

# Eólicas Offshore no Brasil

## *Visão do Planejamento do Setor Elétrico*

**Brasília**

03 de julho de 2019

**Elisângela Medeiros de Almeida**  
Superintendente de Meio Ambiente

# Sumário



EPE



Visão geral do planejamento elétrico



Roadmap eólicas offshore

# EPE – Empresa de Pesquisa Energética



[www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)



Empresa pública federal vinculada  
ao Ministério de Minas e Energia



Desenvolvemos estudos e  
estatísticas energéticas para apoiar  
a formulação, implementação e  
avaliação das políticas energéticas

# Visão geral do planejamento elétrico brasileiro

# Diretrizes do planejamento

Buscar o menor custo possível  
da expansão

**Modicidade Tarifária**

**Modelagem da  
Expansão  
Energética**

**Segurança Energética**

Manter a confiabilidade do  
sistema  
Aproveitar os recursos nacionais

**Meio Ambiente**

Manter as emissões de GEE no menor patamar possível  
Minimizar interferências em áreas protegidas

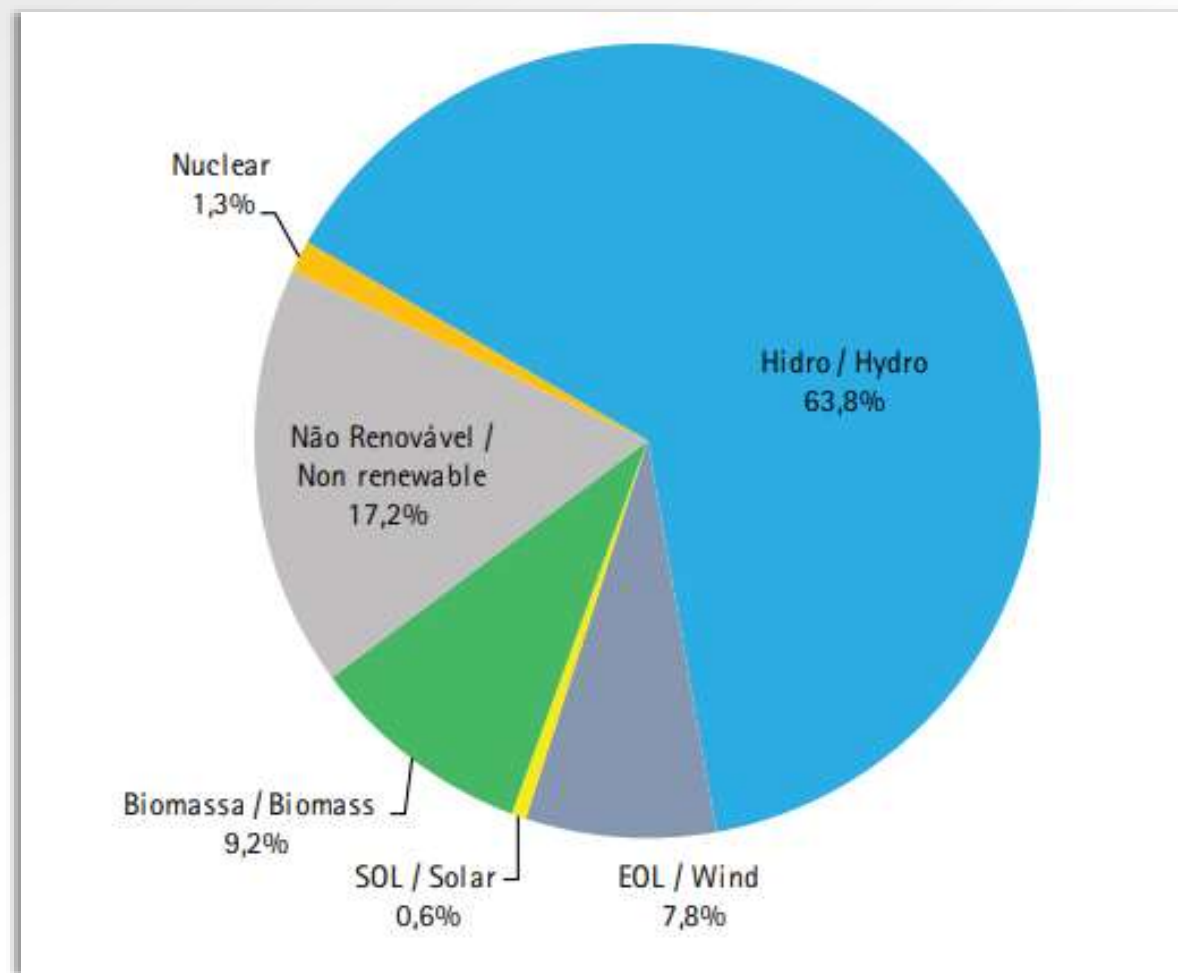
# Plano Decenal de Expansão de Energia



O Plano Decenal de Expansão de Energia é um **documento informativo** voltado para a sociedade, com uma **indicação** das perspectivas de **expansão** futura **do setor de energia** sob a ótica do Governo **no horizonte de 10 anos**.

