



Empresa de Pesquisa Energética

# Eólicas offshore

## Oportunidades e desafios

---

**Angela Livino**

Presidente Interina | EPE

31 Maio 2023

Ministério de  
**Minas e Energia**





Sobre a EPE



**Empresa pública federal vinculada  
ao Ministério de Minas e Energia**



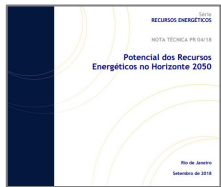
**Desenvolvemos estudos e estatísticas  
energéticas para subsidiar a formulação,  
implementação e avaliação da política  
energética nacional**



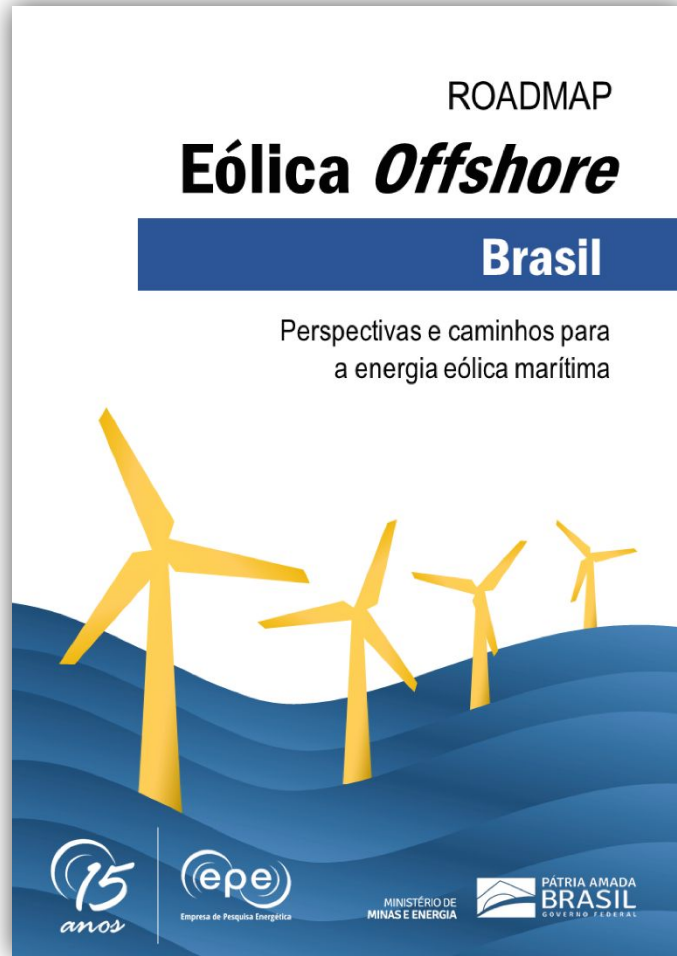
[www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)

**Integrante do Conselho Nacional  
de Política Energética (CNPE)**

# Eólicas Offshore no planejamento energético



# Roadmap Eólica Offshore Brasil



## Objetivos do *Roadmap*

- Identificar possíveis barreiras e desafios a serem enfrentados
- Apontar algumas recomendações ao planejamento energético
- Compreender os aspectos relativos à fonte


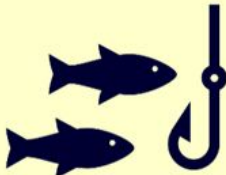



**Não possui como finalidade a proposição de uma política de incentivo a essa fonte energética**



Disponível em:  
<http://bit.ly/EOLoffshoreBR>

# Como o estudo está organizado?

 <p>Potencial eólico <i>offshore</i></p>	 <p>Aspectos tecnológicos e custos</p>	 <p>Conexão ao sistema</p>
 <p>Aspectos legais e regulatórios</p>	 <p>Aspectos ambientais</p>	 <p>Conclusões</p>
 <p>Desafios e Ações</p>		

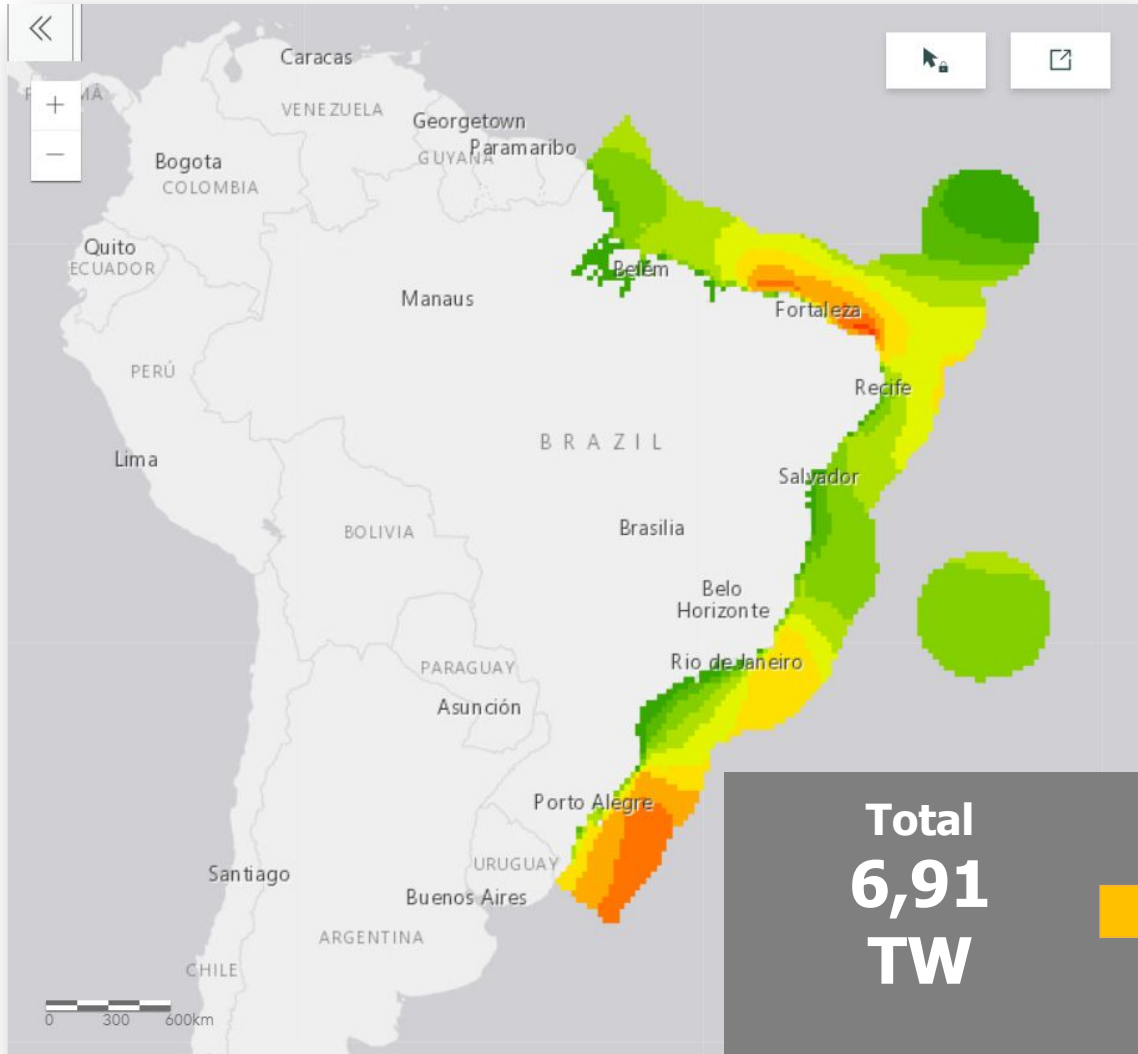
**Conteúdo interativo  
disponível!**



[Português](#)

[Inglês](#)

# Potencial eólico offshore brasileiro



Três localidades principais:

- Região Nordeste (356 GW)
- Região Sudeste (47 GW)
- Região Sul (97 GW)

