão
- Exceção é a fotovoltaica distribuída

## ■ Previsão

- Métodos Físicos
  - Baseados em dados de temperatura, pressão, características da superfície, obstáculos, etc.
- Métodos Estatísticos
  - Utilizam o histórico de geração de cada instalação



# Novas Tecnologias de Geração

## ■ Controle de Tensão e Geração de Potência Reativa

- Eólica: *Doubly fed induction generator* e *Full-power conversion*
- Solar: Inversores inteligentes

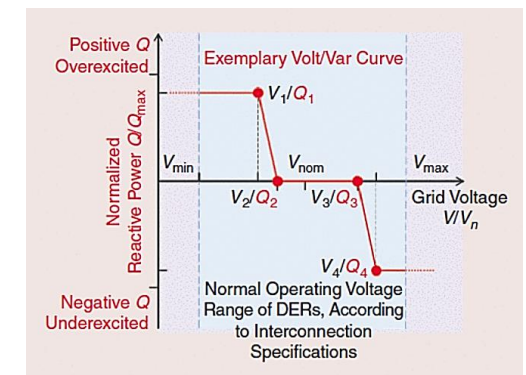
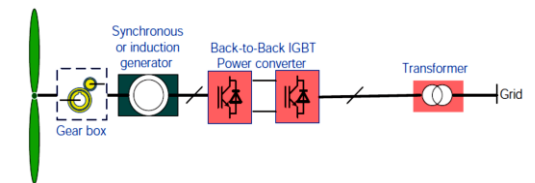
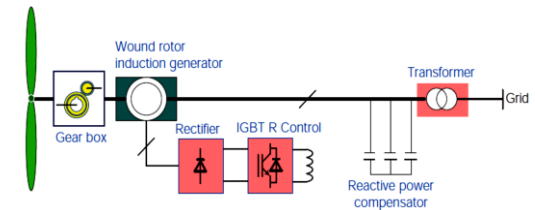
## ■ *Fault Ride-Trough*

- Manter-se conectada durante defeitos (curto-circuitos)

## ■ Controle de Frequência

- Eólica: **Inércia sintética**

## ■ Limitação de Corrente de Curto-Circuito



# Novas Tecnologias de Transmissão

## ■ Níveis de tensão mais elevados na transmissão em CA e CC

- UHVAC: 1000 kV
- UHVDC:  $\pm 800$  kV,  $\pm 1100$  kV

## ■ Novas Tecnologias de transmissão CC

- VSC-HVDC (*Voltage Source Converter*)
- MTDC (Multiterminal)

## ■ Novas Tecnologias de transmissão AC

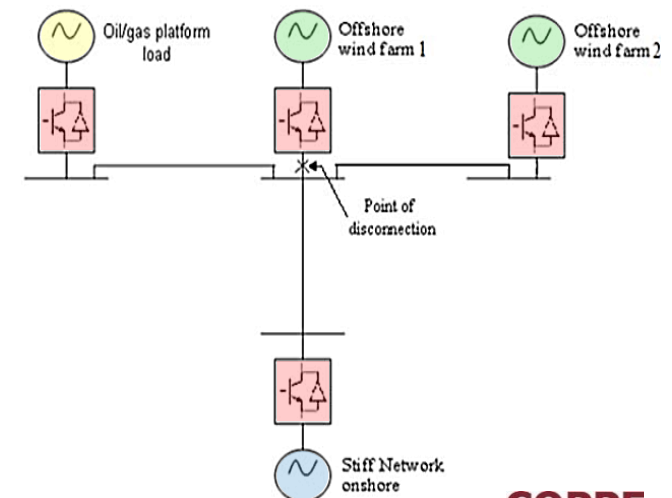
- Meia onda
- LPNE (Linhas de Potência Natural Elevada)

## ■ Dispositivos FACTS

- Controladores rápidos baseados em eletrônica de potência
- TCSC, STATCOM, SSSC, UPFC



Jindongnan to Nanyang to Jingmen 1000kV UHV





# Armazenamento

## ■ Reservatórios das Hidrelétricas

- Hidrelétricas podem responder rapidamente
- Complementariedade sazonal hidro-eólica
- Restrições ambientais reduzem capacidade de armazenamento

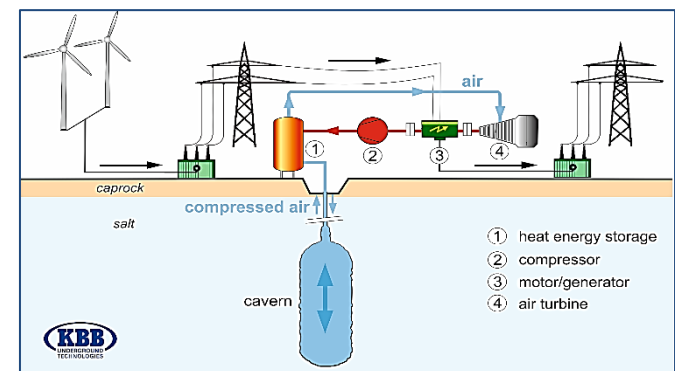
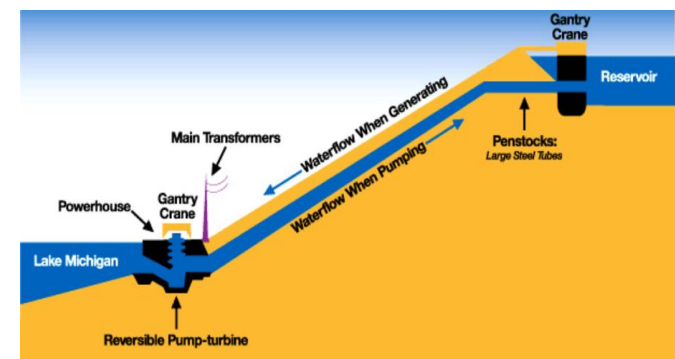
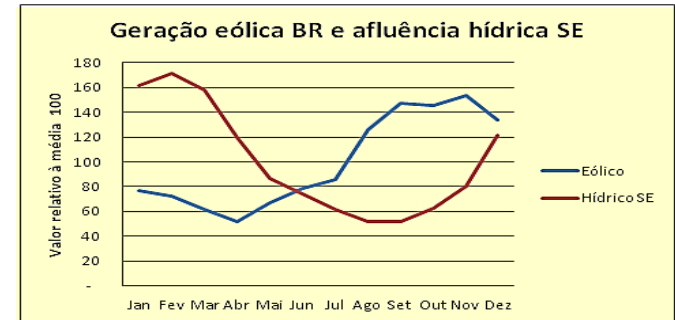
## ■ Usinas de Bombeamento

- Papel importante para reserva de curto prazo

## ■ Ar Comprimido

## ■ Hidrogênio

## ■ Fly-Wheel



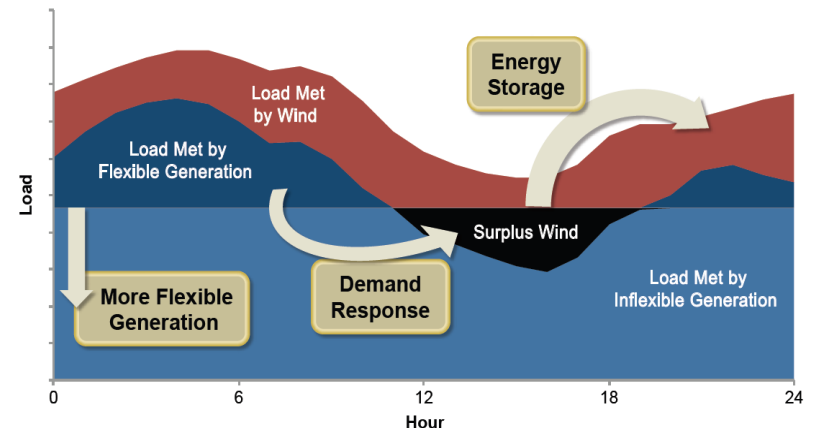
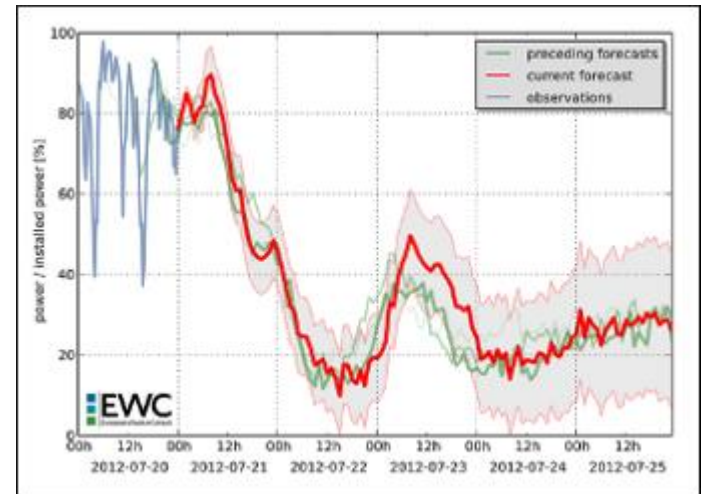
# Avanços nas Técnicas de Operação

## ■ Previsão

- Eólica
  - Curtíssimo (minutos-horas): difícil
  - Médio e longo prazo (semanas-meses): mais fácil
- Solar: menos complicada

## ■ Gerenciamento da Demanda

- Indispensável em cenários com capacidade elevada de geração intermitente
- Redução da demanda no curto prazo para evitar emergências
- Redução de incerteza energética no longo prazo
- Sinergia com armazenamento e fontes flexíveis



# Avanços nas Técnicas de Operação

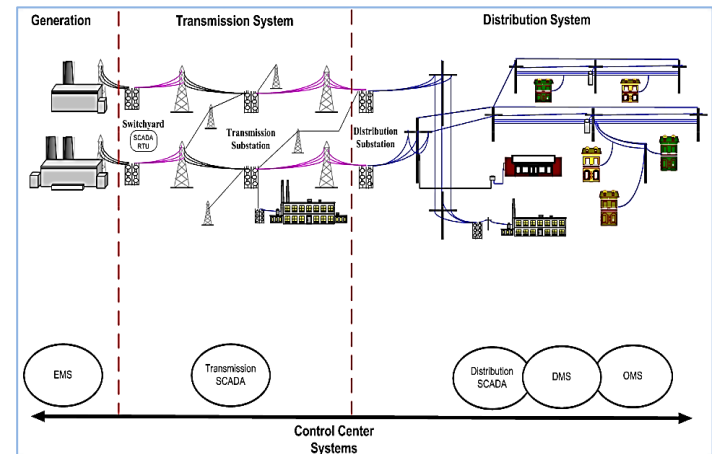
## ■ WAMPAC

- *Wide Area Monitoring Protection and Control*
- Medição Fasorial Sincronizada
- Consciência Situacional
- Avaliação Online da Segurança



## ■ Integração Transmissão-Distribuição

- Geração distribuída
- Informações sobre a operação da rede de distribuição são essenciais
- Ações de controle da demanda ocorrem principalmente no nível de distribuição