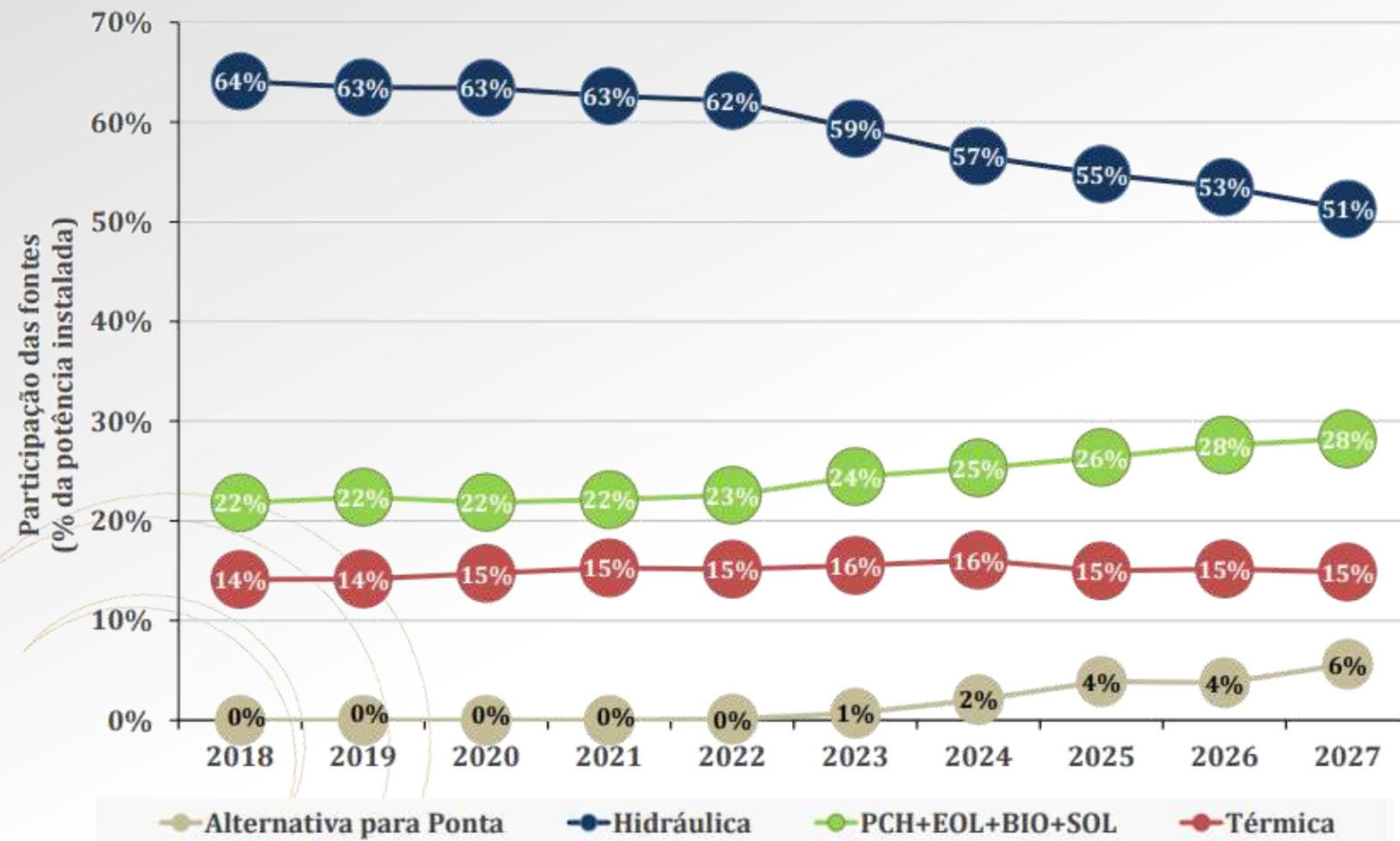
# Matriz elétrica brasileira em 2018

+ 80% da matriz elétrica brasileira é renovável



Fonte: EPE (abr/19)

# Plano Decenal de Energia – PDE 2027



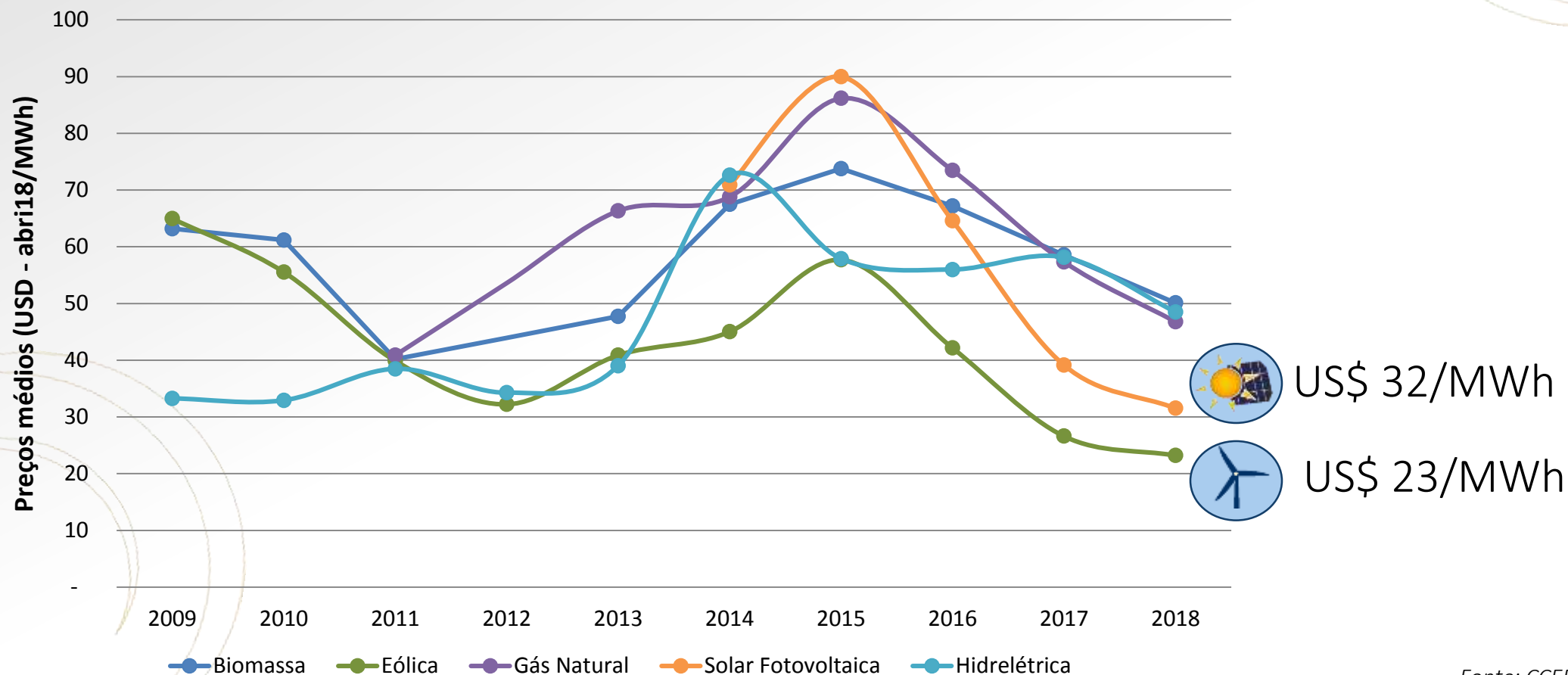
Nota: A participação de PCH inclui também empreendimentos clássicos como CGH.