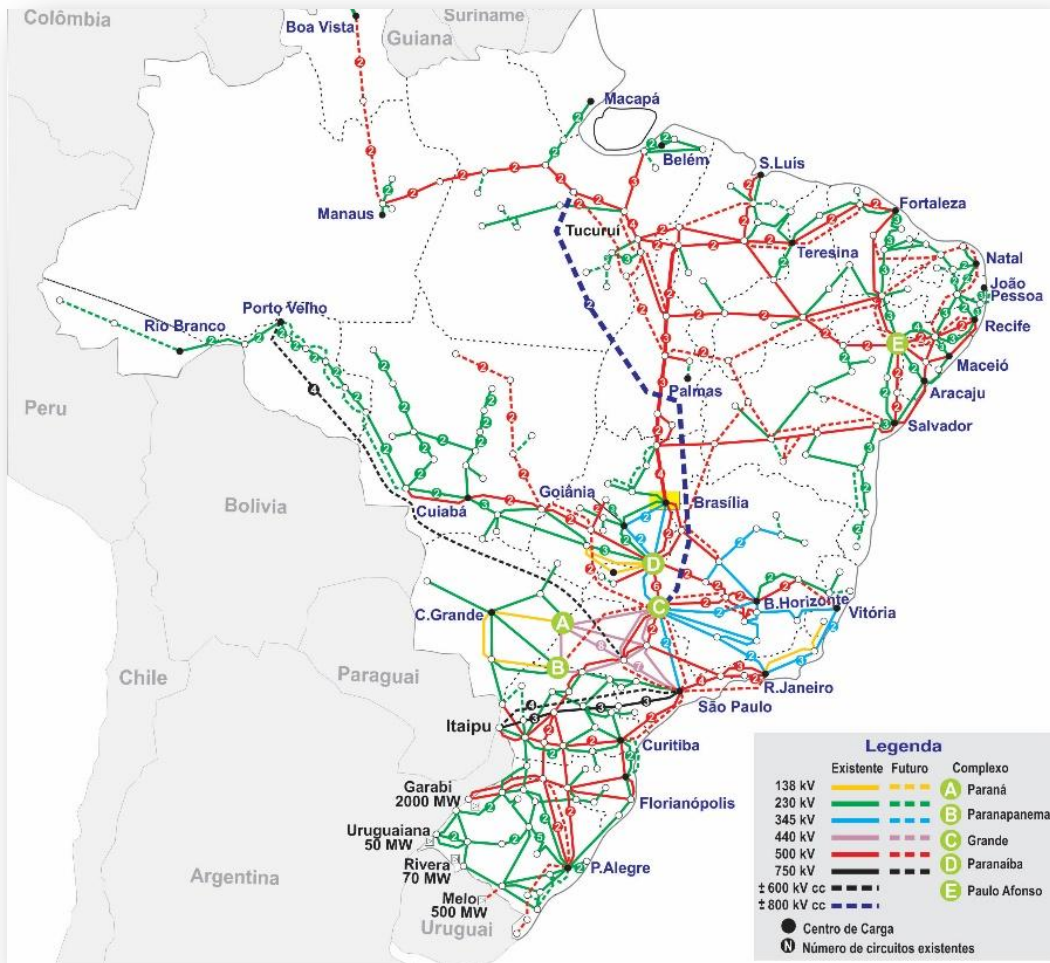
# Aspectos tecnológicos e custos

- ✓ Tendência de redução do CAPEX para projetos eólicos *offshore* no cenário internacional
- ✓ Alta dependência de infraestrutura portuária e de logística
- ✓ Comparado à projetos *onshore*, são observados custos maiores de fundação, instalação, transporte de estruturas e fabricação de equipamentos



...proveitará  
ndizado  
al?

# Conexão ao Sistema



- ✓ A conexão desses projetos ao sistema é normalmente feita por sistemas de transmissão dedicados
- ✓ Sistemas de transmissão em CA e em CC são tecnologias bem estabelecidas e com ampla utilização
- ✓ Brasil não deve enfrentar dificuldades com uso de tecnologia de cabos submarinos dada a experiência internacional e nacional (para conexão em CA)



O desenvolvimento de projetos eólicos *offshore* traz desafios adicionais ao planejamento da transmissão, podendo ensejar no desenho de reforços estruturais do sistema



# Aspectos legais e regulatórios

						
Processo público objetivo						
FCFS (First come, first served)/ Open doors						

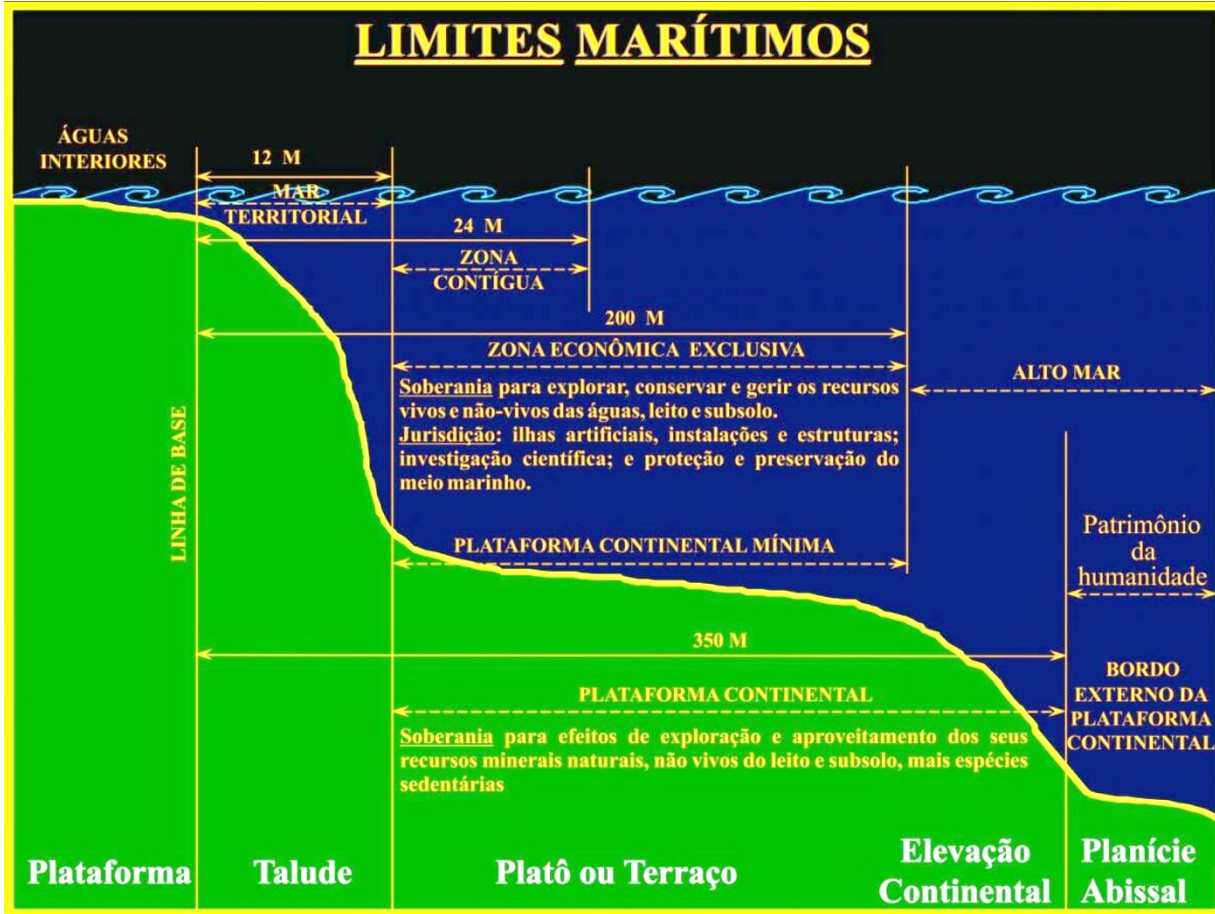


**Reino Unido:** adotou o modelo FCFS apenas na primeira rodada.  
**Alemanha:** está em fase de transição para o modelo de leilões.