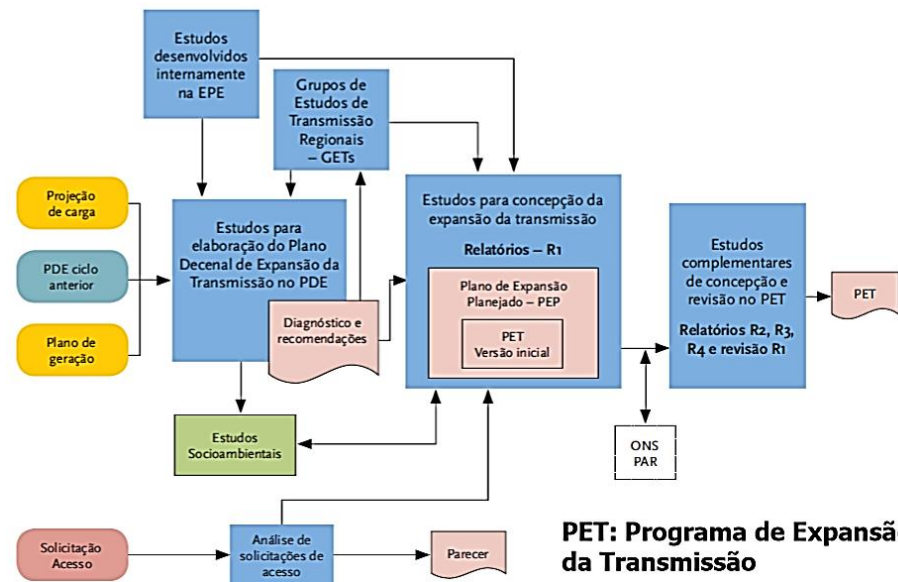
# Planejamento da Transmissão

## ■ Presente

- Escolha de algumas opções por especialistas e avaliação determinística do desempenho
- Critério N-1, *pior caso*

## ■ Futuro

- Avaliação probabilística
- Importante no caso de participação relevante de fontes intermitentes



Fonte: Dourival Carvalho Jr. EPE

# Programas de Inovação Tecnológica

---

- **Necessidade de mecanismo/fórum para fomentar a discussão e pesquisa de temas relacionados à integração internacional**
- **Alguns temas relevantes**
  - Problemas técnicos associados aos potenciais sistemas de transmissão para a integração
  - Modelo preliminar de um mercado energético Sul-americano
  - Aspectos regulatórios da integração internacional na América do Sul
- **Levantamento de possíveis fontes de financiamento de atividade PD&I voltadas para integração elétrica**
- **Cooperação com órgãos de fomento a PD&I da Europa, América do Norte e Ásia**

# Obrigado

**Djalma M. Falcão**

**[falcao@nacad.ufrj.br](mailto:falcao@nacad.ufrj.br)**

COPPE/UFRJ

Programa de Engenharia Elétrica

Caixa Postal 68504

21941-972 Rio de Janeiro RJ



# NOVAS TECNOLOGIAS E SEGURANÇA ELÉTRICA NA AMÉRICA LATINA

INTEGRAÇÃO ELÉTRICA NA AMÉRICA LATINA  
RIO DE JANEIRO, 26 DE AGOSTO DE 2016.

JOISA DUTRA  
CENTRO DE ESTUDOS EM REGULAÇÃO E INFRAESTRUTURA (CERI/FGV)

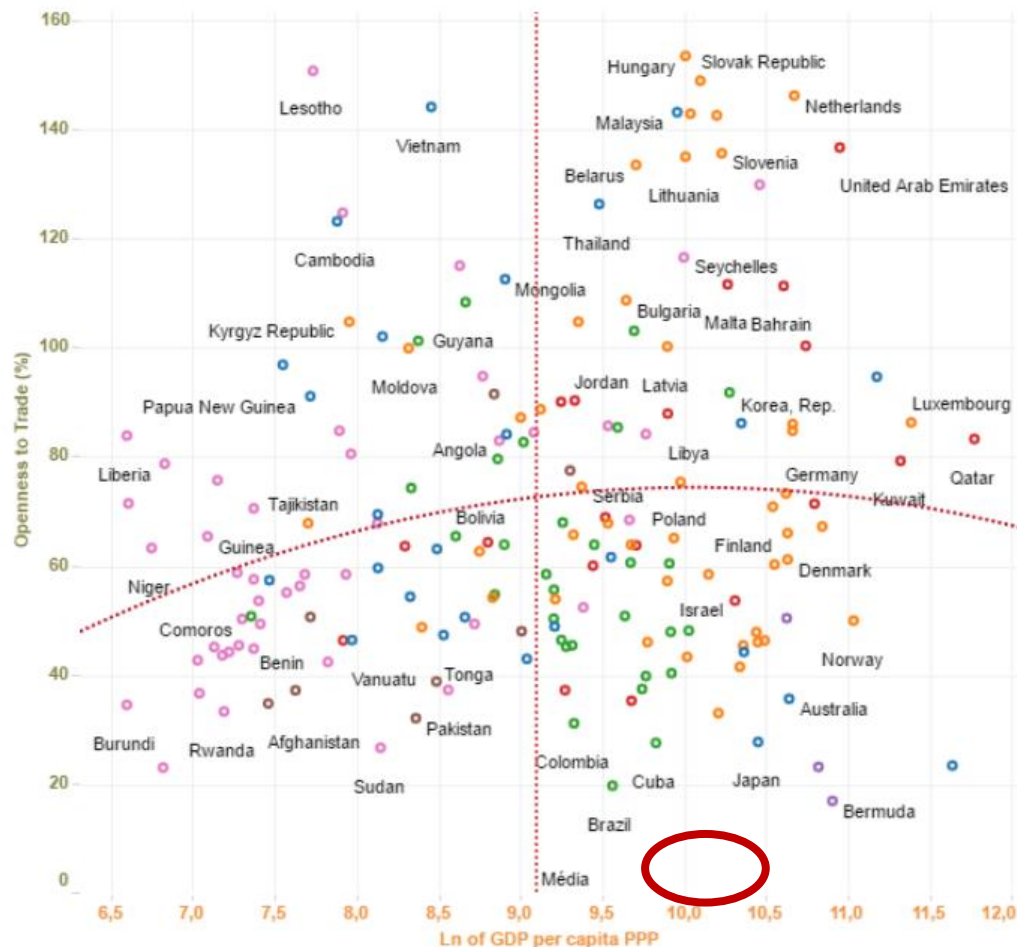


# ESTRUTURA DESSA APRESENTAÇÃO

- A Inserção do Brasil no Comércio Internacional
- A Inserção do Brasil na Cadeia Regional de Valor
- O Papel do Brasil no Processo de Integração
- Instrumentos de Integração
- Casos e Lições de Integração na Região
- Desafios do Setor Elétrico no Mundo e no Brasil Decorrentes de DER
- Considerações Finais

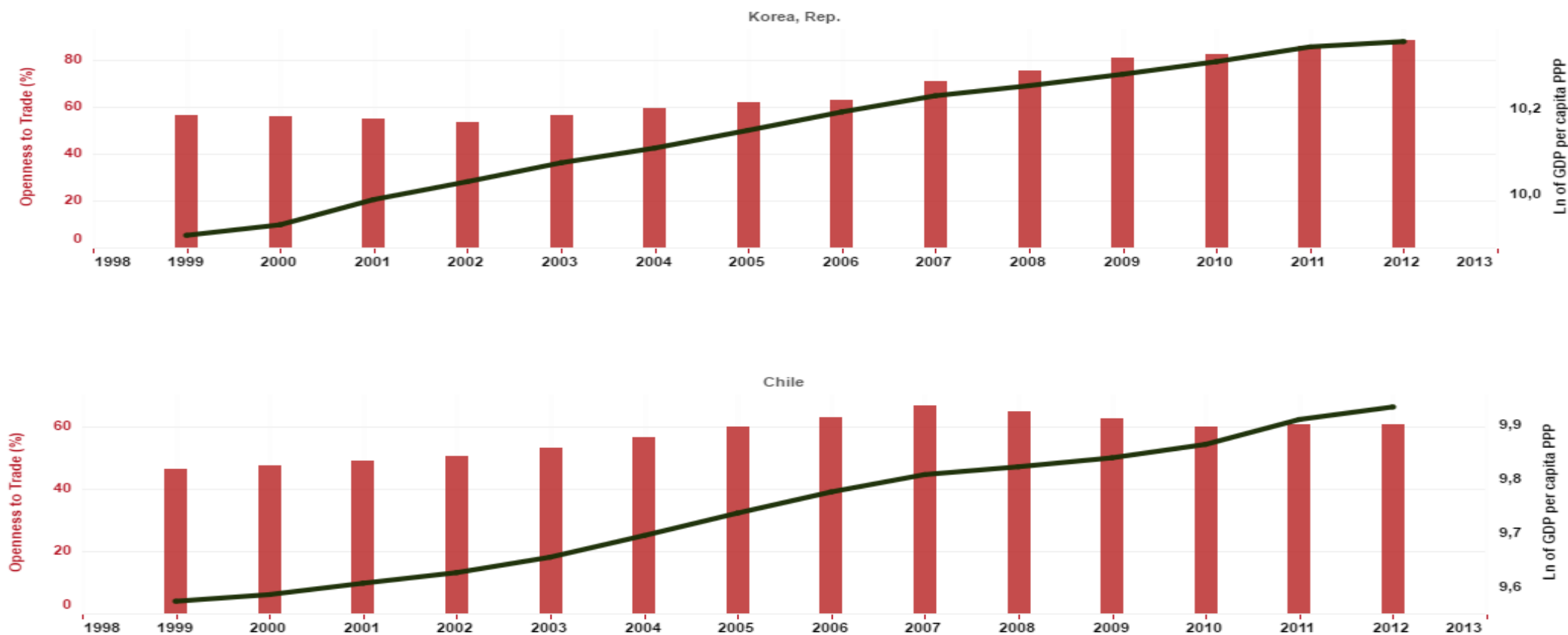
# A INSERÇÃO DO BRASIL NO COMÉRCIO INTERNACIONAL

Openness to Merchandise Trade and GDP per Capita (Average 2010-2012)



- ❖ A relação entre PIB e abertura comercial é bastante conhecida na literatura de comércio internacional
- ❖ Conforme os países se tornam mais ricos, eles tendem a aumentar a razão comércio internacional/PIB
- ❖ Tal relação é complexa e bidirecional:
  - quanto mais rico um país se torna maior é sua tendência ao comércio
  - países mais abertos ao comércio enriquecem mais rapidamente

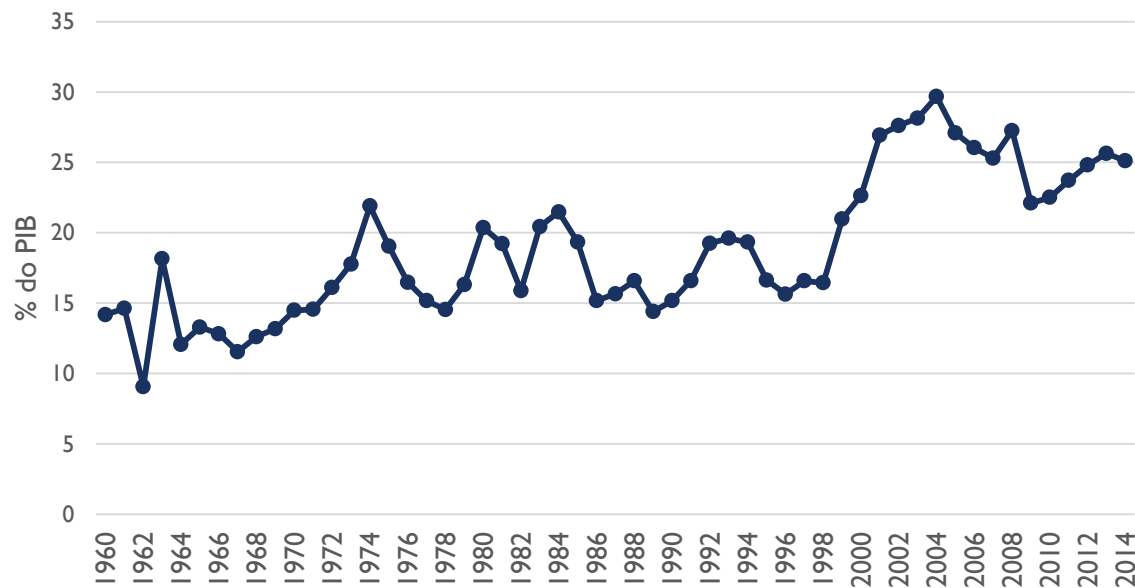
# PARA ALGUNS PAÍSES, É POSSÍVEL OBSERVAR UMA RELAÇÃO ENTRE ABERTURA AO COMÉRCIO E GDP DE MODO MAIS CLARO.