i

**A expansão contratada e a indicativa contemplam somente projetos eólicos onshore**

# Redução de custos impulsionam o aumento da inserção de eólicas e fotovoltaicas

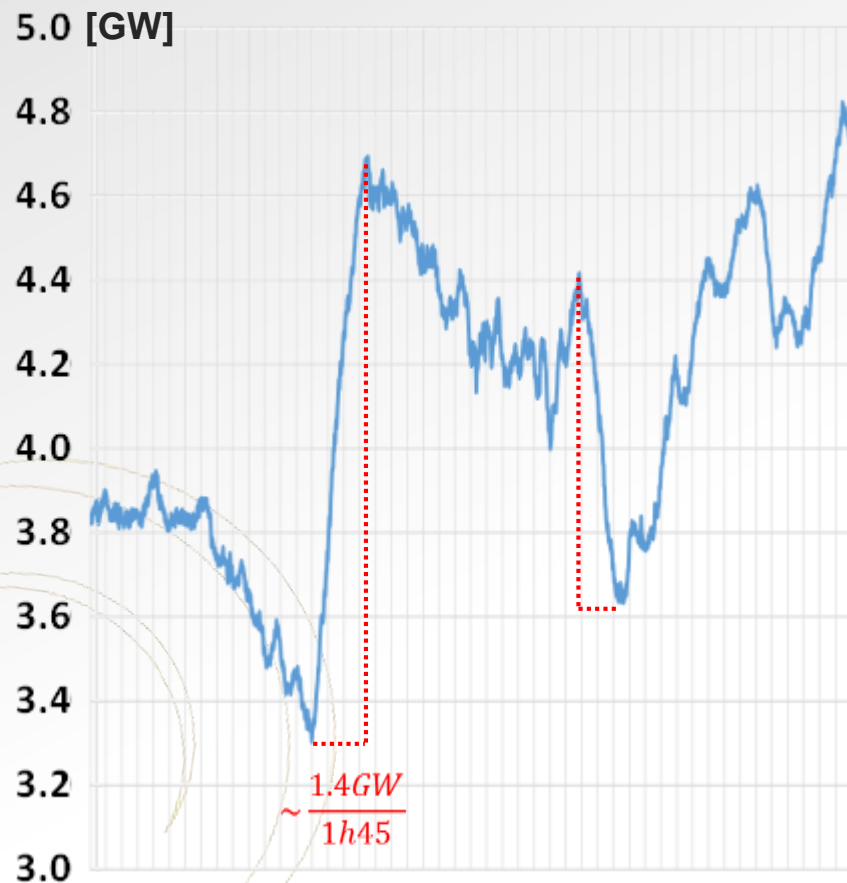
Preços médios nos leilões de energia [USD<sub>30-abr-18</sub>/MWh]