Tendência de realização de processos públicos competitivos para acesso à área

# Aspectos legais e regulatórios



Fonte: CIRM

**Constituição Federal (1988)**  
**Mar territorial = bem da União**



## DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO

Publicado em: 25/01/2022 | Edição: 17-B | Seção: 1 - Extra B | Página: 1

Órgão: Atos do Poder Executivo

### DECRETO Nº 10.946, DE 25 DE JANEIRO DE 2022

Dispõe sobre a cessão de uso de espaços físicos e o aproveitamento dos recursos naturais em águas interiores de domínio da União, no mar territorial, na zona econômica exclusiva e na plataforma continental para a geração de energia elétrica a partir de empreendimento **offshore**.

# Aspectos ambientais

**Decreto nº 8.437/2015**  
Processo de licenciamento ambiental de geração de energia deve contemplar também sua conexão até uma subestação do SIN



## Zoneamento ambiental / Planejamento Espacial Marinho

Embora previsto em lei, ainda não há nenhum tipo de zoneamento que contemple a totalidade das águas jurisdicionais brasileiras até o momento



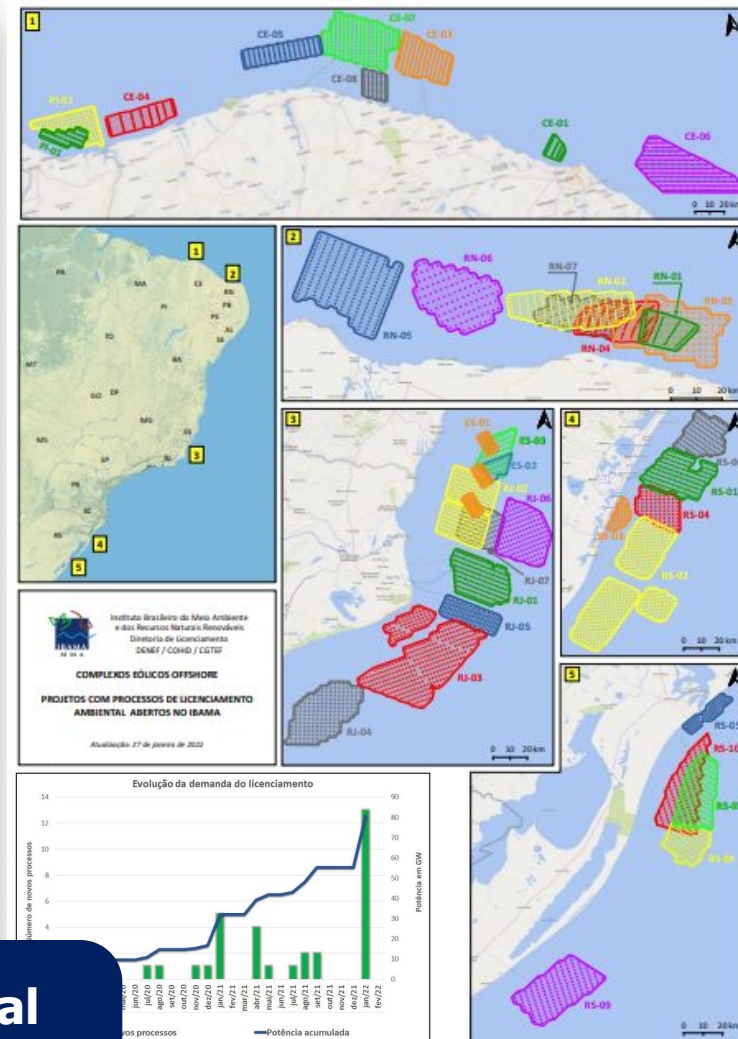
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama  
Diretoria de Licenciamento Ambiental - Dilic

TERMO DE REFERÊNCIA  
Estudo de Impacto Ambiental e  
Relatório de Impacto Ambiental EIA/RIMA

Tipologia: COMPLEXOS EÓLICOS MARÍTIMOS  
(OFFSHORE)



**74 projetos em fase inicial de licenciamento ambiental**  
**> 182 GW**



# Principais desafios identificados

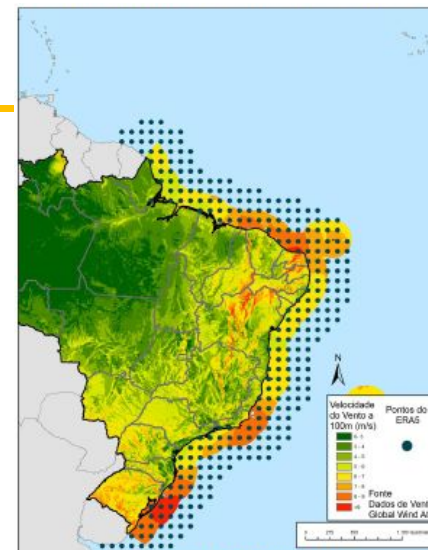


# Estudos pós-*Roadmap*

A solid yellow vertical line is positioned to the right of the main text, extending from the top of the 'Estudos' line down to the bottom of the 'pós-Roadmap' line.

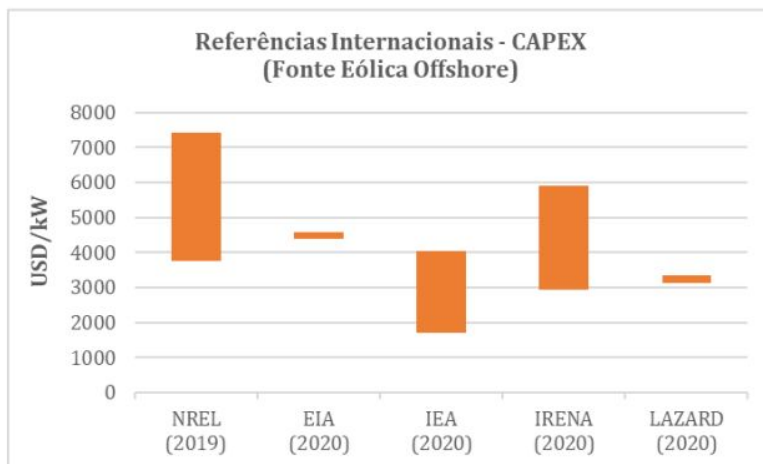
# Competitividade no contexto nacional

Tipo de Oferta	Vida útil econômica [anos]	Faixas de CAPEX, mín e máx [R\$/kW]	CAPEX Referência, sem JDC [R\$/kW]	Fator de Capacidade médio <sup>(4)</sup>	O&M [R\$/kW/ano]	Encargos/ Impostos [R\$/kW/ano]	Tempo médio de desembolso [meses]
<b>Eólica Offshore</b>	20	9.800 a 18.600	10.300	32% - 62%	360	415	36
<b>Eólica Onshore</b>	20	3.200 a 5.500	3.800	38% - 47%	90	145	24
			4.200		90	150	
			4.500		90	150	
			5.000		90	155	
<b>Solar Fotovoltaica</b>	25	2.500 a 5.000	2.800	30% - 31%	50	130	12
			3.300		50	135	
			3.800		50	140	
			4.500		50	145	
<b>Fotovoltaica Flutuante</b>	25	3.800 a 6.500	5.000	21% - 22%	65	150	12