Fonte: Banco Mundial

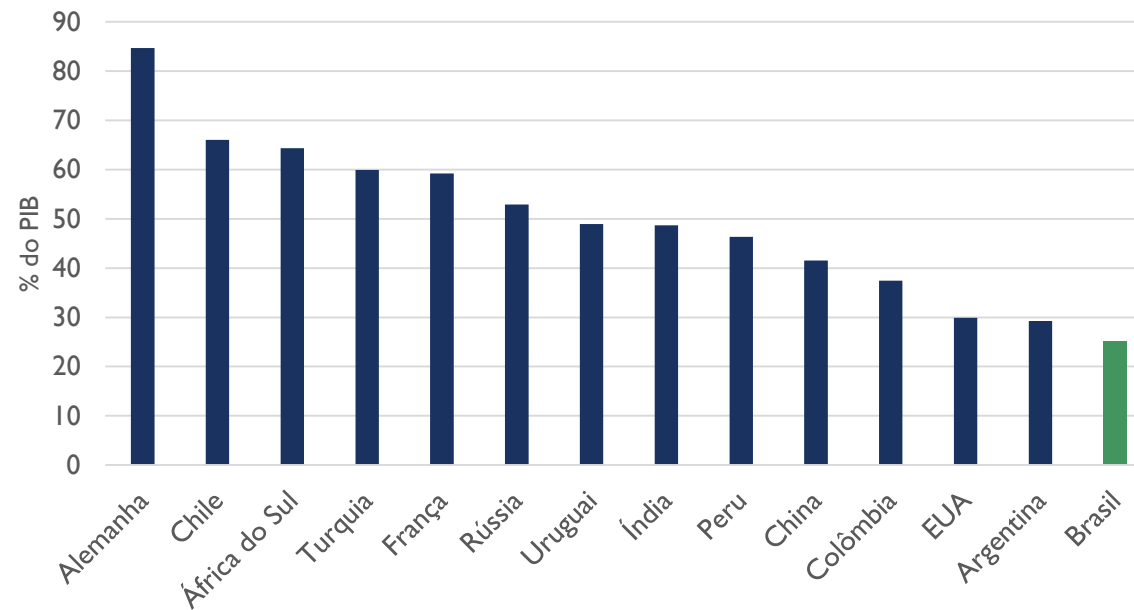
# A INSERÇÃO DO BRASIL NO COMÉRCIO INTERNACIONAL

## Participação do Comércio Exterior no PIB Brasileiro (1960 - 2014)



Fonte: Banco Mundial

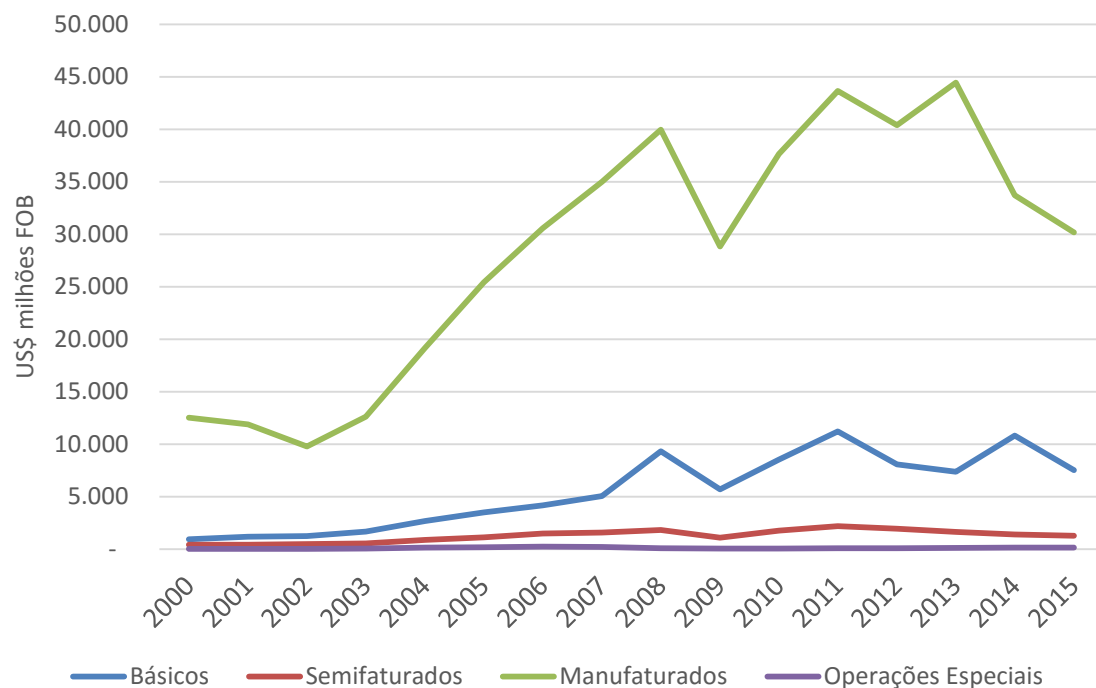
## Participação do Comércio Exterior no PIB (2014)



Fonte: Banco Mundial

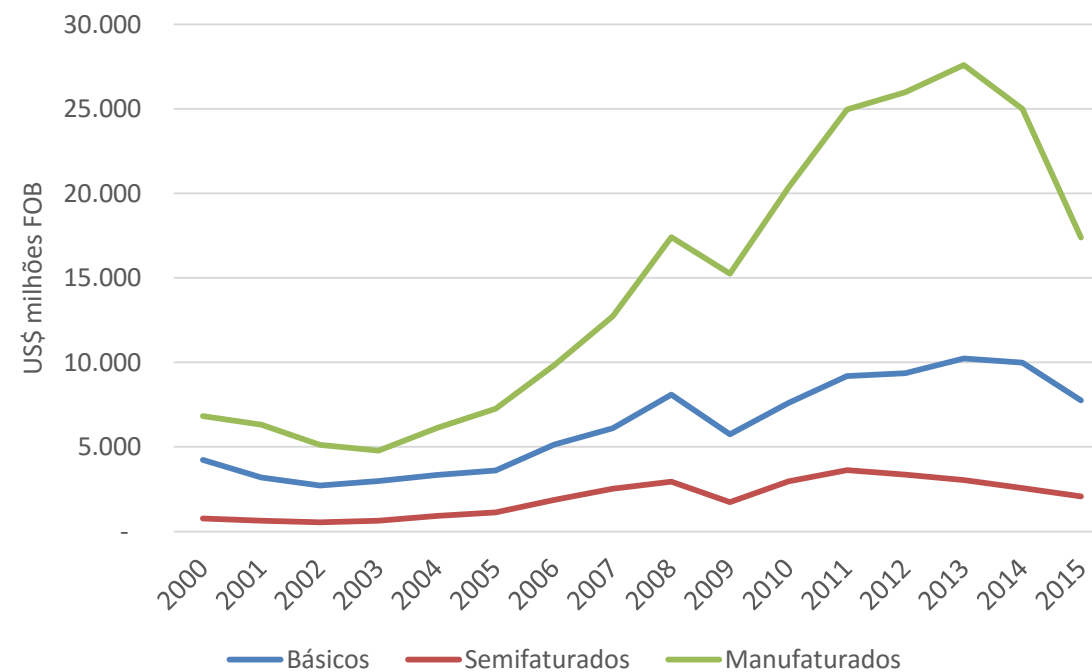
# A INSERÇÃO DO BRASIL NO COMÉRCIO INTERNACIONAL