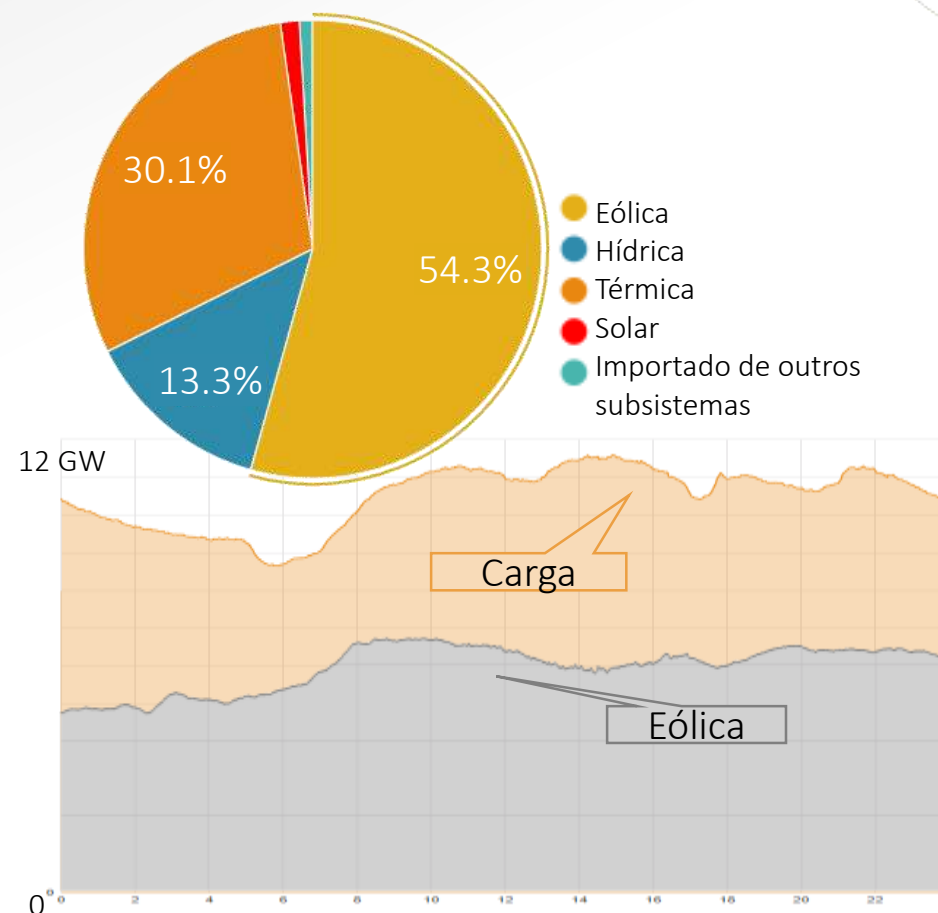
Fonte: CCEE

# Um exemplo dos desafios enfrentados:

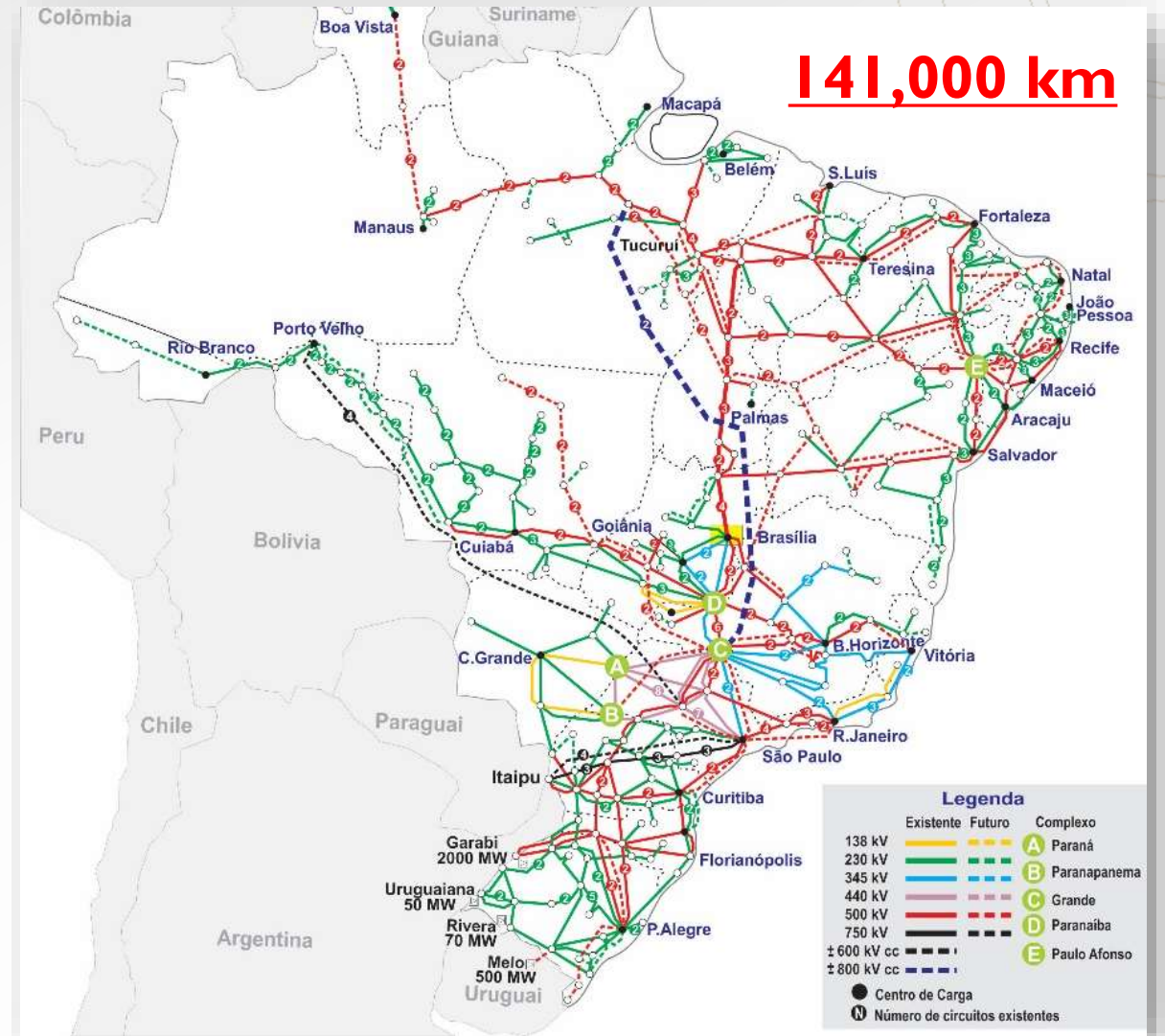
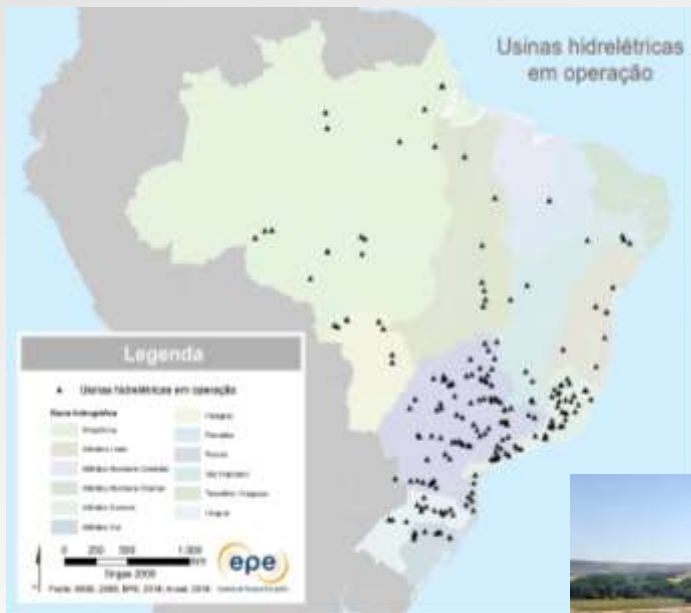
Ex.: Eólica no NE (26, Junho, 2017):



Mix de consumo diário no NE (4, Outubro, 2017)



# Transmissão de Energia



# Eólicas no Plano Nacional de Energia – PNE 2050



- ✓ **Publicado em Setembro/2018**
- ✓ **Visão do planejamento de longo prazo**
- ✓ **Contém o mapeamento do potencial dos recursos energéticos brasileiros, incluindo recursos eólicos *offshore***

[http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-416/NT04%20PR\\_RecursoEnergeticos%202050.pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-416/NT04%20PR_RecursoEnergeticos%202050.pdf)

# Roadmap **Eólicas** *Offshore*


# Que **ações** o Brasil precisa adotar para ter **parques eólicos offshore** em operação?



### Roadmap Eólicas Offshore Brasil 2035

- Identificar oportunidades e barreiras atuais para que projetos eólicos *offshore* se tornem capazes de competir com as fontes de energia já estabelecidas no Brasil
- Contribuir para melhorias nas políticas e regulações aplicáveis para esses projetos

# Tópicos abordados no Roadmap

 <b>Potencial eólico offshore</b>	 <b>Aspectos legais e regulatórios</b>	 <b>Aspectos tecnológicos e custos associados</b>
 <b>Aspectos socioambientais</b>	 <b>Conexão ao Sistema Interligado Nacional</b>	 <b>Aspectos econômico- energéticos</b>



**Construindo um futuro para eólicas *offshore*  
no Brasil**



*Em fase final de  
elaboração pela  
equipe da EPE*

# O que a EPE tem feito?



- ✓ **Acompanhamento de projetos eólicos *offshore* em desenvolvimento nas águas jurisdicionais brasileiras**
  - Interação com o Ibama (licenciamento ambiental)
  - Interação com os empreendedores dos projetos



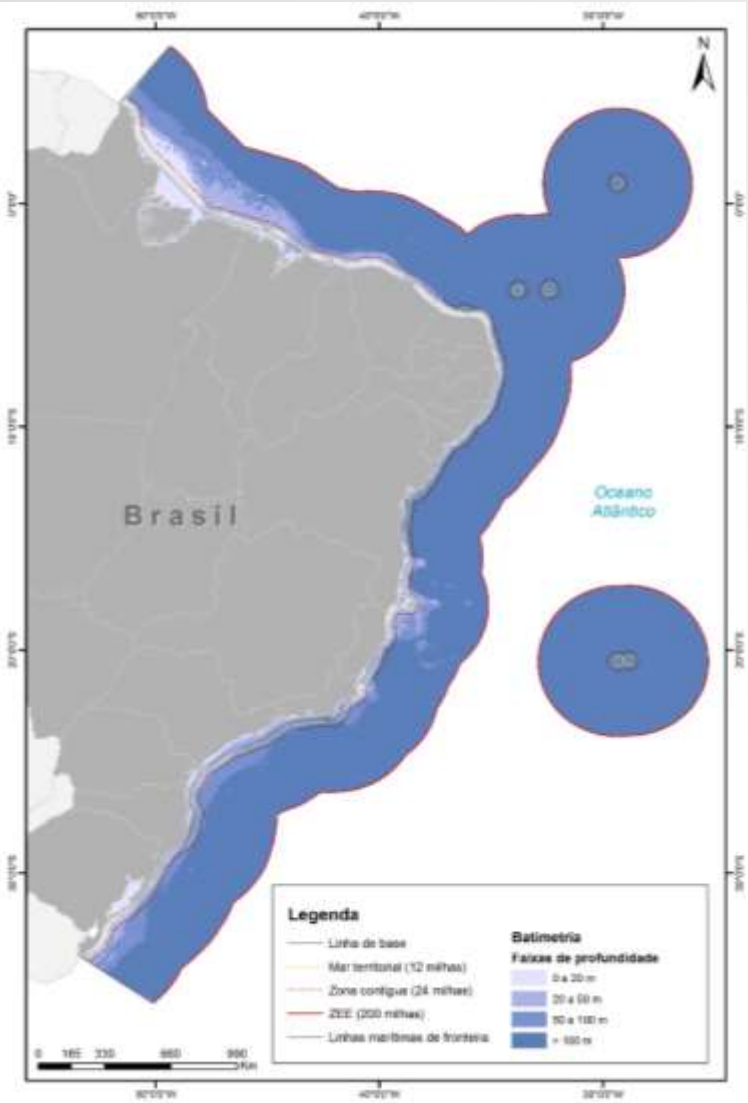
- ✓ **Workshop EPE – Energia Eólica Marítima**
  - Apresentação da proposta do Roadmap Eólicas *Offshore* Brasil 2035
  - Abril/2019