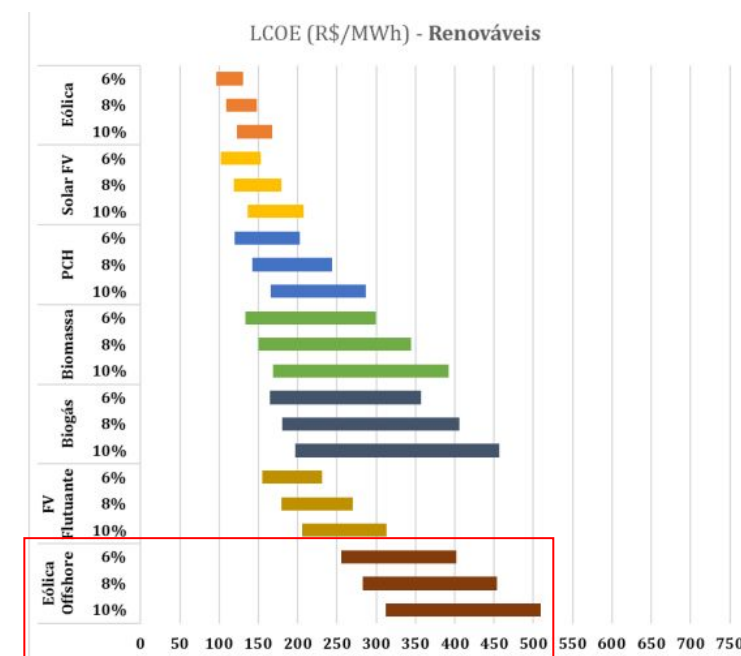


[bit.ly/PDE2031](https://bit.ly/PDE2031)

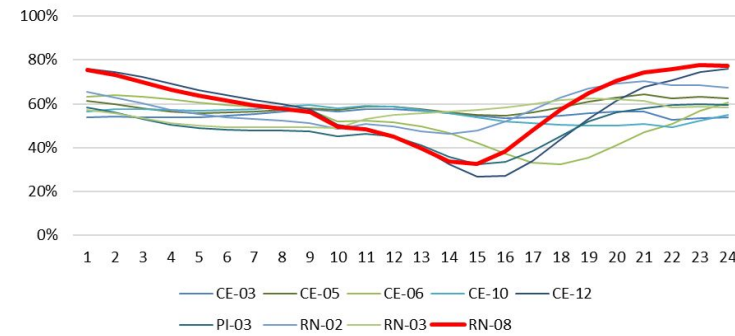
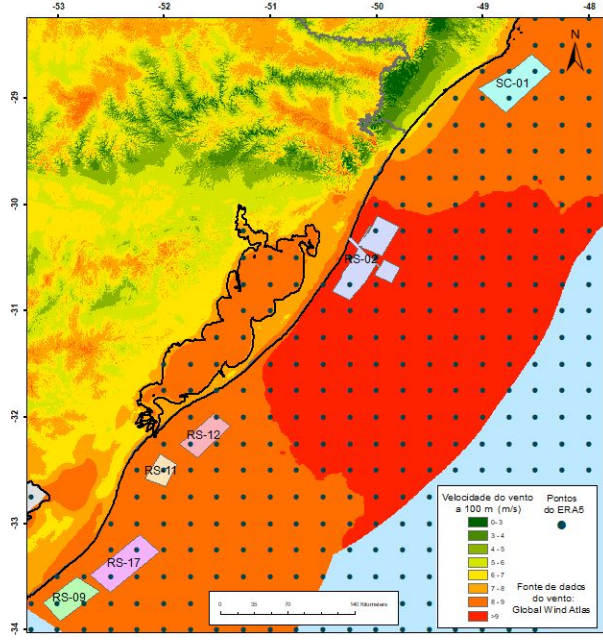
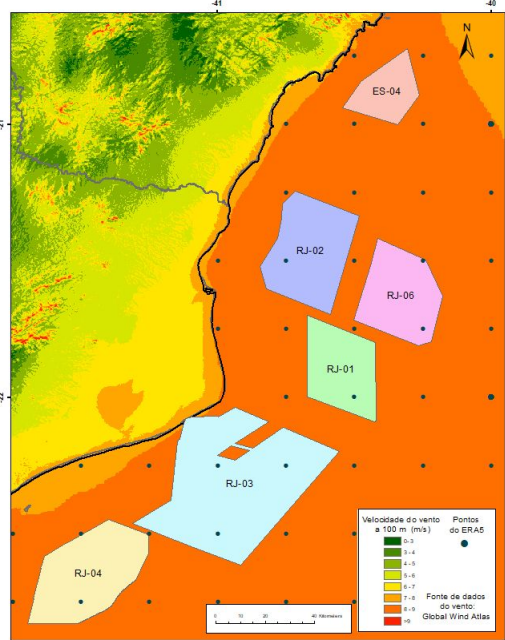
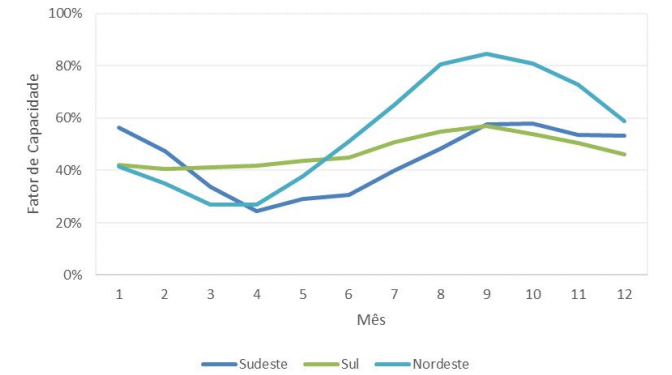
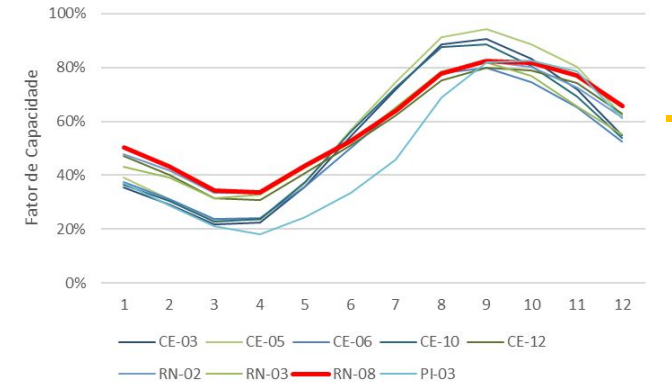
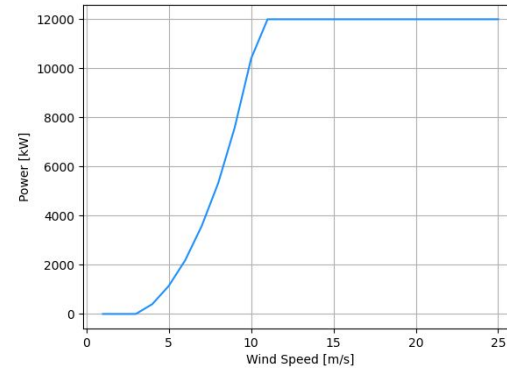
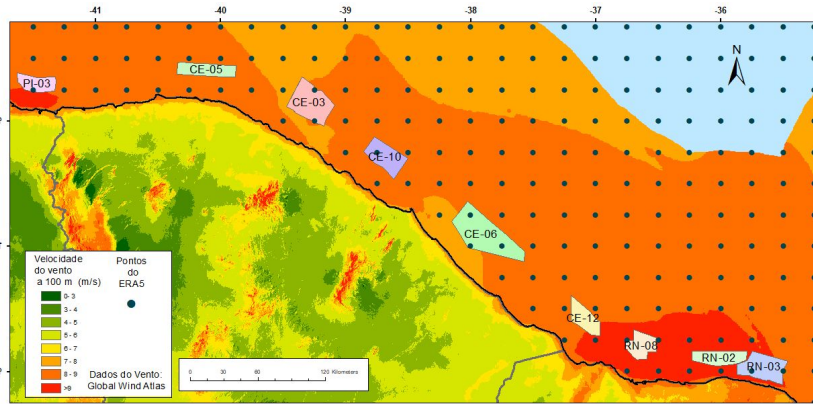
[bit.ly/inputsEOL-UFV](https://bit.ly/inputsEOL-UFV)



[bit.ly/cadernodeprecosepe](https://bit.ly/cadernodeprecosepe)