## Exportações para a América Latina & Caribe (US\$ milhões)



Fonte: Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços

## Importações da América Latina & Caribe (US\$ milhões)



Fonte: Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços

# A INSERÇÃO DO BRASIL NA CADEIA REGIONAL DE VALOR

## Absorção, reflexão e redirecionamento do comércio no Mercosul

### Exportações do Brasil à Argentina

Argentina	77,2%
Brasil	5,5%
Uruguai	0,4%
Paraguai	0,3%

### Exportações da Argentina ao Brasil

Brasil	83%
Argentina	2%
Uruguai	0,2%
Paraguai	0,2%

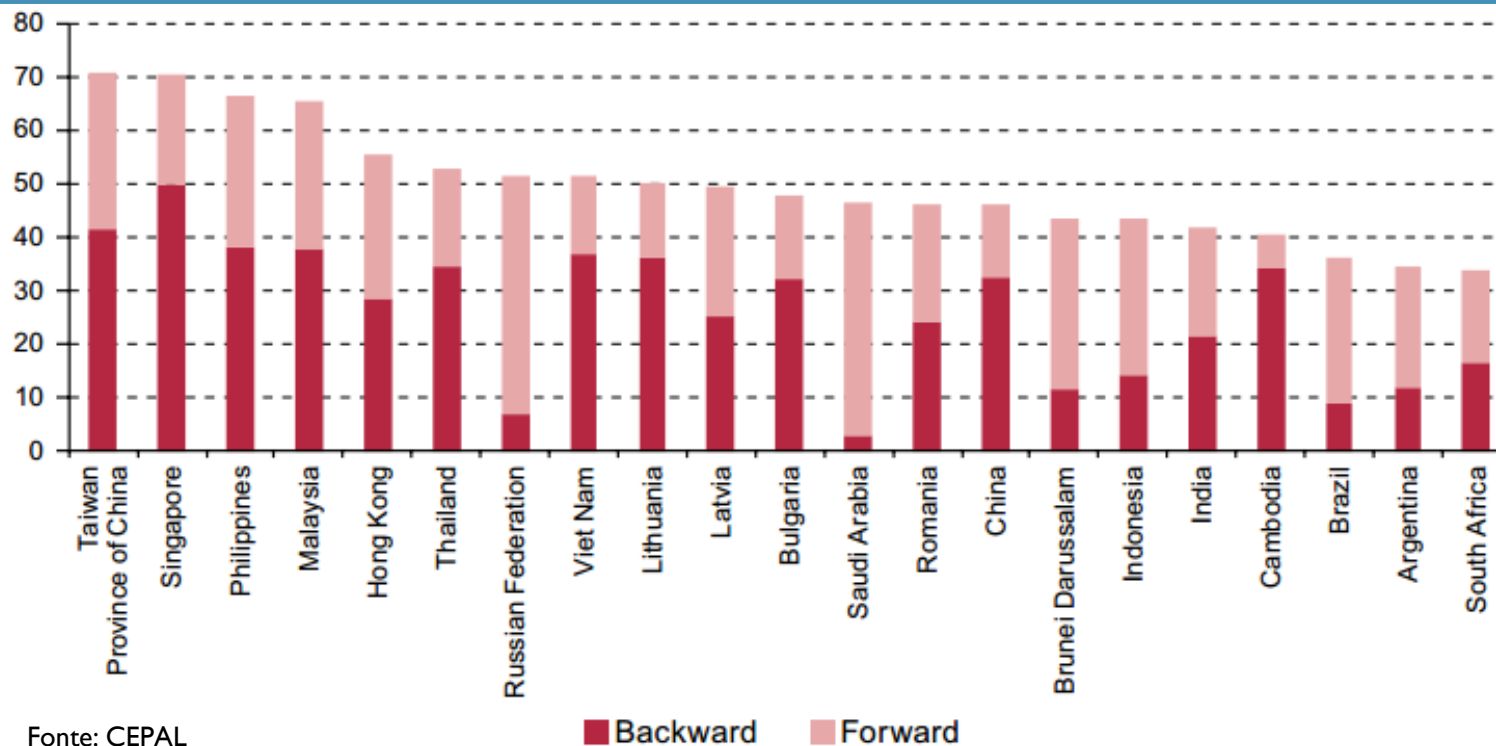
## Absorção, reflexão e redirecionamento do comércio na Europa

### Exportações da Alemanha para a República Tcheca

República Tcheca	51,8%
Alemanha	11,5%
Reino Unido	3,4%
França	3,3%

# A INSERÇÃO DO BRASIL NA CADEIA REGIONAL DE VALOR

**Índice de Participação nas Cadeias Globais de Valor (2009)**  
(Insumos estrangeiros (backward participation) e insumos produzidos internamente utilizados nas exportação de outros países (forward participation), como porcentagem das exportações)



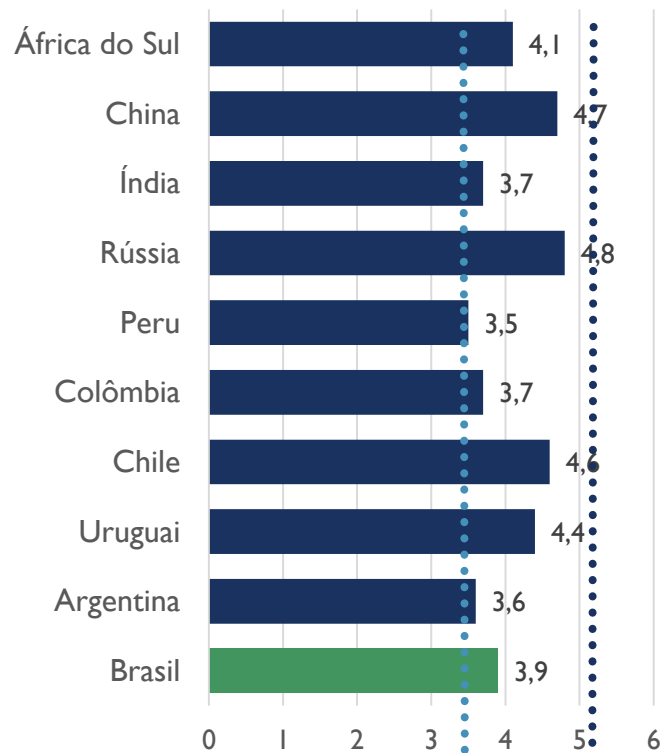
Fonte: CEPAL



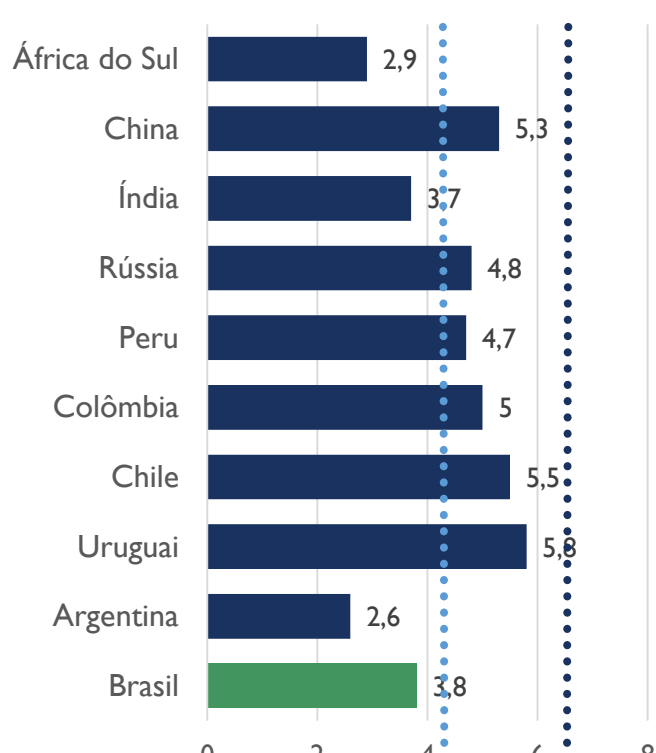
# O PAPEL DO BRASIL NO PROCESSO DE INTEGRAÇÃO

## Global Competitiveness Report

### Índice Infraestrutura



### Qualidade de Fornecimento de Eletricidade



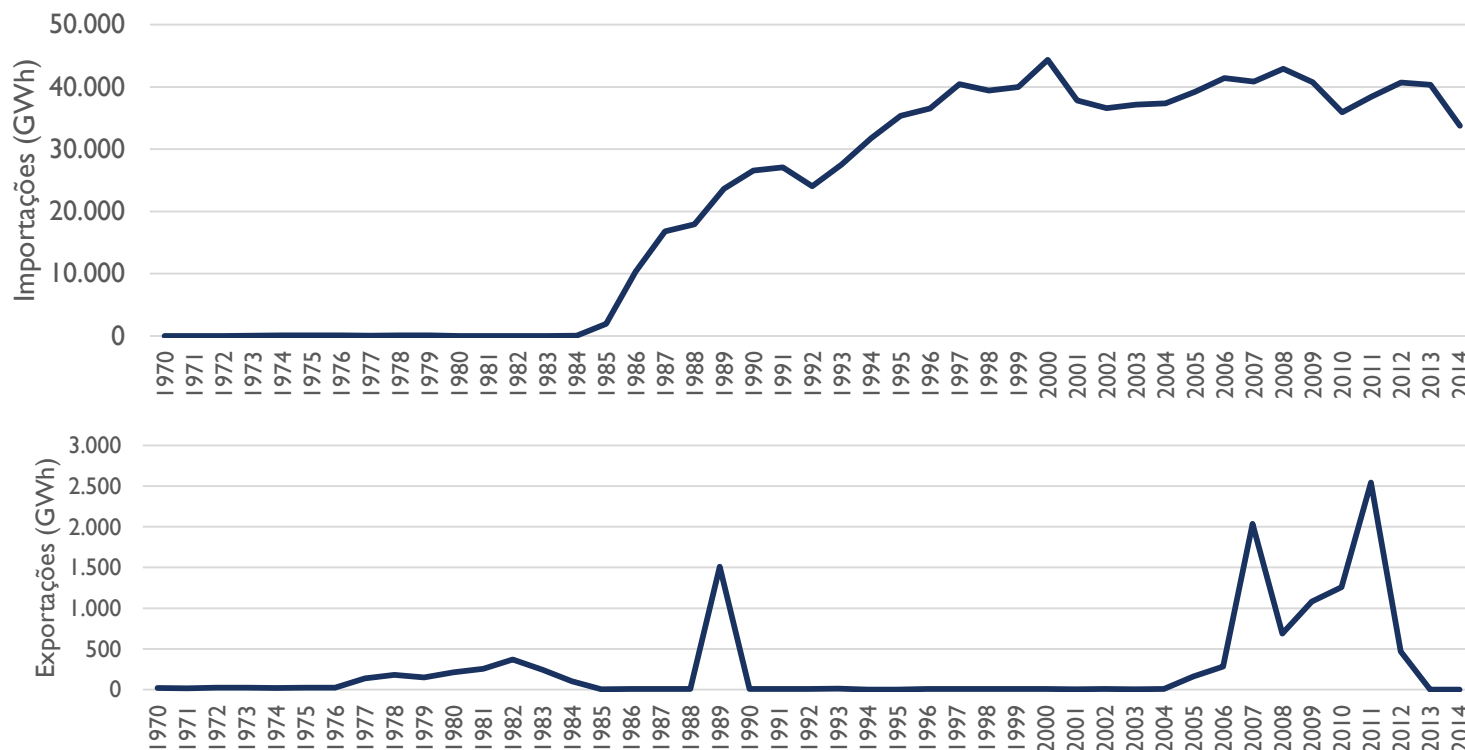
● Média América Latina

● Média OECD

# O PAPEL DO BRASIL NO PROCESSO DE INTEGRAÇÃO

- Brasil se posiciona tradicionalmente como importador de energia

## Importações e Exportações de Energia no Brasil



Fonte: EPE



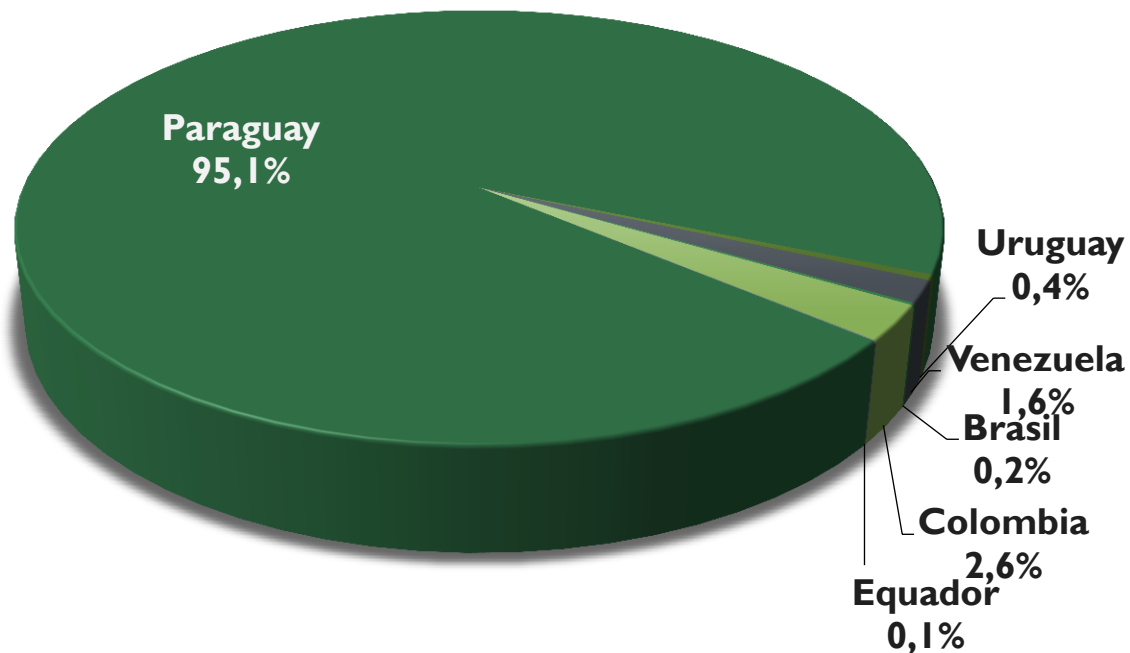
# O PAPEL DO BRASIL NO PROCESSO DE INTEGRAÇÃO