- ✓ **Consulta a materiais de referência**
  - Consulta a estudos técnicos internacionais e diferentes bases de dados
  - Interações com diferentes agentes com *expertise* na área

# Roadmap Eólicas Offshore: Resultados preliminares

# Potencial eólico offshore brasileiro (I)

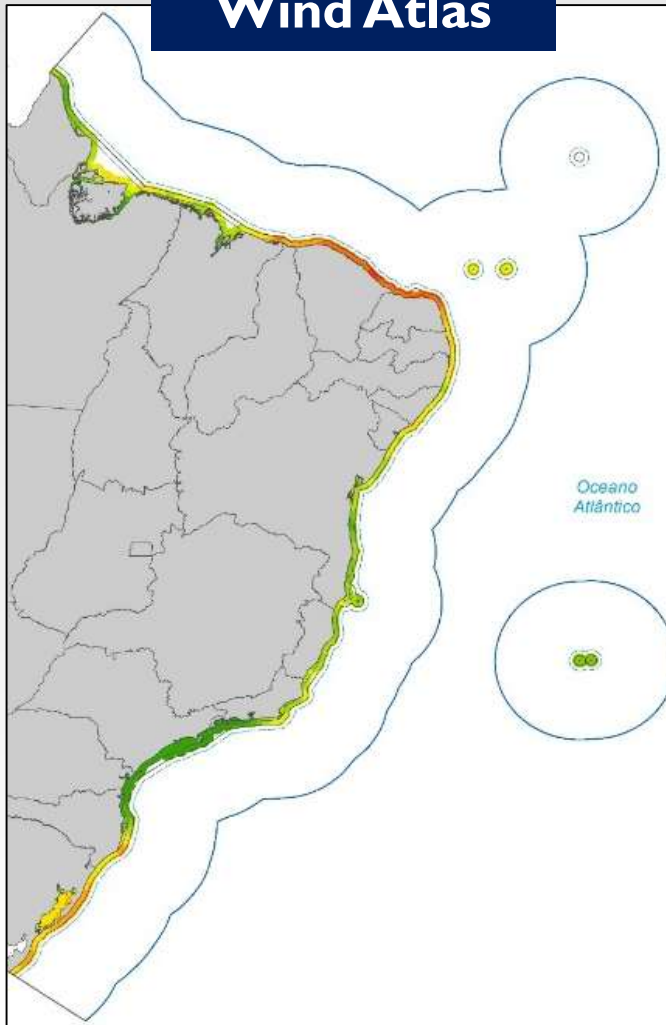


- ✓ Cálculo das áreas aproveitáveis por faixa batimétrica e regiões do Brasil
- ✓ Uso de três bases de dados diferentes para avaliação do potencial eólico offshore
- ✓ Restrições de uso às áreas exploráveis não foram consideradas

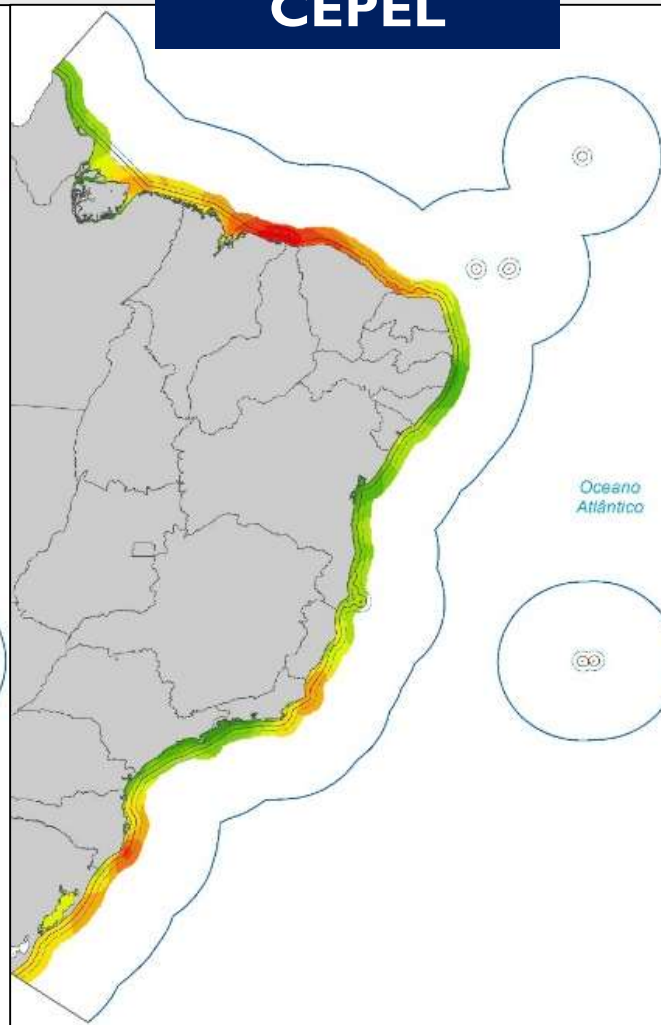
	Wind Atlas	CEPEL	ERA 5
Resolução	1 km	5 km	30 km
Altura (m)	100 e 200	100 e 200	100
Distância da Costa	30 km	70 km	ZEE
Ano Referência	2015	2013	2000 – 2017