# Contribuição energética no PDE



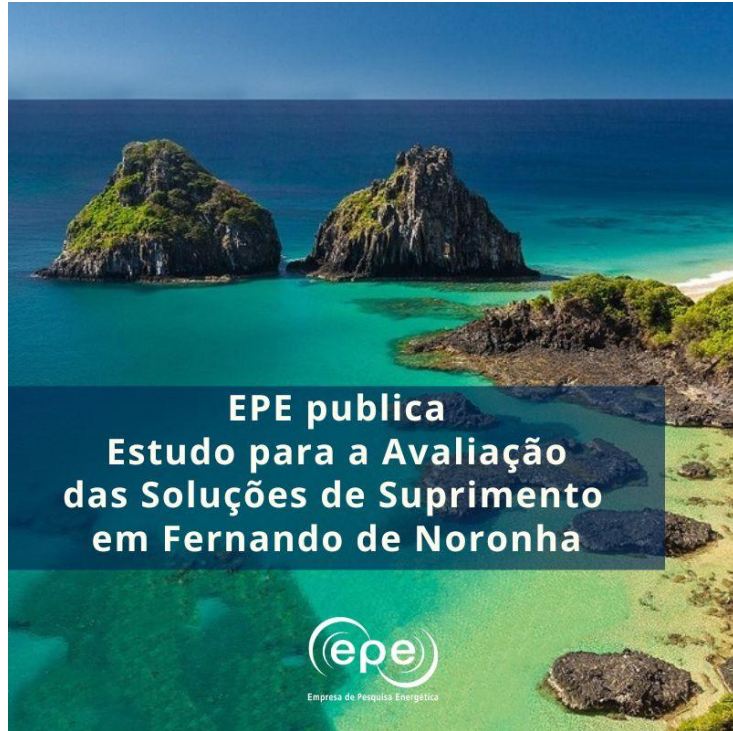
**PLANEJAMENTO DA GERAÇÃO**

**Geração Eólica e Fotovoltaica**

*Dados de entrada para modelos elétricos e energéticos: metodologias e premissas*

<https://bit.ly/dadosEOLUFvR2>

# Fernando de Noronha



<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Paginas/Estudo-de-Identificacao-das-Alternativas-de-Suprimento-a-Fernando-de-Noronha.aspx>



**Eólica offshore entre as soluções competitivas**

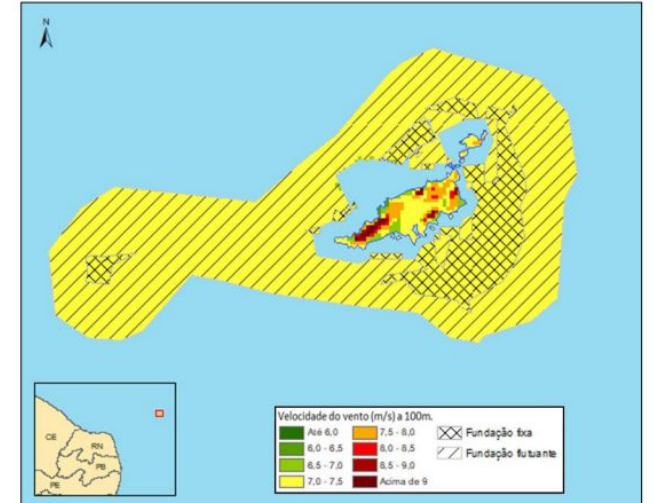


Figura 15- Regiões tecnicamente viáveis para a exploração de energia eólica no mar e velocidade do vento a 100m de altura. Fontes: Elaboração própria, a partir de GWA (2021) e ESMAP (2021)

ID	Configuração									
	UFV Solo (kW)	UFV Telhado (kW)	UFV Flutuante (kW)	EOL Onshore (turbinas)	EOL Offshore (turbinas)	UTE Diesel (kW)	UTE Etanol (kW)	UTE Biodiesel (kW)	UTE GNL (kW)	Baterias
0	2.000	-	-	4	1	-	5.000	-	5.000	-
1	2.000	1.000	-	4	1	-	5.000	-	5.000	-
2	-	2.000	-	4	1	-	5.000	-	5.000	-
3	2.000	-	-	4	1	5.000	-	-	5.000	-
4	2.000	1.000	-	4	1	5.000	-	-	5.000	-
5	2.000	-	-	4	1	5.000	-	-	5.000	1
6	-	2.000	-	4	1	5.000	-	-	5.000	-
7	2.000	-	-	4	1	-	-	5.000	5.000	-
8	-	-	-	4	1	-	5.000	-	5.000	-
9	2.000	-	-	4	1	-	-	5.000	5.000	1

<https://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/epe-publica-estudo-para-a-avaliacao-das-solucoes-de-suprimento-em-fernando-de-noronha-elaboracao-de-cenarios-e-simulacoes>



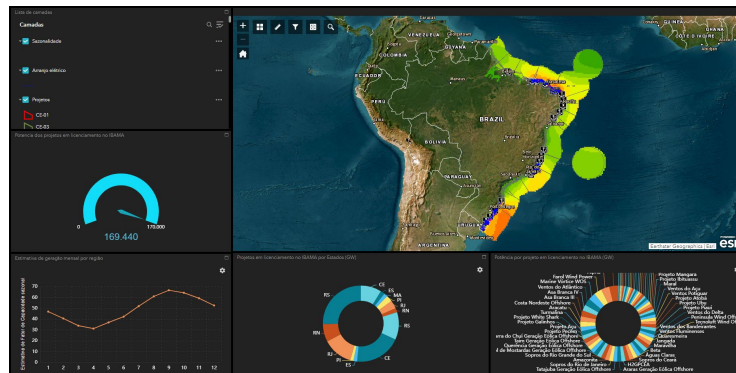
# Ferramentas interativas

## Storymap eólica offshore



<https://storymaps.arcgis.com/stories/85011a3a5b5e4208abccf546cdd0de2f>

## Eólica offshore



<https://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/epe-publica-o-painel-de-ferramenta-interativa-sobre-eolicas-offshore>

## Eólica onshore



<https://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/epe-publica-plataforma-interativa-de-energia-eolica-onshore-no-brasil>

## Hidrogênio



<https://gisepeprd2.epe.gov.br/arcgisportal/apps/storymaps/stories/68332aaa3fc64524a656583e1367daa3>

# Cooperação internacional



Impactos socioambientais e econômicos

Ambiente de desenvolvimento: portos, transmissão, cadeia de valor, contratos

Proposta de marco legal

Guia do investidor

Reuniões com stakeholders



MoU assinado em Dez/2021

Eólica Offshore

Waste-to-Energy

Transição energética

Hidrogênio

Medições de vento offshore

Treinamentos  
Experiência internacional  
Avaliação do recurso  
Infraestrutura portuária  
Formação de mão-de-obra



# Publicações de outras instituições



## NORMAS DA AUTORIDADE MARÍTIMA PARA AUXÍLIOS À NAVEGAÇÃO

NORMAM-17/DHN

Regras de sinalização de parques eólicos offshore (Out/2020)



Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama  
Diretoria de Licenciamento Ambiental - Diliac

## TERMO DE REFERÊNCIA Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental EIA/RIMA

Tipolog

Termo de Referência para licenciamento ambiental (Nov/2020)



## Presidência da República Secretaria-Geral Subchefia para Assuntos Jurídicos

**DECRETO Nº 10.544, DE 16 DE NOVEMBRO DE 2020**

Aprova o X Plano Setorial para os Recursos do Mar.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, no uso das atribuições que lhe confere o art. 84, caput, incisos IV e VI, alínea "a", da Constituição, e tendo em vista o disposto na Lei nº 8.617, de 4 de janeiro de 1993.

**DECRETA:**

Art. 1º Fica aprovado o X forma do Anexo, com o objetivo do setor no período de 2020 a 2023.

Plano setorial para recursos do Mar (Nov/2020)



## DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO

Publicado em: 25/01/2021 | Edição: 16 | Seção: 1 | Página: 3  
Órgão: atos do Poder Executivo

**DECRETO Nº 10.607, DE 22 DE JANEIRO DE 2021**

Institui o Grupo de Trabalho Interministerial para reformular a Política Marítima Nacional.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 84, caput, inciso VI, alínea "a", da Constituição.