Importação e Exportação de Eletricidade entre os Países da América do Sul - 2013 (GWh)

		EXPORTADOR						Total Importado
		Brasil	Colômbia	Equador	Paraguay	Uruguai	Venezuela	
IMPORTADOR	Argentina	77	-	-	7835	210	-	8122
	Brasil		-	-	39528	-	806	40334
	Colômbia	-		29	-	-	-	29
	Equador	-	592		-	-	-	592
	Venezuela	-	715	-				715
Total Exportado		77	1307	29	47363	210	806	49792

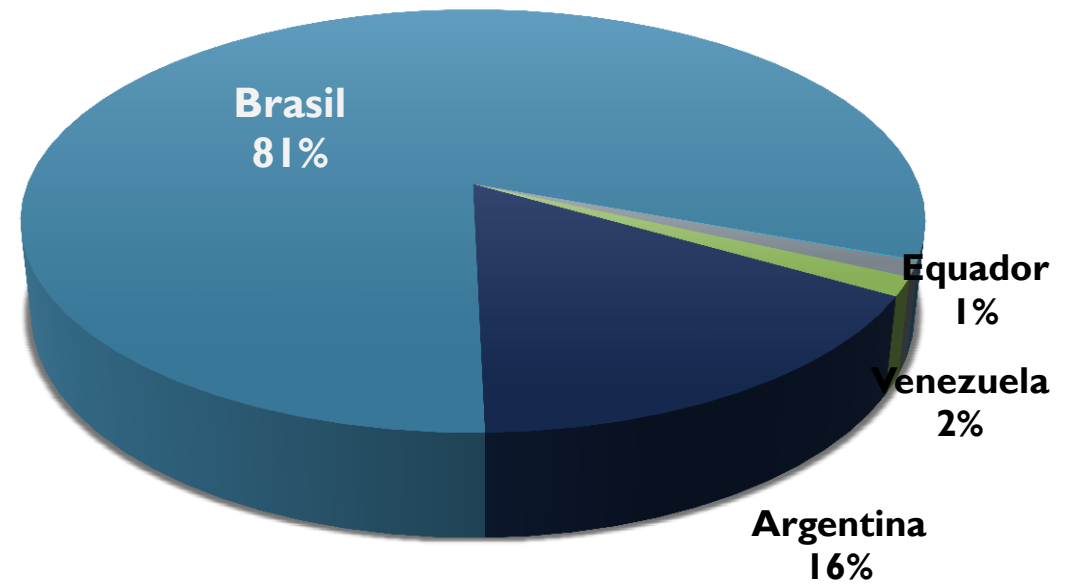
# O PAPEL DO BRASIL NO PROCESSO DE INTEGRAÇÃO

Exportação de Eletricidade entre os Países da América do Sul 2013 (GWh)



Fonte: CIER

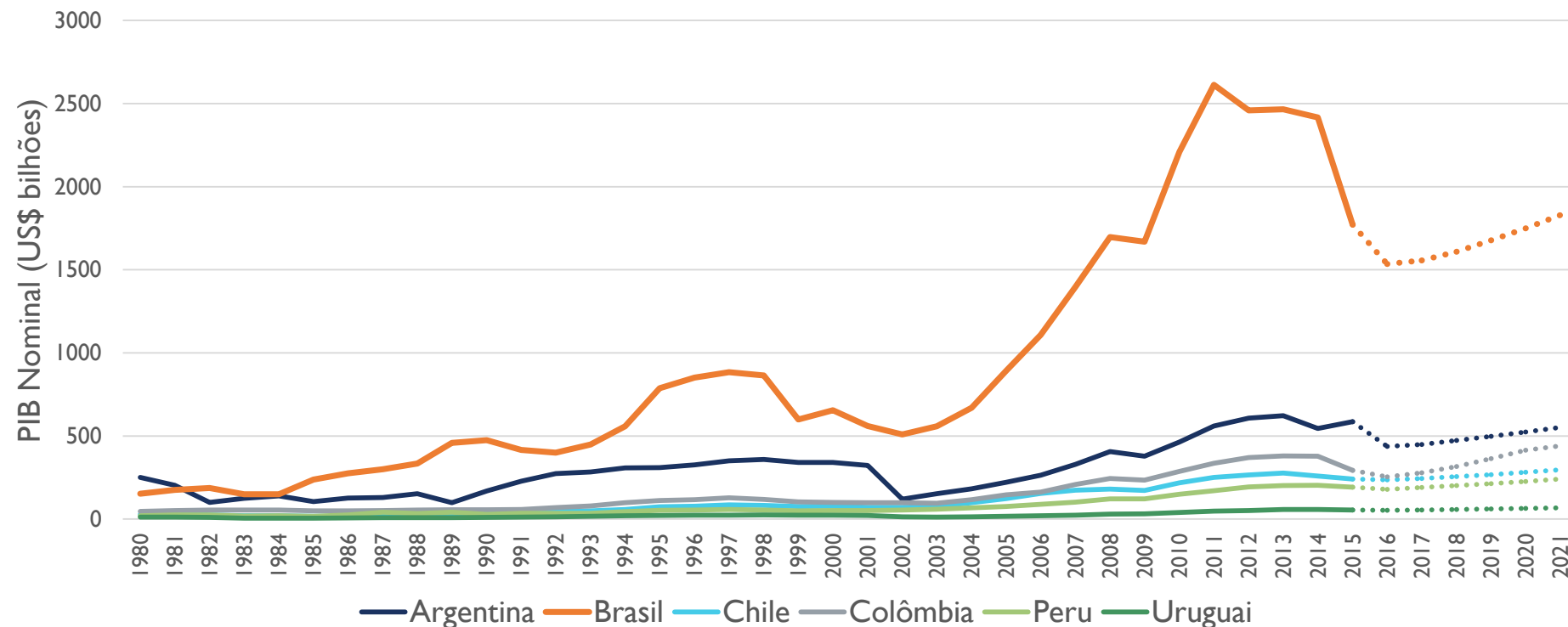
Importação de Eletricidade entre os países da América do Sul 2013 (GWh)



Fonte: CIER

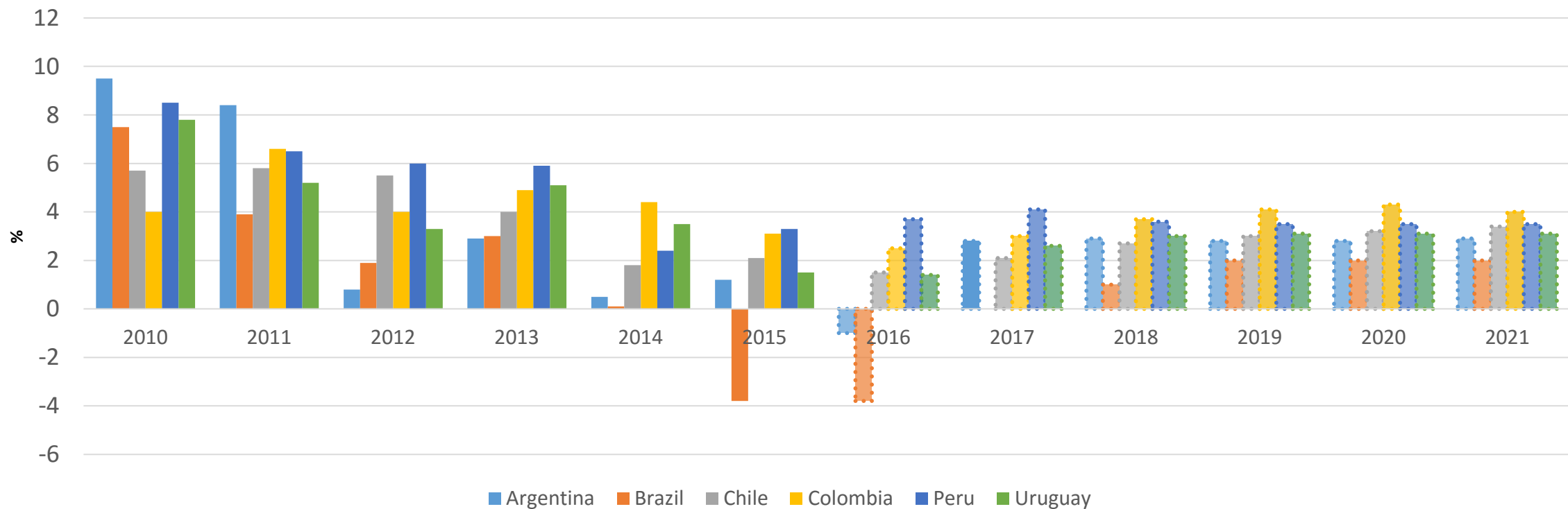
# O PAPEL DO BRASIL NO PROCESSO DE INTEGRAÇÃO

- Entretanto o país pode lidar com cenários econômicos que lhe permitem exportar energia (como o atual) enquanto alguns países vizinhos mantêm sua trajetória de crescimento



# O PAPEL DO BRASIL NO PROCESSO DE INTEGRAÇÃO

## Taxa de Crescimento do PIB Real (%)



Fonte: FMI

# INSTRUMENTOS PARA A INTEGRAÇÃO

## Instrumentos legais e institucionais

- Harmonização Regulatória
- Procedimentos de Arbitragem
- Operador Regional

## Instrumentos operacionais

- Planejamento regional
- Operação regional do intercâmbio de energia

## Instrumentos comerciais

- Contratos de curto e longo prazo
- Mecanismos de transação e compensação financeira
- Definição de preços



# BENEFÍCIOS E BARREIRAS À INTEGRAÇÃO

## Benefícios da Integração

Segurança do Suprimento

Ganhos de Confiabilidade

Ganhos ambientais decorrentes do aumento do despacho de plantas com tecnologias menos emissoras de GHG

Aumento da competição no mercado integrado.

Possibilidade de despacho de plantas de menor custo e/ou mais eficientes no mercado integrado

Alegada perda de soberania dos países membros

• Integração pressupõe isonomia no tratamento dos participantes-membros.