# Potencial eólico offshore brasileiro (II)

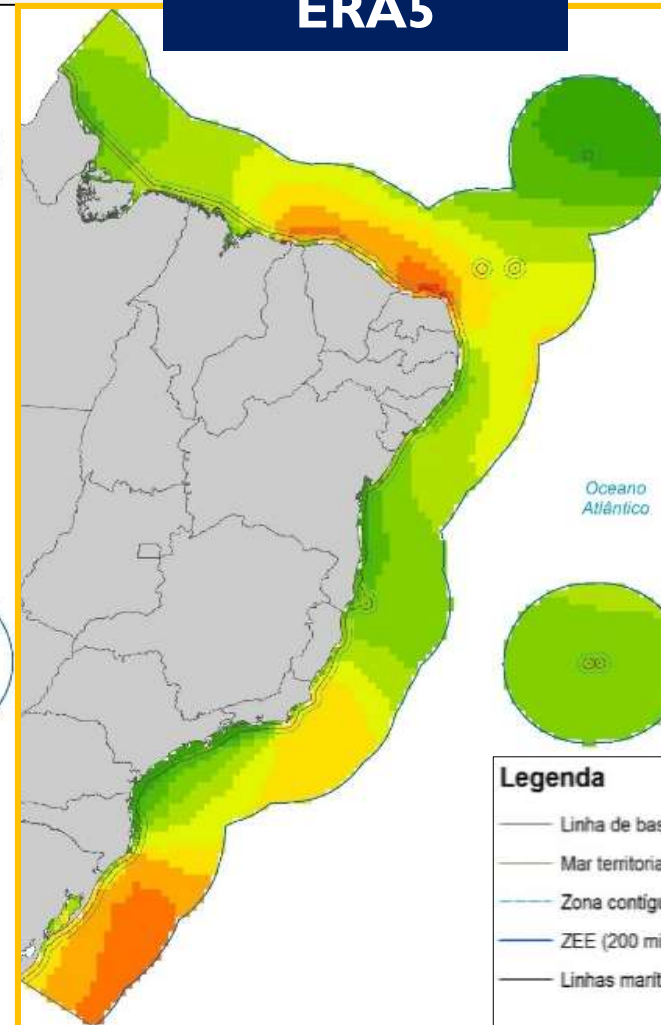
Wind Atlas



CEPEL



ERA5



Ventos atrativos  
a partir de 7 m/s

**697 GW**  
em locais com  
até 50m de  
profundidade

Legenda

— Linha de base		
— Mar territorial (12 milhas)		
— Zona contígua (24 milhas)		
— ZEE (200 milhas)		
— Linhas marítimas de fronteira		
	Velocidade do vento (m/s) a 100m de altura	
	< 6,0	8,0 - 8,5
	6,0 - 6,5	8,5 - 9,0
	6,5 - 7,0	9,0 - 9,5
	7,0 - 7,5	9,5 - 10,0
	7,5 - 8,0	≥ 10,0

# Aspectos tecnológicos e custos (I)



## ✓ Características das turbinas eólicas offshore

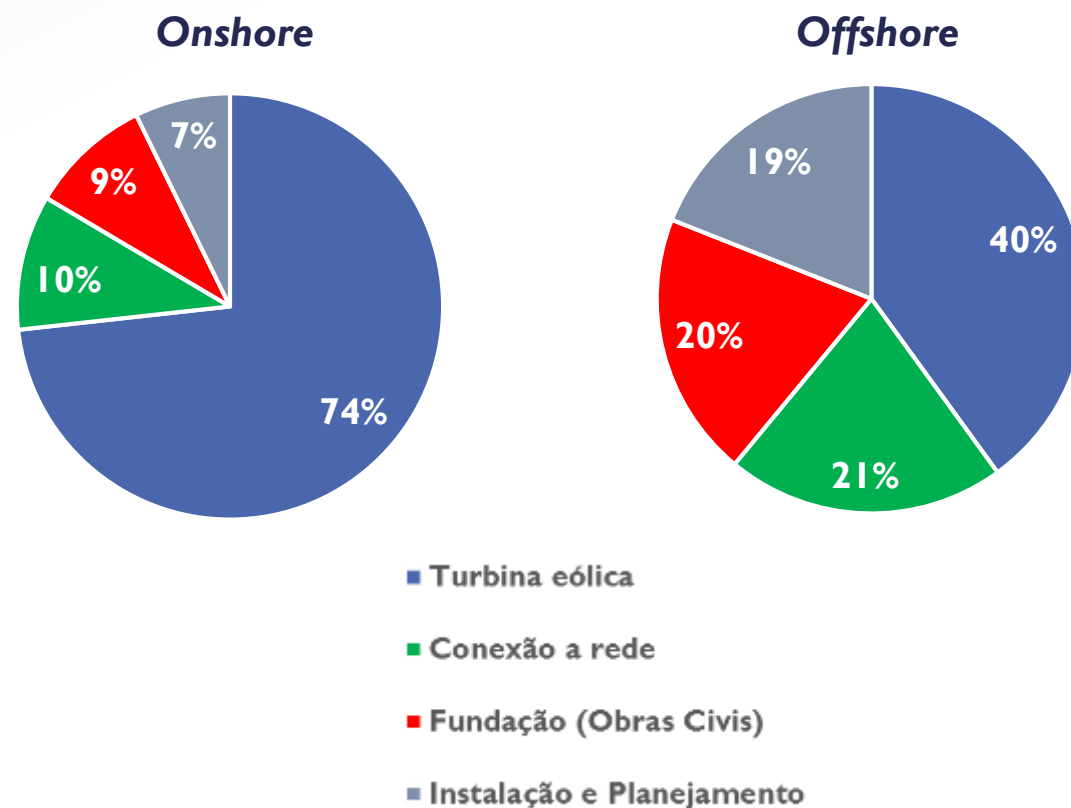
- Pás mais longas, maior área de varredura
- Maiores capacidades nominais
- Projetadas contra efeitos de corrosão e da ação de ondas e marés



## ✓ Custo de instalação mais elevado para projetos eólicos offshore

- Maiores custos de fundações e de instalação
- Maiores custos de transporte das estruturas
- Custos adicionais na fabricação dos equipamentos

