

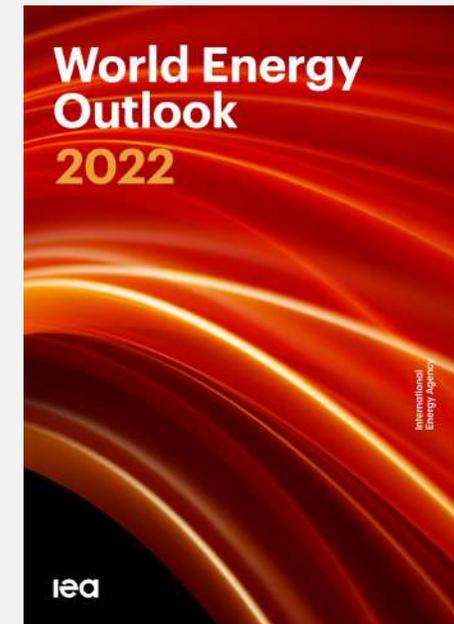
# Desafios das Novas Tecnologias de Energia Limpa

FIBE, Portugal, 18 de Novembro de 2022

Joisa Dutra

## Contexto Atual – Na Rota da Descarbonização

- Transição Energética: Descentralização, Digitalização e Eletrificação
- A ET demanda massivos investimentos em:
  - Em novas tecnologias de energia limpa
  - CET para descarbonização profunda: OW, H2(V), CCUS, Storage
- Redes de eletricidade nas três décadas
  - 4X: de US\$ \$280 bi (2020) para US\$ 1 tri (2040)
  - A IEA apresenta projeções similares: redes respondem por cerca de 50% dos investimentos em energia
  - Brasil (Plano Decenal de Energia elaborado pela EPE – horizonte 2031): US\$ 60 bilhões (G); US\$ 30 bi (T); US\$ 40 bi (D)



# Emissões de Gases de Efeito Estufa (GHG) no Brasil

Climate  
Commitments

**2020 NDC and  
Updated NDC  
Submitted**

**LT Strategy  
Not Submitted**

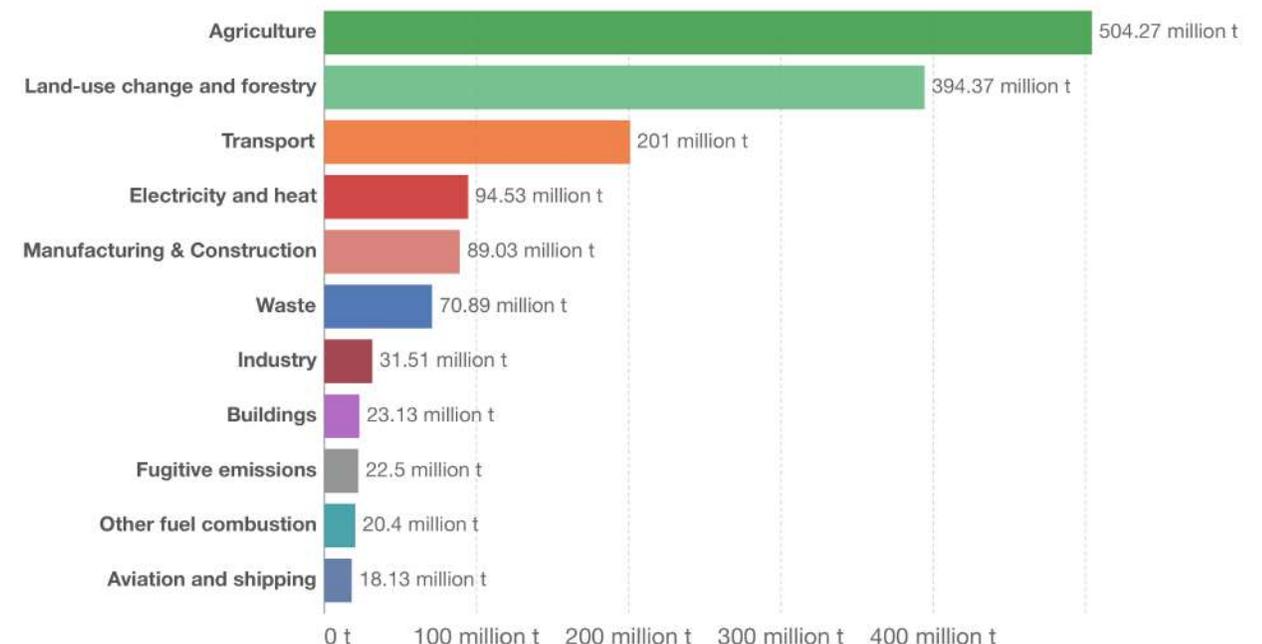
**Net Zero Pledge 2050**

- 7o. Maior Emissor de Gases de Efeito Estufa GHG Emissions
  - 1.5 bilhões de tCO<sub>2</sub>e (2019)
- 2.92% das emissões globais de GHG
- 81o. país mais vulnerável aos efeitos das mudanças climáticas

Greenhouse gas emissions by sector, Brazil, 2019

Emissions are measured in carbon dioxide equivalents (CO<sub>2</sub>eq). This means non-CO<sub>2</sub> gases are weighted by the amount of warming they cause over a 100-year timescale.