Assimetrias Institucionais

Assimetrias Regulatórias

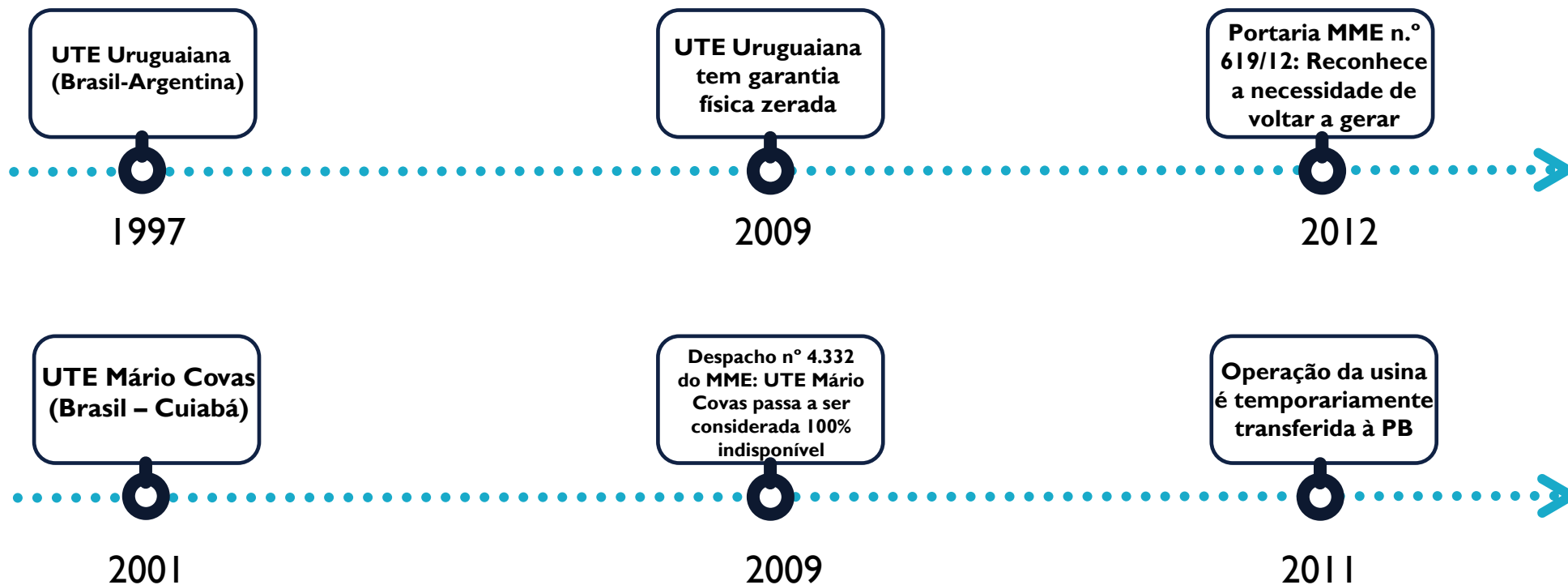
Distribuição das Rendas de Congestão

Capacidade de Investir/restrições financeiras

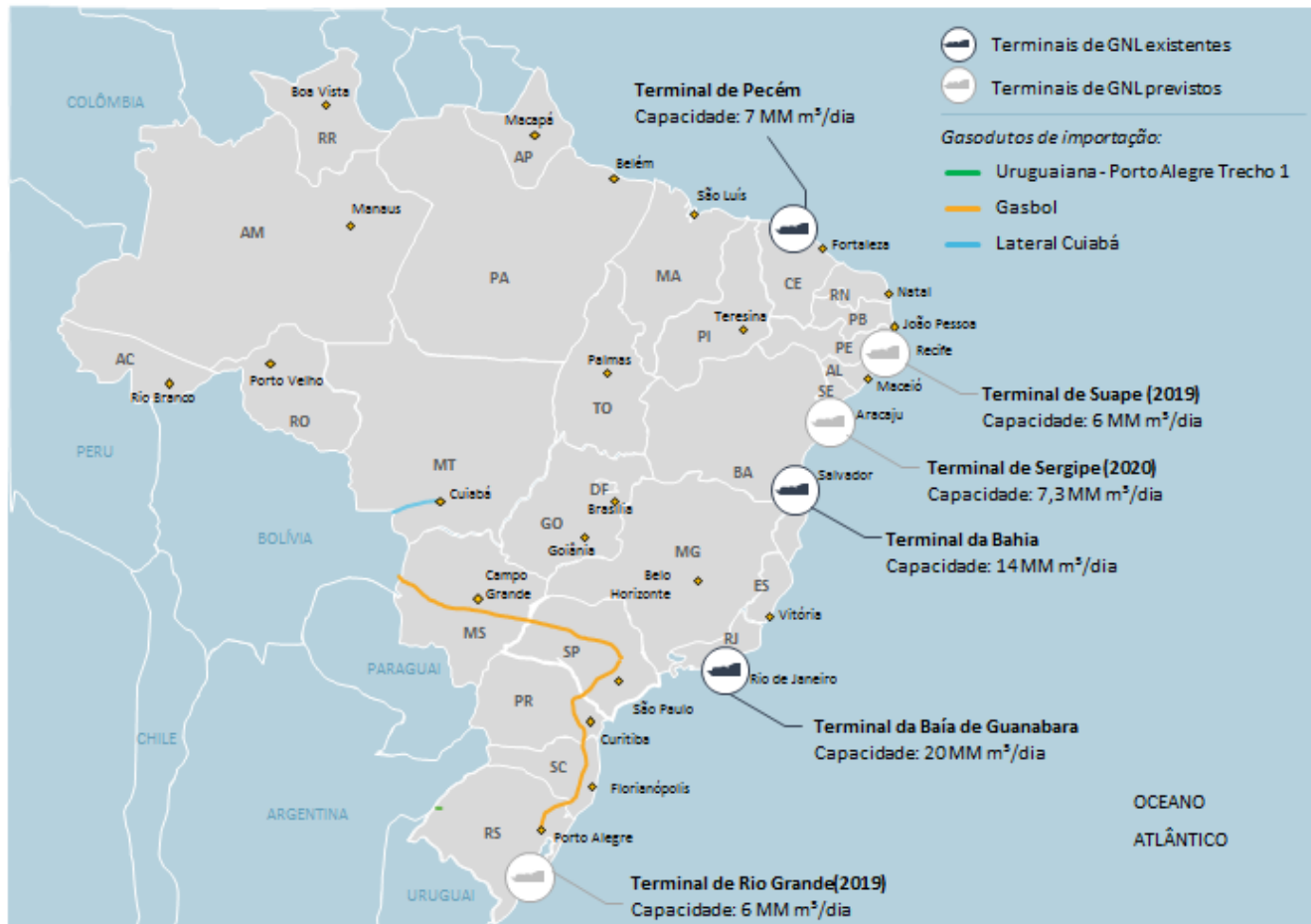
Aumento de preços nos países exportadores de energia

## Barreiras à Integração

# INTEGRAÇÃO VIA EMPREENDIMENTOS DE GERAÇÃO TERMELÉTRICA A GÁS (CASOS DE URUGUAIANA E MÁRIO COVAS)



# FIM DO CONTRATO DE FORNECIMENTO DE GÁS COM A BOLÍVIA

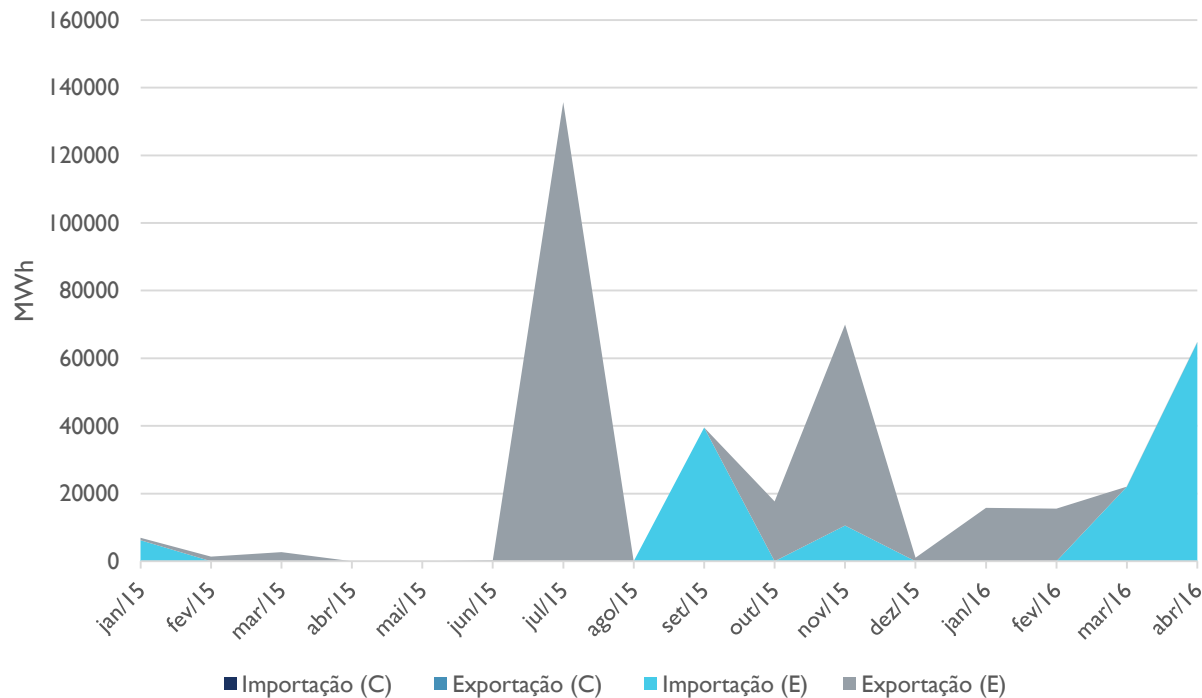


- ❑ Fim do contrato com a Bolívia em 2019 coloca desafios importantes sobre as condições de fornecimento do gás boliviano
- ❑ Petrobras não mais será o agregador da contratação
- ❑ Agentes privados negociando individualmente a compra de gás com a YPFB
- ❑ Condições de negociação do contrato ainda não estão claras

# EXPORTAÇÃO DE ENERGIA PARA ARGENTINA

- Memorando de entendimentos firmado entre Brasil e Argentina em Maio de 2016: possibilidade de exportação com devolução (hidráulica) e sem devolução (termelétrica)
  - Portaria MME n.º 271/16: TRADENER autorizada a exportar energia para a Argentina
- Ambos os casos o suprimento é interruptível
- Comercialização eventual e de sobras
- Inexiste um arcabouço para efetiva integração e comercialização de energia entre os países
- Agente exportador é responsável na CCEE pela carga exportada
- Importador não acessa o mercado brasileiro: caso não haja geração vinculada de um determinado (ou determinados empreendimentos) o fornecimento é cortado

# INTERCÂMBIOS COM A ARGENTINA VIA GARABI



Legenda:

Importação e Exportação C: Intercâmbio feito com base em contratos

Importação e Exportação E: Intercâmbio feito em base emergencial

Fonte: ONS



# DESAFIOS DO SETOR ELÉTRICO NO MUNDO

UMA TRANSFORMAÇÃO EM CURSO

# DESAFIOS PARA REGULAÇÃO DE ENERGIA

Desafios  
regulatórios

Digitalização

Desafios  
ambientais

Fortalecimento  
do consumidor

- As profundas inovações tecnológicas que estão transformando a indústria de eletricidade em âmbito internacional envolvem grandes volumes de capital e dependem de novos mecanismos de financiamento.
  - O modelo de negócio, baseado em economias de escala, passa a ter que acomodar um grande nível de descentralização – grande penetração de geração distribuída, a exemplo de painéis solares e tecnologias de armazenamento.
  - A remuneração desses investimentos é incompatível com os mecanismos tradicionais de determinação de tarifas, de price cap e remuneração por taxa de retorno.
  - Setores tradicionalmente isolados em silos têm que ser hoje encarados conjuntamente, com uma abordagem econômico-ambiental coerente.
  - A capacidade de pagamento dos consumidores já encontra limites; torna-se necessário questionar a forma de pagamento dos custos da transição energética (consumidores ou contribuintes? Que tipo de subsídios?), estabelecer mecanismos complementares de compensação para consumidores vulneráveis e viabilizar e potencializar os impactos positivos dessa transformação.