## Comparação entre divisão de custos Projetos eólicos (Fonte: Adaptado IRENA, 2016)



# Aspectos tecnológicos e custos (II)

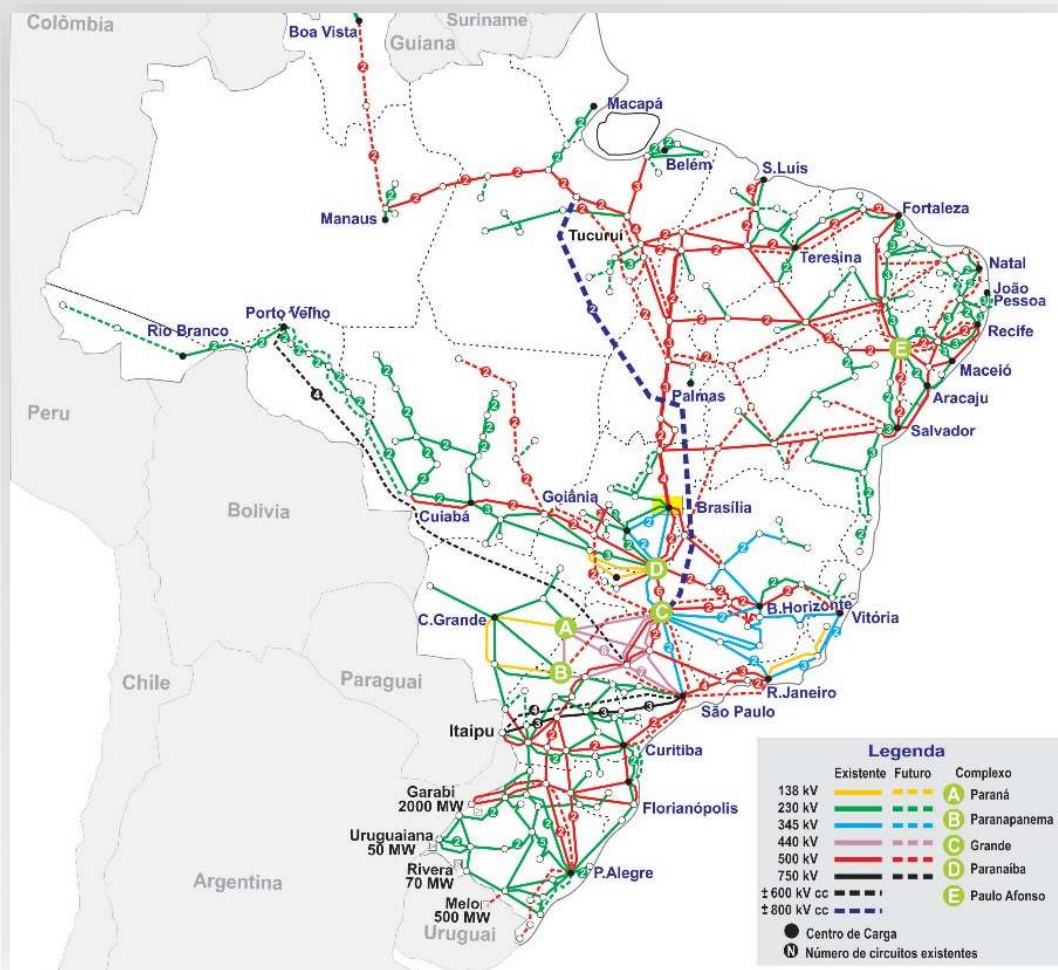


- ✓ **Previsão de redução de 15% no valor médio do custo de instalação em 10 anos em função de alguns fatores**
  - Otimização da tecnologia e dos processos de instalação
  - Embarcações com plataformas maiores (mais equipamentos transportados)
  - Processos mais eficientes (tempos de instalação menores e taxas de utilização maiores)
  - Aumento da concorrência dentro da cadeia de suprimentos



- ✓ **Alta dependência de logística e infraestrutura**
  - Processo repetitivo de transporte e instalação (fase de construção)
  - Infraestrutura portuária necessária para viabilizar a instalação
  - Uso de embarcações desenvolvidas especificamente para esse fim

# Conexão ao Sistema Interligado Nacional



- ✓ Principais observações no contexto internacional:
  - A integração de usinas eólicas offshore ao sistema elétrico normalmente é feita através de sistemas de transmissão dedicados
  - A definição da tecnologia a ser utilizada e o dimensionamento dos sistemas é parte inerente ao empreendimento
  - Os sistemas de transmissão em CA e em CC são tecnologias bem estabelecidas e com ampla utilização nos sistemas offshore

i

A implantação de empreendimentos eólicos *offshore* traz um desafio adicional para as ampliações e reforços sistêmicos que possibilitem o escoamento da energia

# Aspectos legais e regulatórios (I)

						
Processo público objetivo						
<i>First come, first served</i> ou <i>Open door</i>						

Open door - não há competição para a outorga do uso de áreas para exploração de potencial eólico marítimo ao particular. Os interessados submetem a análise do projeto ao Estado, desde que o projeto não esteja localizado em áreas já zoneadas.

First come, first served - também não há competição para a outorga do uso de áreas para exploração de potencial eólico marítimo ao particular. O Estado, em regra, fica responsável pelo levantamento do potencial e pelo zoneamento das áreas e coloca algumas informações à disposição dos interessados.



**Reino Unido:** adotou o modelo FCFS apenas na primeira rodada.

**Alemanha:** está em fase de transição para o modelo de leilões.

# Aspectos legais e regulatórios (II)



Fonte: CIRM

**Constituição Federal 1988**

**Mar territorial é bem da União**  
**Cessão de áreas na ZEE?**

# Aspectos ambientais (I)

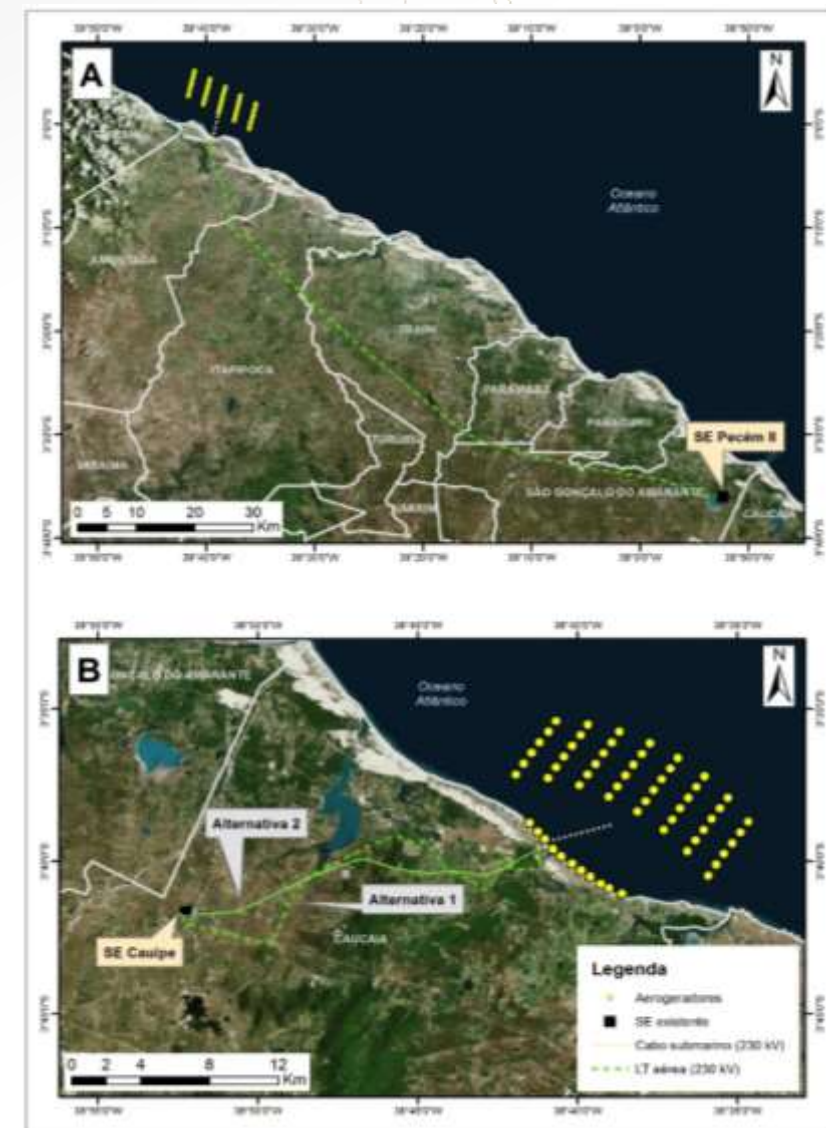
Empreendimento	Potência	UF	Início do licenciamento
Parque Eólico <i>Offshore Caucaia Parazinho - Iparaná</i>	310 MW	CE	2016
Complexo Eólico Marítimo Asa Branca I	400 MW	CE	2017
Planta Piloto de Geração Eólica <i>Offshore</i>	5 MW	RN	2018
Projeto Nova Energia	3,4 MW	BA	2019