Our World  
in Data



Source: Our World in Data based on Climate Analysis Indicators Tool (CAIT).  
OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY

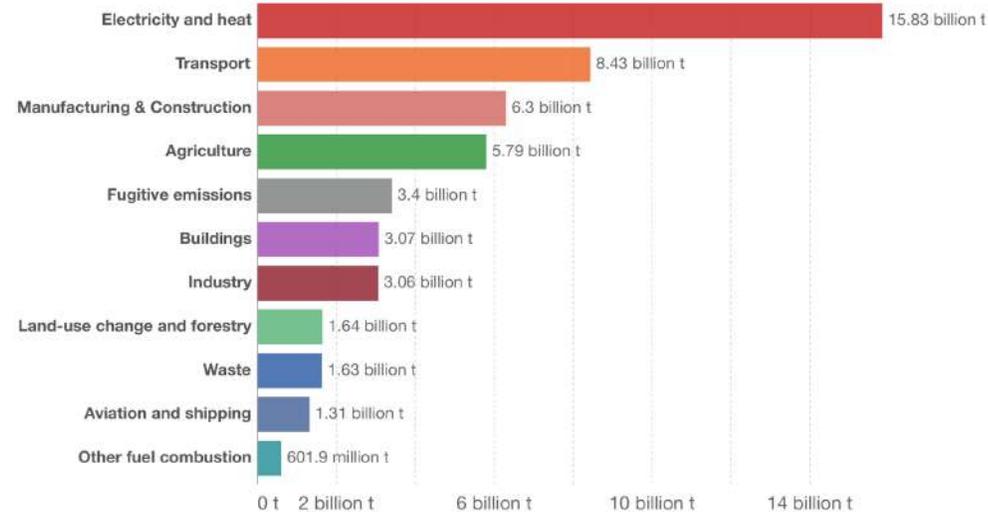
# O perfil das emissões de GHG do Brasil é significativamente diferente da média mundial

## World

### Greenhouse gas emissions by sector, World, 2019

Emissions are measured in carbon dioxide equivalents (CO<sub>2</sub>eq). This means non-CO<sub>2</sub> gases are weighted by the amount of warming they cause over a 100-year timescale.

Our World  
in Data



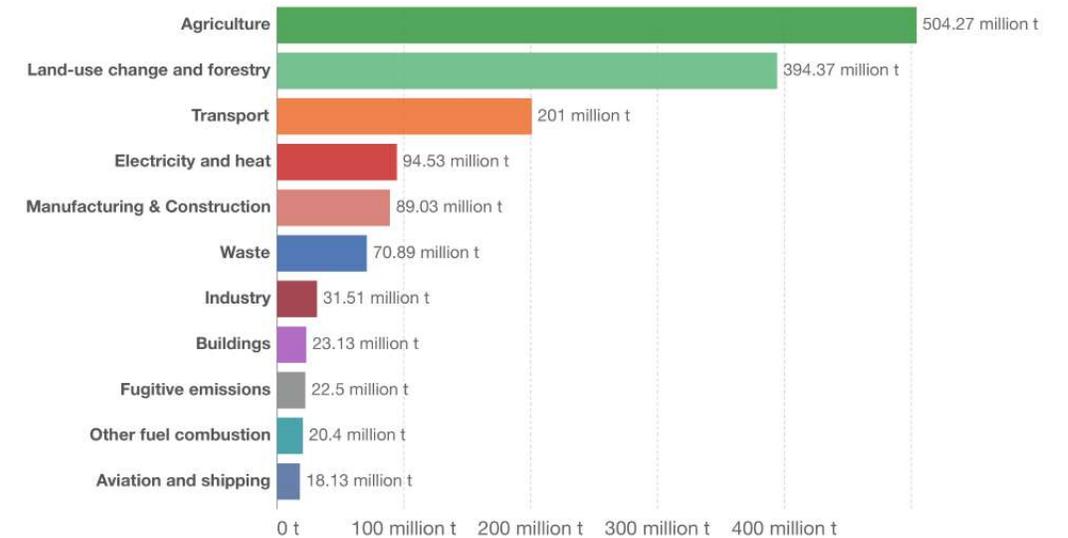
Source: Our World in Data based on Climate Analysis Indicators Tool (CAIT).  
OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY

## Brazil

### Greenhouse gas emissions by sector, Brazil, 2019

Emissions are measured in carbon dioxide equivalents (CO<sub>2</sub>eq). This means non-CO<sub>2</sub> gases are weighted by the amount of warming they cause over a 100-year timescale.