**DECRETA:**

Art. 1º Fica instituído o Grupo de Trabalho de reformulação da Política Marítima Nacional.

GT Política Marítima Nacional (Jan/2021)



## DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO

Publicado em: 06/05/2021 | Edição: 84 | Seção: 1 | Página: 5  
Órgão: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações/Gabinete do Ministro

**PORTARIA MCTI Nº 4.719, DE 5 DE MAIO DE 2021**

O MINISTRO DE ESTADO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES, no uso das atribuições conferidas pelo art. 87, parágrafo único, inciso IV, da Constituição Federal, e tendo em vista o disposto no inciso I do art. 26-A da Lei nº 13.844, de 18 de junho de 2019, e o inciso I do art. 19 do Anexo I do Decreto nº 10.463, de 14 de agosto de 2020, resolve:

Art. 1º Esta Portaria dispõe sobre a ciência brasileira em águas oceânicas, costeiras e aplicação do conhecimento científico e tecnológico para o uso sustentável e conservação do oceano, tendo em vista o disposto no inciso I do art. 26-A da Lei nº 13.844, de 18 de junho de 2019, e o inciso I do art. 19 do Anexo I do Decreto nº 10.463, de 14 de agosto de 2020, resolve:

Programa Ciência no Mar (Maio/2021)

Mista

**PROJETO DE LEI Nº , DE 2021**

Disciplina a outorga de autorizações para aproveitamento de potencial energético offshore.

O CONGRESSO NACIONAL decreta:

Art. 1º Esta Lei dispõe sobre o Programa para geração de energia a partir de energia eólica offshore, no âmbito das atribuições institucionais correlatas.

PLS 576 (Fev/2021)

(Do Sr. DANILO FORTE)

Disciplina os requisitos e procedimentos necessários à obtenção de outorga de autorização para a exploração de centrais geradoras eólicas offshore, fotovoltaicas, ou que utilizem outras fontes renováveis, nas águas interiores sob o domínio da União, no mar territorial e na zona econômica exclusiva.

O Congresso Nacional decreta:

Art. 1º Esta Lei disciplina os requisitos

PL 3655 (Out/2025)



## DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO

Publicado em: 25/01/2022 | Edição: 17-B | Seção: 1 - Extra B | Página: 1  
Órgão: atos do Poder Executivo

**DECRETO Nº 10.946, DE 25 DE JANEIRO DE 2022**

Dispõe sobre a cessão de uso de espaços físicos e o aproveitamento dos recursos naturais em águas interiores de domínio da União, no mar territorial, na zona econômica exclusiva e na plataforma continental para a geração de energia elétrica a partir de empreendimento offshore.



## DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO

Publicado em: 10/03/2022 | Edição: 47 | Seção: 3 | Página: 31  
Órgão: Ministério da Economia/Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

**EXTRATO DE ACORDO DE COOPERAÇÃO Nº D-121.2.0005.22**

Participes: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES e a União Federal, por meio da Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar - SECIRM. OBJETO: Acordo de Cooperação para viabilizar, apoiar e acompanhar estudos técnicos voltados à implementação de Projeto-Piloto do PEM na região marinha do Sul do Brasil, a ser operacionalizado por meio de parceiro executor, selecionado por Seleção Pública. ESPÉCIE: Acordo de Cooperação conforme art. 17 §1º, da Resolução DIR nº 3.729/2021 - BNDES. PRAZO: 40 (quarenta) meses, podendo ser prorrogado até o limite de 60 (sessenta) meses. DATA DA ASSINATURA: 25/02/2022. Pelo BNDES: Pedro Bruno Barros de Souza, Superintendente da Área de Governo e Relacionamento Institucional e Victor Alexander Contarato Burns, Chefe do Departamento de Relacionamento com o Governo Federal. Pela SECIRM: Marco Antônio Linhares Soares, Contra-Almirante, Secretário da SECIRM. CIO0061.rtf

Este conteúdo não substitui o publicado na versão certificada.

# Regras do jogo



## DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO

Publicado em: 25/01/2022 | Edição: 17-B | Seção: 1 - Extra B | Página: 1  
Órgão: Atos do Poder Executivo

### DECRETO Nº 10.946, DE 25 DE JANEIRO DE 2022

Dispõe sobre a cessão de uso de espaços físicos e o aproveitamento dos recursos naturais em águas interiores de domínio da União, no mar territorial, na zona econômica exclusiva e na plataforma continental para a geração de energia elétrica a partir de empreendimento **offshore**.

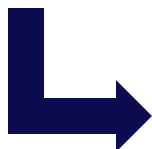


## DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO

Publicado em: 20/10/2022 | Edição: 200 | Seção: 1 | Página: 65  
Órgão: Ministério de Minas e Energia/Gabinete do Ministro

### PORTARIA NORMATIVA Nº 52/GM/MME, DE 19 DE OUTUBRO DE 2022

Estabelece as normas e procedimentos complementares relativos à cessão de uso onerosa para exploração de central geradora de energia elétrica offshore no regime de produção independente de energia ou de autoprodução de energia, de que trata o art. 5º, inciso I, do Decreto nº 10.946, de 25 de janeiro de 2022.



## DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO

Publicado em: 20/10/2022 | Edição: 200 | Seção: 1 | Página: 65  
Órgão: Ministério de Minas e Energia/Gabinete do Ministro

### PORTARIA INTERMINISTERIAL MME/MMA Nº 3, DE 19 DE OUTUBRO DE 2022

OS MINISTROS DE ESTADO DE MINAS E ENERGIA E DO MEIO AMBIENTE, no uso das atribuições que lhes conferem o art. 87, parágrafo único, incisos II e IV, da Constituição, tendo em vista o disposto no art. 4º do Decreto nº 10.139, de 28 de novembro de 2019, no Decreto nº 10.946, de 25 de janeiro de 2022, e o que consta no Processo nº 48360.000268/2021-11, resolvem:

#### CAPÍTULO I

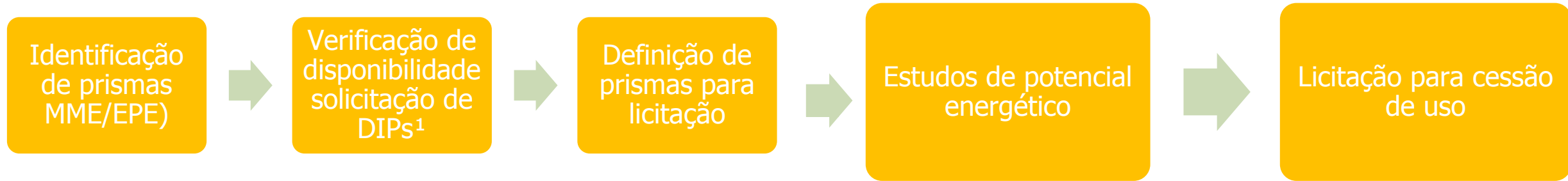
#### DO PORTAL ÚNICO PARA GESTÃO DO USO DE ÁREAS

Art. 1º Criar o Portal Único para Gestão do Uso de Áreas Offshore para Geração de Energia (PUG-offshore).