Fonte: FCAs – Ibama

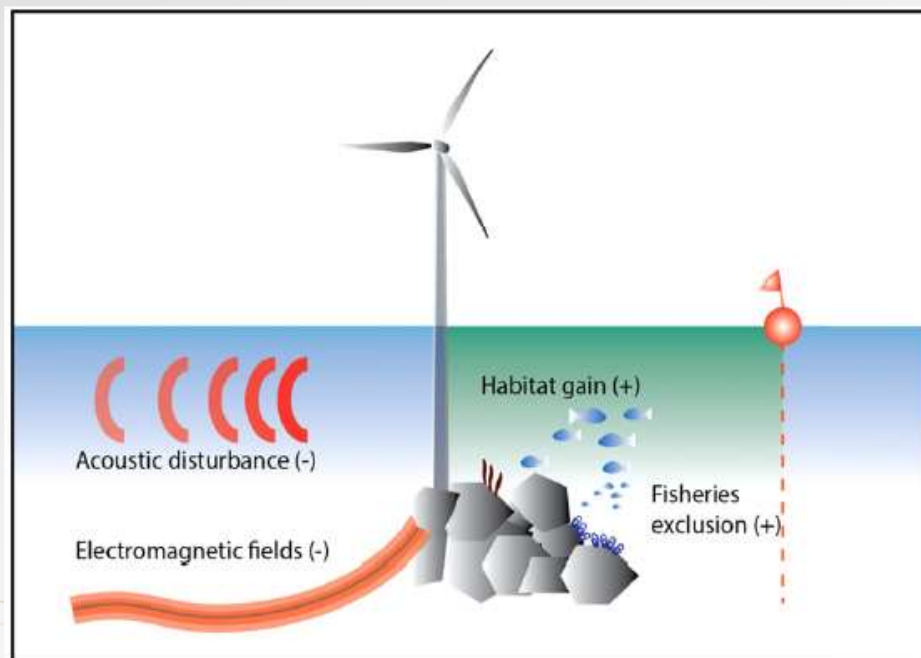
- ✓ **Conexão ao SIN** contempla grandes extensões em trechos continentais
  - Custos com indenizações e desapropriações pelo empreendedor
  - TRs emitidos refletem preocupação com complexidade socioambiental da zona costeira



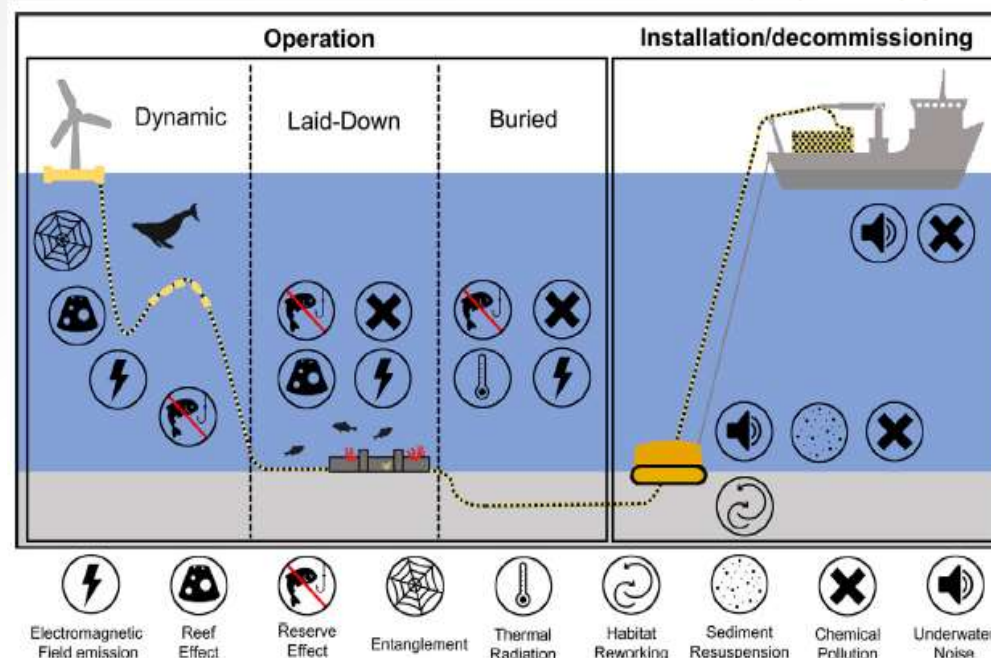
**Decreto n. 8.437/2015** – licenciamento ambiental deve contemplar também o sistema de transmissão associado ao empreendimento de geração de energia



## Aspectos ambientais (II)



**Presença física das turbinas**



**Malha de cabos submarinos**



- ✓ **Tendência internacional aponta para a impossibilidade de uso compartilhado dessas áreas**
  - **Tamanho da área ocupada costuma ser grande (visando ganhos de escala)**
  - **Interferências com outras atividades econômicas (p. ex., exploração de óleo e gás)**
  - **Conflitos com atividade pesqueira**

# Aspectos ambientais (III)



## Tendência internacional

- Países desenvolvidos – planejamento espacial
- Zona Econômica Exclusiva pequena – planejamento espacial
- Existência de estrutura organizacional e/ou agência governamental dedicada à gestão do espaço e dos recursos marinhos (p. ex., EUA, Alemanha)
- Cumprimento de normativas internacionais (p. ex., União Europeia)



### Planejamento espacial marinho

**Melhor forma de evitar possíveis conflitos de uso (atuais e futuros) e impactos em áreas ambientalmente sensíveis**

- ✓ Reduz riscos e custos dos empreendedores interessados no desenvolvimento de projetos eólicos *offshore*
- ✓ Traz maior previsibilidade ao processo

*Fonte: Banco Mundial (2010)*

# Aspectos ambientais (IV)



**Brasil** – zoneamento ambiental é um dos instrumentos de gestão previstos, mas não há nenhum tipo de zoneamento que contemple a extensão da ZEE brasileira até o momento

## Questões para o planejamento energético

- Há necessidade de investimentos de outros setores (p. ex., infraestrutura portuária, logística, indústria)?
- O desenvolvimento desses projetos em escala implicará na necessidade de reforços estruturais ao sistema de transmissão existente? Se sim, como fazê-lo ao menor custo?
- É necessário desenhar um programa/plano específico para estimular o desenvolvimento da fonte no Brasil?

E para finalizar...

“A gente tem é que sonhar  
senão as coisas não acontecem”

Oscar Niemeyer

# Obrigada

Elisângela Medeiros de Almeida  
Superintendente de Meio Ambiente  
*elisangela.almeida@epe.gov.br*

Mariana de Assis Espécie  
Analista de Pesquisa Energética

Fernanda Correa Ferreira  
Advogada

Avenida Rio Branco, 1 - 11º andar  
20090-003 - Centro - Rio de Janeiro  
*[www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)*

Twitter: *@EPE\_Brasil*  
Facebook: *EPE.Brasil*