AS NOVAS TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS PERMITEM QUE O CONSUMIDOR TENHA PARTICIPAÇÃO MAIS ATIVA NESSE PROCESSO ...  
E ESSE PROCESSO TEM SIDO ESTIMULADO POR MEIO DE POLÍTICAS

## Digitalização e Resposta da Demanda



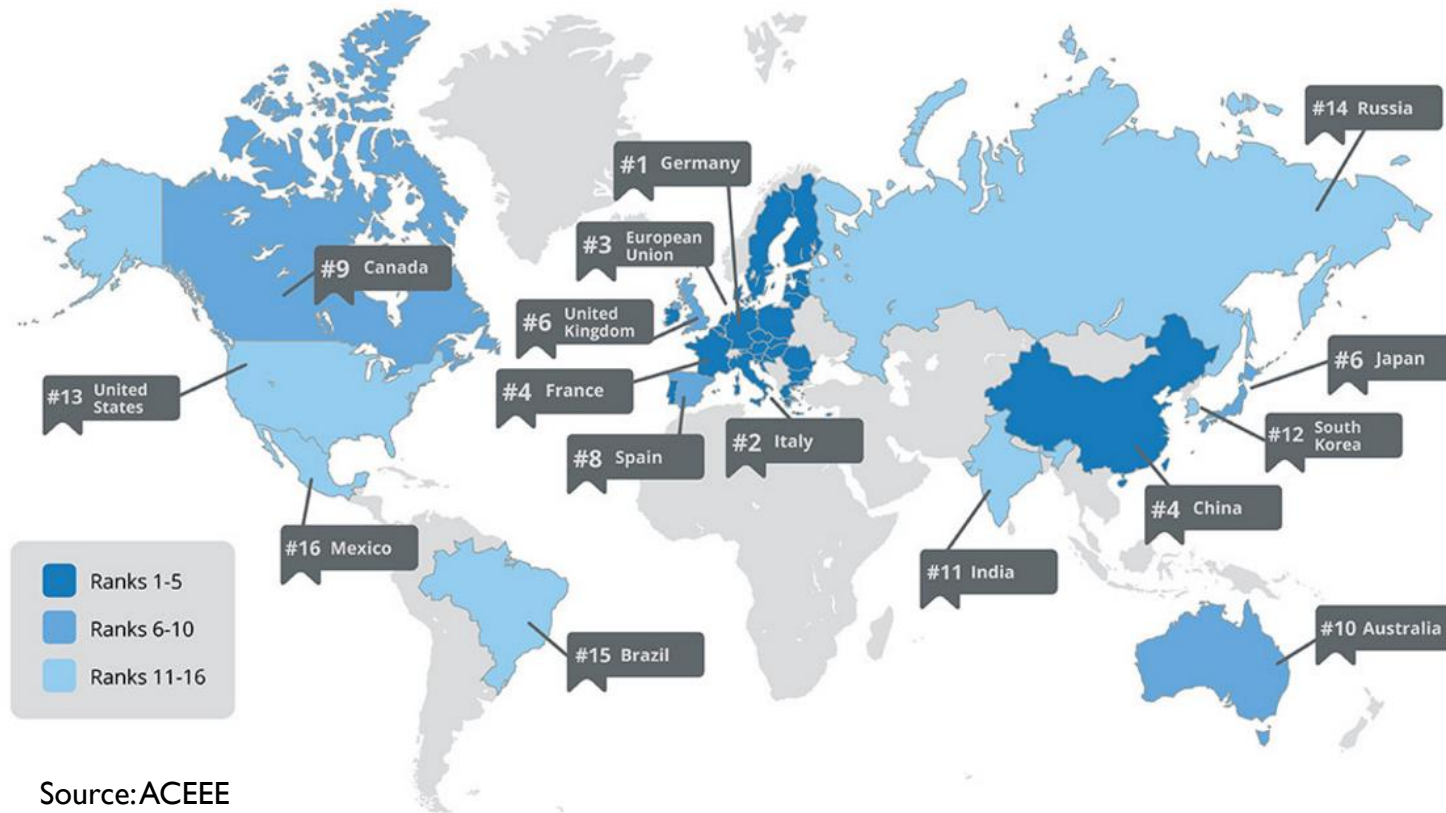
**Consumidores cada vez mais capazes de armazenar, produzir, comprar e vender energia**

**Novas plataformas inteligentes**



# POLÍTICAS PARA O CLIMA ESTABELECEM REQUISITOS EXPRESSIVOS PARA AUMENTO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Há um potencial de Eficiência Energética pouco aproveitado no Brasil.



Source: ACEEE

# O AUMENTO DA PENETRAÇÃO DE DER IMPÕE UM CONJUNTO DE DESAFIOS PARA O FUNCIONAMENTO DO SETOR ELÉTRICO

## Definição de Metas de Política

- Definir objetivos baseados em resultados em termos de acesso, emissões e eletrificação

## Regulação

- Adequação para que sejam feitos os investimentos numa matriz energética renovável mais limpa

## Abertura dos mercados de energia e plataformas

- Estrutura/Arquitetura de Mercado

## Mecanismos de financiamento claros

- Mitigar riscos é crucial para viabilizar grandes projetos
- Devem ser adotados mecanismos tais como Power Purchase Agreements; redirecionamento dos subsídios aos combustíveis fósseis para energias limpas; Green bonds; Multilateral Investment Guarantee Agencies

# O AUMENTO DA PENETRAÇÃO DE DER IMPÕE UM CONJUNTO DE DESAFIOS PARA O FUNCIONAMENTO DO SETOR ELÉTRICO (CONT.)

## Modelos de negócio e monetização

- Desenvolver mecanismos de recuperação de custos para as *utilities*, permitindo e/ou viabilizando o desenvolvimento de novos modelos e tecnologias
- A participação na rede deve ser aberta para diferentes agentes: desenvolvedores de projetos, empresas de tecnologia da informação e telecomunicações e consumidores (O Papel dos Agregadores).

## Participação dos consumidores

- Consumidores e comunidades engajadas em aproveitar as vantagens geradas pelo novo modelo

## Elementos para assegurar o acesso universal

- Criar Modelos de Negócio viáveis e estáveis
- Possibilitar uma regulação independente e subsidiar a eletrificação rural



# DESAFIOS DO SETOR ELÉTRICO NO BRASIL

VISÃO DE FUTURO

# FUTURO DO SETOR ELÉTRICO NO BRASIL

- Em que medida as preocupações que se aplicam à realidade de economias como a norte-americana e nações europeias são relevantes para o setor energético na região?
  - Oportunidade para

# FUTURO DO SETOR ELÉTRICO NO BRASIL

- Em economias maduras (Estados Unidos e Europa), a descarbonização da matriz energética é uma diretriz que pauta o desenvolvimento dos sistemas elétricos.
- Essa descarbonização demanda uma revisão do desenho dos mercados elétricos.
  - Referidas políticas precisam ser incorporadas na estrutura desses mercados.
  - A avaliação geral é de que terá lugar um reequilíbrio entre regulação e mecanismos de mercado.



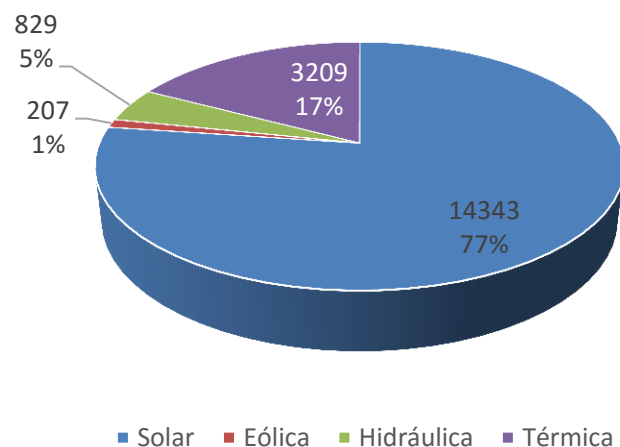
# DESCARBONIZAÇÃO DOS SISTEMAS ELÉTRICOS

- O mercado de energia está experimentando transformação na direção de uma maior complexidade.
  - Diante dessa maior complexidade, como desenhar mercados capazes de produzir sinais apropriados?
  - Como compensar geradores termelétricos que produzem energia apenas durante algumas horas por ano?
  - Como remunerar capacidade?
  - Como remunerar os diferentes serviços providos pelos Recursos Distribuídos de Energia?