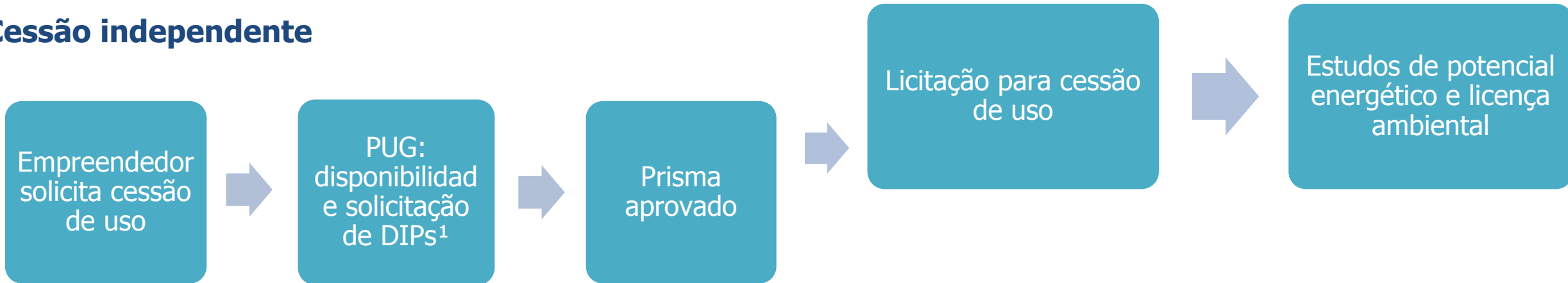
# Duas abordagens

---

## Cessão planejada



## Cessão independente



<sup>1</sup> DIPs: Declarações de interferência prévia

# Próximos passos

---

## Atividades EPE:

(Decreto n. 10.946/22 & Portaria MME n. 52/22)

Apoio ao MME na:

- Metodologia para cálculo do valor devido à União\*
- Delimitação da área máxima\*
- Estudos para leilões específicos

Pareceres Técnicos sobre conexão

Requisitos para estudos de potencial energético

\* 1º semestre 2023

# Requisitos de medições anemométricas

---



## COMO?

- Padrões mínimos
- Instrumentos a utilizar



## POR QUE?

- Reduzir riscos para o desenvolvedor



## QUEM?

- Empreendedor, Governo



## POR QUANTO TEMPO?

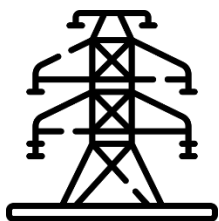
- Redução de incertezas para o comprador e para o gerador
- Participação em leilões



Fonte: Windpower Engineering & Development

# Conexão à rede

---



## O QUÊ?

- Instalações de interesse restrito
- Rede básica



## LEILÕES

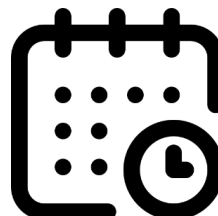
- Parecer de acesso: distribuidora, ONS ou EPE
- Cálculo da capacidade remanescente
- Licitação G + T?

(Decreto 5.163 (Art. 19, § 1º, V))



## QUEM?

- Gerador, Transmissora?
- Experiência internacional
- Alocação de riscos



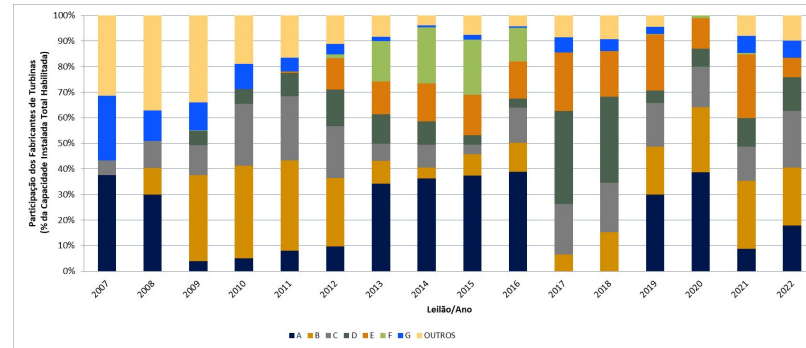
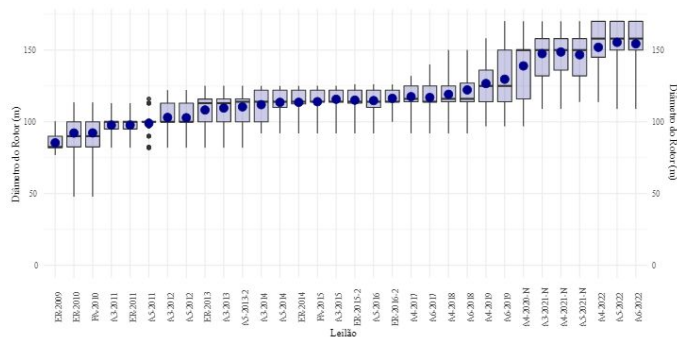
## QUANDO?

- Tempo de desenvolvimento do projeto

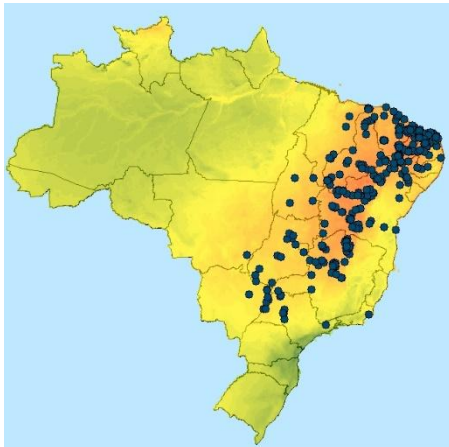


# Caderno de Tecnologias

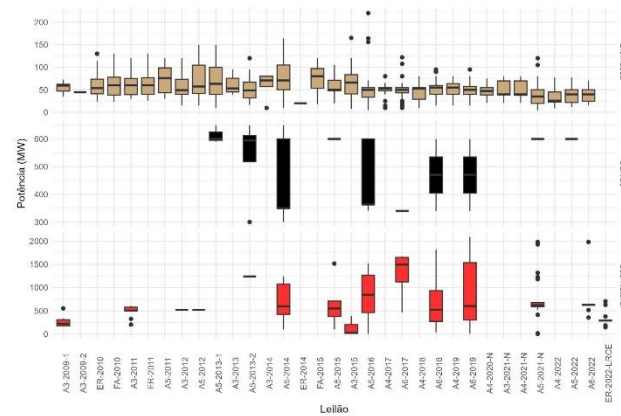
## Eólica



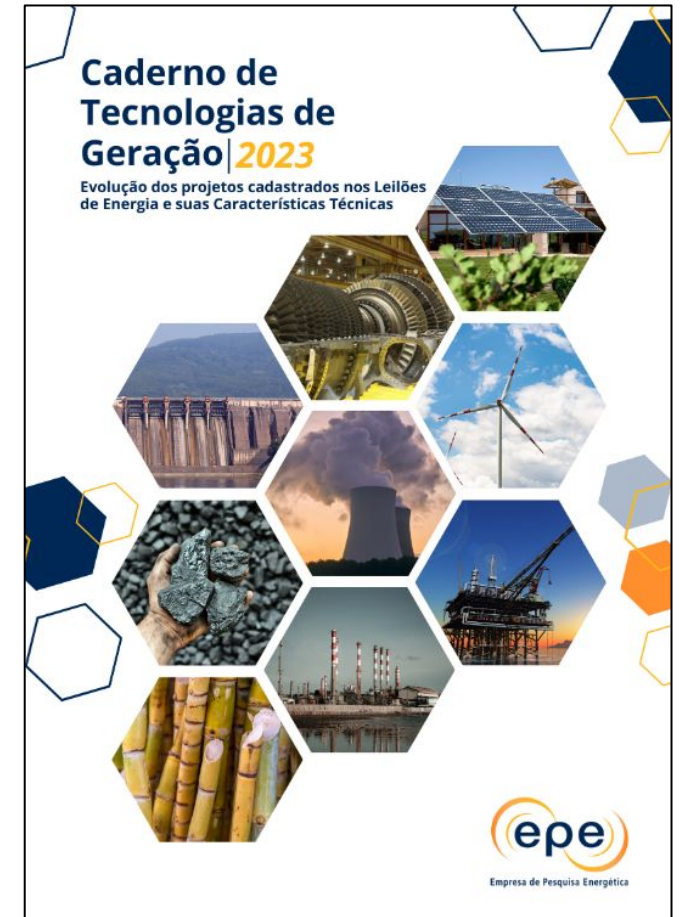
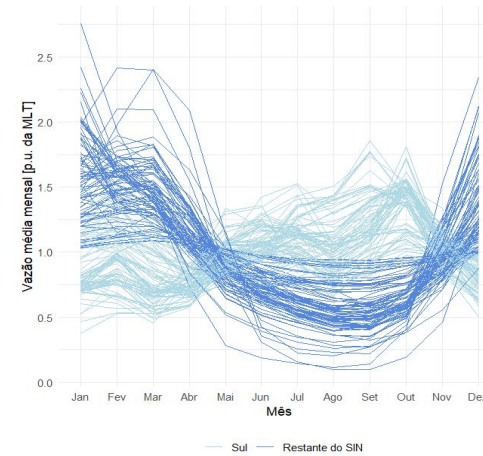
## Fotovoltaica