# TRATAMENTO REGULATÓRIO CONFERIDO À MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL

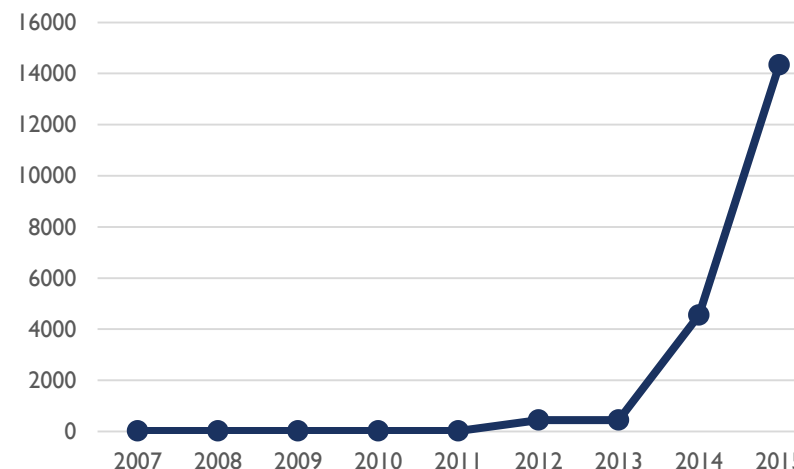
	Resolução nº 482/2012	Resolução nº 687/2015
Microgeração Distribuída	Potência ≤ 100kW	Potência ≤ 75 kW
Minigeração Distribuída	100 kW < Potência ≤ 1 MW	100 kW < Potência (hídrica) ≤ 1 MW Potência de outras renováveis ou cogeração ≤ 5 MW

Potência de Micro e Minigeração Distribuída Registrada 2015 (acumulada) (kW)



Fonte: ANEEL

Trajetória da Potência de Micro e Minigeração Distribuída Registrada (kW)



Fonte: ANEEL

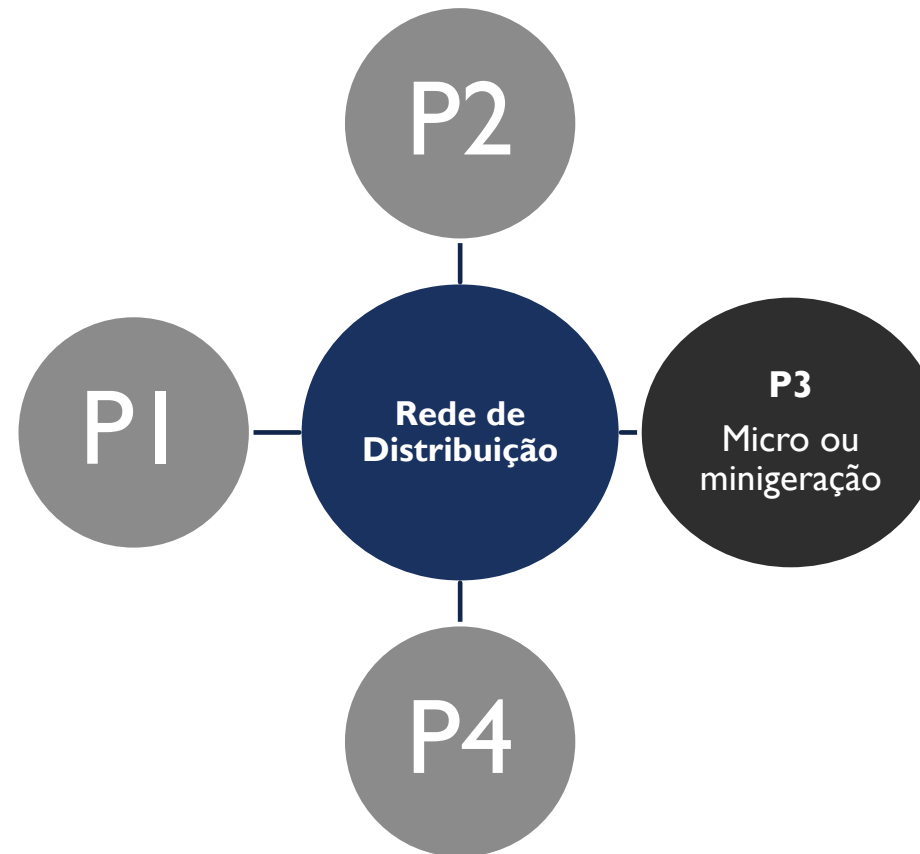
# MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL

## RESOLUÇÃO N° 687/2015

- Introdução dos conceitos de autoconsumo remoto e geração compartilhada(ou micro GD virtual)

### Autoconsumo Remoto

Permite que o consumidor gere energia em alguma das suas propriedades e utilize tal energia para abater o consumo em outra propriedade



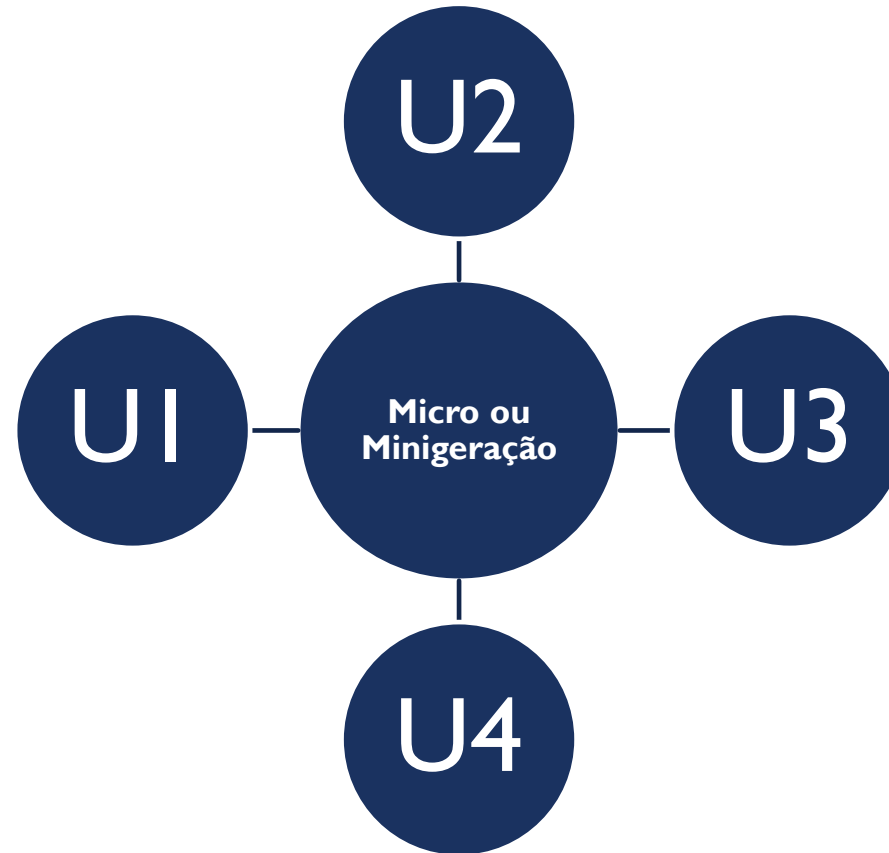
# MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL

## RESOLUÇÃO N° 687/2015

- Introdução dos conceitos de autoconsumo remoto e geração compartilhada

### Geração Compartilhada

Permite que partes interessadas se reúnam num consórcio ou numa cooperativa, instalem uma micro ou mini geração distribuída e utilizem a energia gerada para redução de faturas



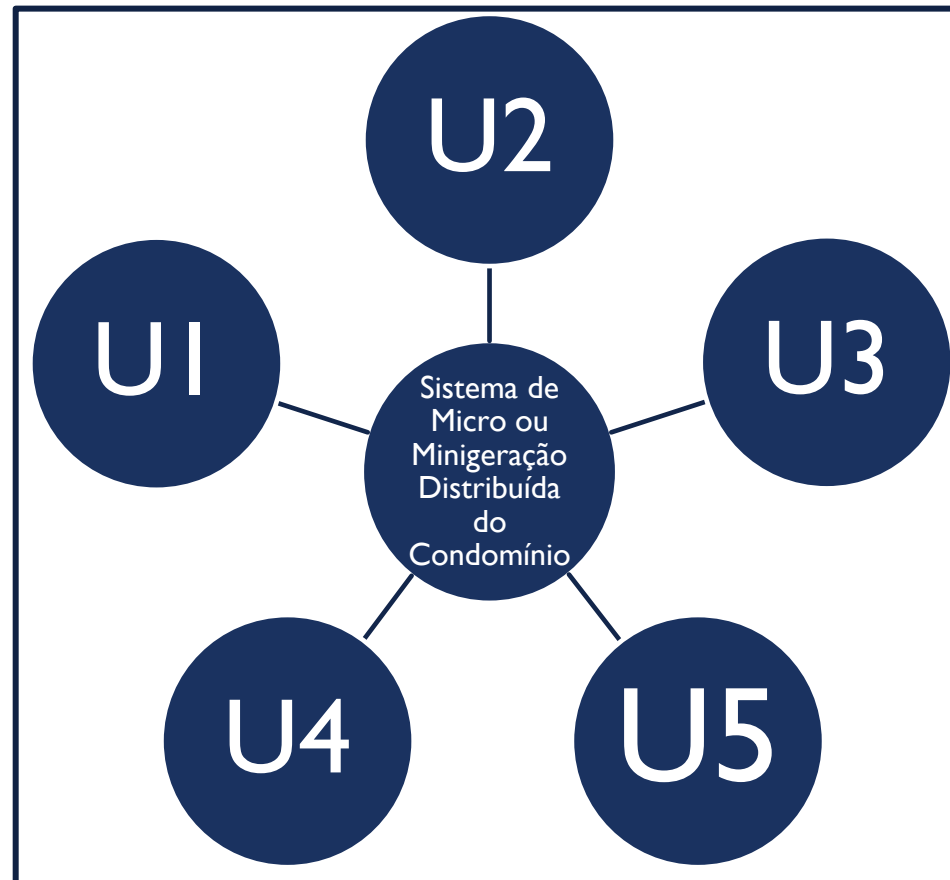
# MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL

RESOLUÇÃO Nº 687/2015

■ Micro e Minigeração em Condomínios (residenciais, comerciais ou industriais)

Unidades consumidoras localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas

Neste caso, é vedada a utilização de vias públicas, de passagem aérea ou subterrânea e de propriedade de terceiros não integrantes do empreendimento



# MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL

RESOLUÇÃO Nº 687/2015 - SISTEMA DE COMPENSAÇÃO DE ENERGIA

## Faturamento de microgeração ou minigeração distribuída

Unidade consumidora  
Integrante de Empreendimento de  
Múltiplas Unidades consumidoras

OU

Demais unidades  
consumidoras

Situada em local diferente da geração

Energia consumida  
- % Energia excedente alocado a essa  
unidade consumidora  
- Crédito de energia acumulado em ciclos  
anteriores por posto tarifário

Energia consumida  
- Energia injetada  
- Crédito de energia  
acumulado em ciclos  
anteriores



# CONSIDERAÇÕES FINAIS

## CONSIDERAÇÕES FINAIS (1/2)

- ❖ Integração (energética) regional é objetivo de política energética e fator de promoção de desenvolvimento. Permite melhor aproveitar dotação de recursos energéticos disponíveis na região com benefícios ambientais
- ❖ A partir da infraestrutura existente, é possível criar mecanismos que permitam desenvolver um mercado regional de energia
- ❖ Os aspectos cruciais neste contexto concernem o desenvolvimentos das devidas ferramentas legais e institucionais, comerciais e operativas.
  - ❖ As “ferramentas” a serem utilizadas dependem do tipo de integração que se pretende obter: Aonde se quer chegar? Qual é o nível de integração pretendido?



## CONSIDERAÇÕES FINAIS (2/2)

- Existe uma importante transformação em curso na indústria de eletricidade em âmbito mundial, com potencial de geração de valor ao longo de toda a cadeia.
- Um dos pilares dessa transformação são os recursos distribuídos de energia, que estão experimentando crescimento importante em sua penetração.
- Essa descentralização acarreta um aumento na complexidade do sistema. Requer revisão do desenho e da estrutura dos mercados de eletricidade para que os preços resultantes sejam capazes de produzir os sinais adequados do ponto de vista alocativo.
- Representa oportunidade para avançar no processo de integração energética regional, com benefícios para a economia da região que transcendem a atividade do setor.



**OBRIGADA!**

[JOISA.DUTRA@FGV.BR](mailto:JOISA.DUTRA@FGV.BR)