## Termelétrica



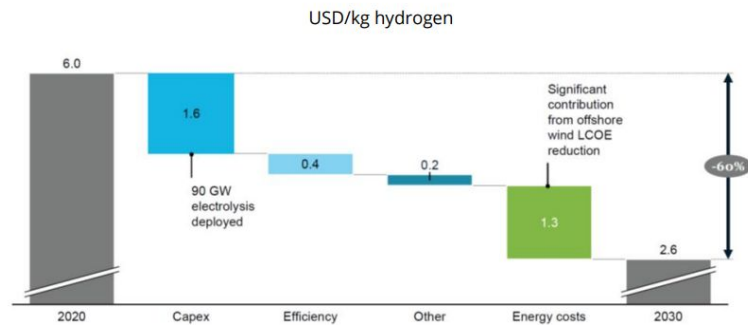
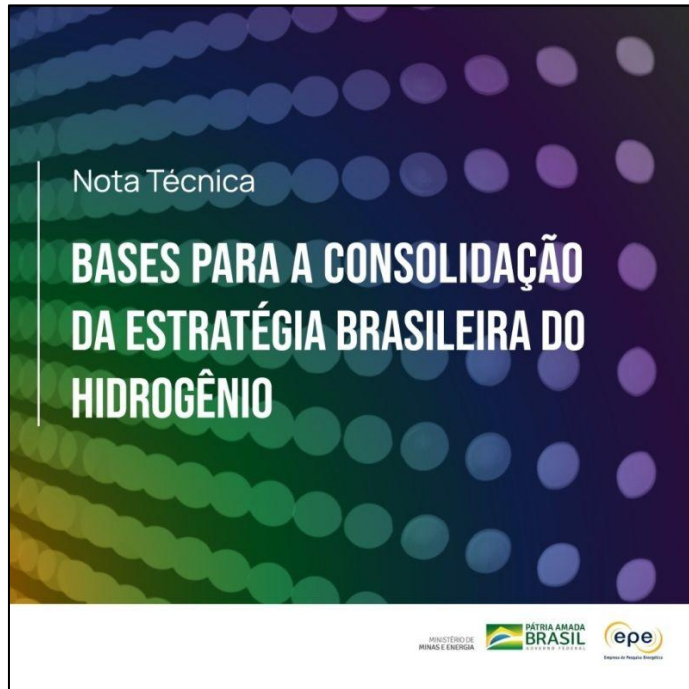
## PCH & CGH



Disponível em:

<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/caderno-de-tecnologias-de-geracao>

# Hidrogênio



**Brazilian Hydrogen Energy Compact Side Event**  
June 24<sup>th</sup>, 2021  
15:15 - 16:30 EST (NY)  
16:15 - 17:30 GMT-3 (BSB)  
Join us here

**United Nations** HIGH-LEVEL DIALOGUE ON ENERGY

- Agnes M. da Costa**: Head of the Regulatory Advisory Office, Brazilian Ministry of Mines and Energy
- Thiago Barbal**: Executive President, Brazilian Energy Research Office
- Paulo César Magalhães**: Secretary of Energy Planning and Development, Brazilian Ministry of Mines and Energy
- Mechthild Wörstörfer**: Director for Sustainability, Technology and Studies, International Energy Agency-ITA
- Dolf Gielen**: Director, IEA's Innovation and Technology Centre
- Wandemberg Venceslau**: Secretary of Professional and Technological Education, Brazilian Ministry of Education
- Eduardo Soriano**: Director of the Applied Technologies Department, Brazilian Ministry of Science, Technology and Innovation
- Luiz Felipe Carbonell**: Coordination Director, Inpaq-Brasília
- Rafael Deitos**: Technical Director, Inpaq-Brasília
- Paulo Emilio Miranda**: President, Brazilian Hydrogen Association
- Carlos Alexandre Pires**: Director of the Energy Development Department, Brazilian Ministry of Mines and Energy

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA | PÁTRIA AMADA BRASIL



[bit.ly/diretrizesPNH2](https://bit.ly/diretrizesPNH2)

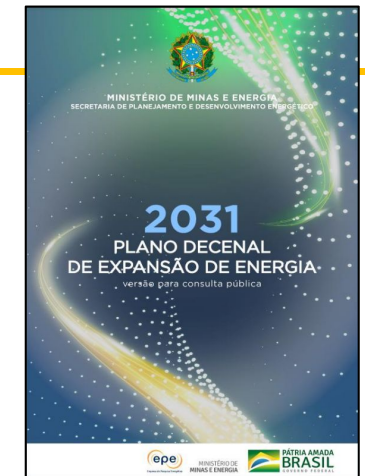


Disponível em: <https://bit.ly/H2-EPE>

# Hidrogênio no PDE 2031

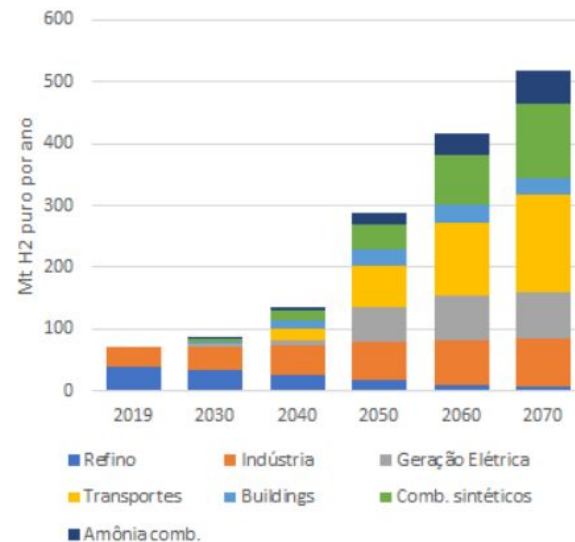
**Tabela 12 - 6: Estimativa do potencial técnico de produção de hidrogênio a partir do saldo de recursos energéticos até 2050**

Recurso Energético	Potencial de Hidrogênio Mt/ano
Renovável – Offshore*	1.715,3
Renovável – Onshore*	18,1**
Biomassa	50,5
Nuclear	6,9
Fósseis	60,2
<b>Total</b>	<b>1.851</b>



[bit.ly/PDE2031](http://bit.ly/PDE2031)

## Consumo mundial de H2



Fonte: IEA, 2021

**Tabela 12 - 7: Detalhamento do potencial técnico de produção de hidrogênio a partir dos recursos renováveis offshore**

Recurso Energético Renovável Offshore	Potencial de Hidrogênio Mt/ano
Eólica offshore - 10 km dist.	11,2
Eólica offshore - 50 km (exc. 10 km dist)	39,8
Eólica offshore - 100 km (exc. 50 km dist)	50,2
Eólica offshore - ZEE (exc. 100 km dist)	249,2
Oceânica	8,8
PV Offshore	1.356,1
<b>Total</b>	<b>1.715,3</b>

**350,4 Mt/ano a partir de eólica offshore**

# Conclusões

A thick, solid yellow vertical line is positioned to the right of the word 'Conclusões', extending from the top of the word down to the bottom of the page.

# Conclusões

---

- ✓ Competitividade e redução de custos
- ✓ PNE 2050: como administrar a abundância de recursos energéticos?
- ✓ H2: possíveis sinergias
- ✓ Em andamento: normas complementares e definição de requisitos



From EWEA / PETR NOVAK



**Angela Livino**

Presidente Interina

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



**EPE – Empresa de Pesquisa Energética**  
Praça Pio X, nº 54. Centro.  
Rio de Janeiro – RJ, 20091-040.