Our World  
in Data



Source: Our World in Data based on Climate Analysis Indicators Tool (CAIT).  
OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY

# Governança em Transformação na Transição Energética

- (Novos Velhos) Desafios de manejar duplo objetivo: segurança climática e segurança energética
- Papel dos Mercados
- Reconhecimento de necessidade de reforma na EU

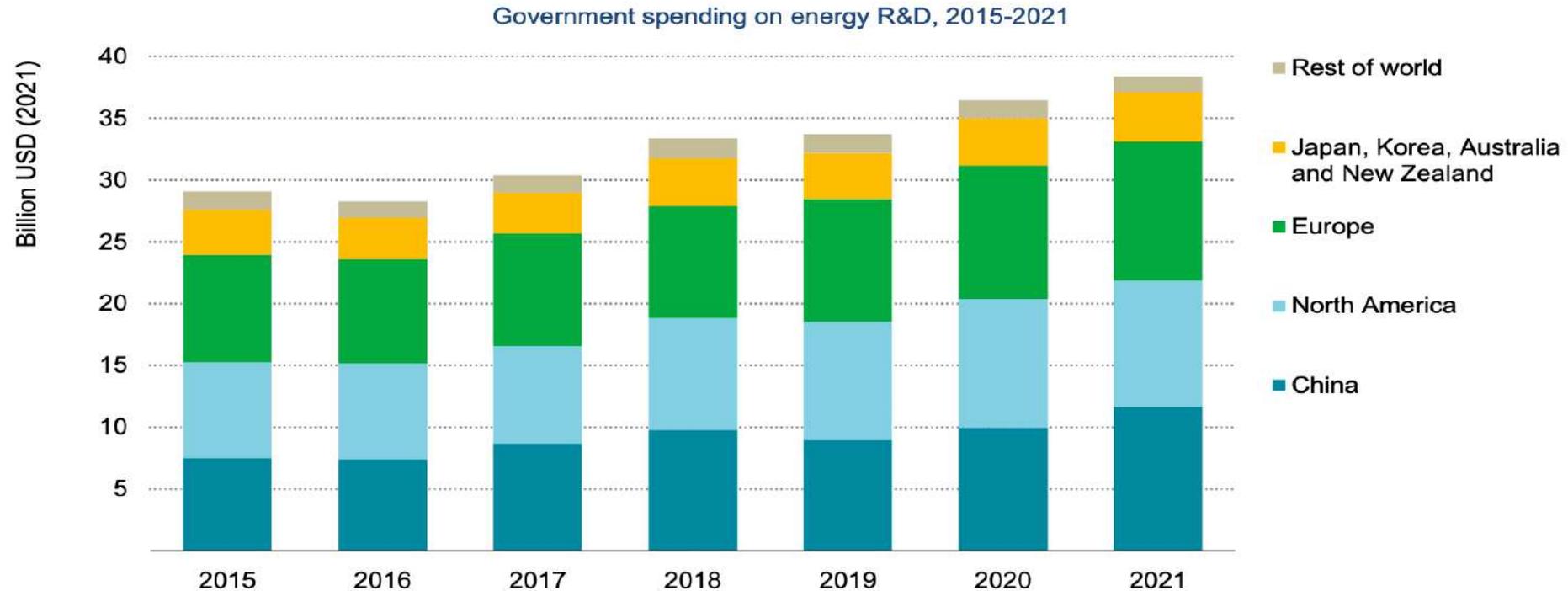
*“This market system does not work anymore. We have to reform it. We have to adapt it to the new realities of dominant renewables”*

European Commission President Ursula von der Leyen em resposta ao Relatório da ACER de abril de 2022.

- Reformas em energia no Brasil:
  - Passado, Presente e Futuro(?)

# The Technology Divide

Government spending on energy R&D increased in 2021, but Covid-19 uncertainties slowed growth



IEA. All rights reserved.

Notes: Includes spending on demonstration projects (i.e. RD&D) wherever reported by governments as defined in [IEA documentation](#); 2021 is a preliminary estimate based on data available by mid-May 2022; state-owned enterprise funds comprise a significant share of the Chinese total, for which the 2021 estimate is based on reported company spending where available; the IEA Secretariat has estimated US data from public sources.

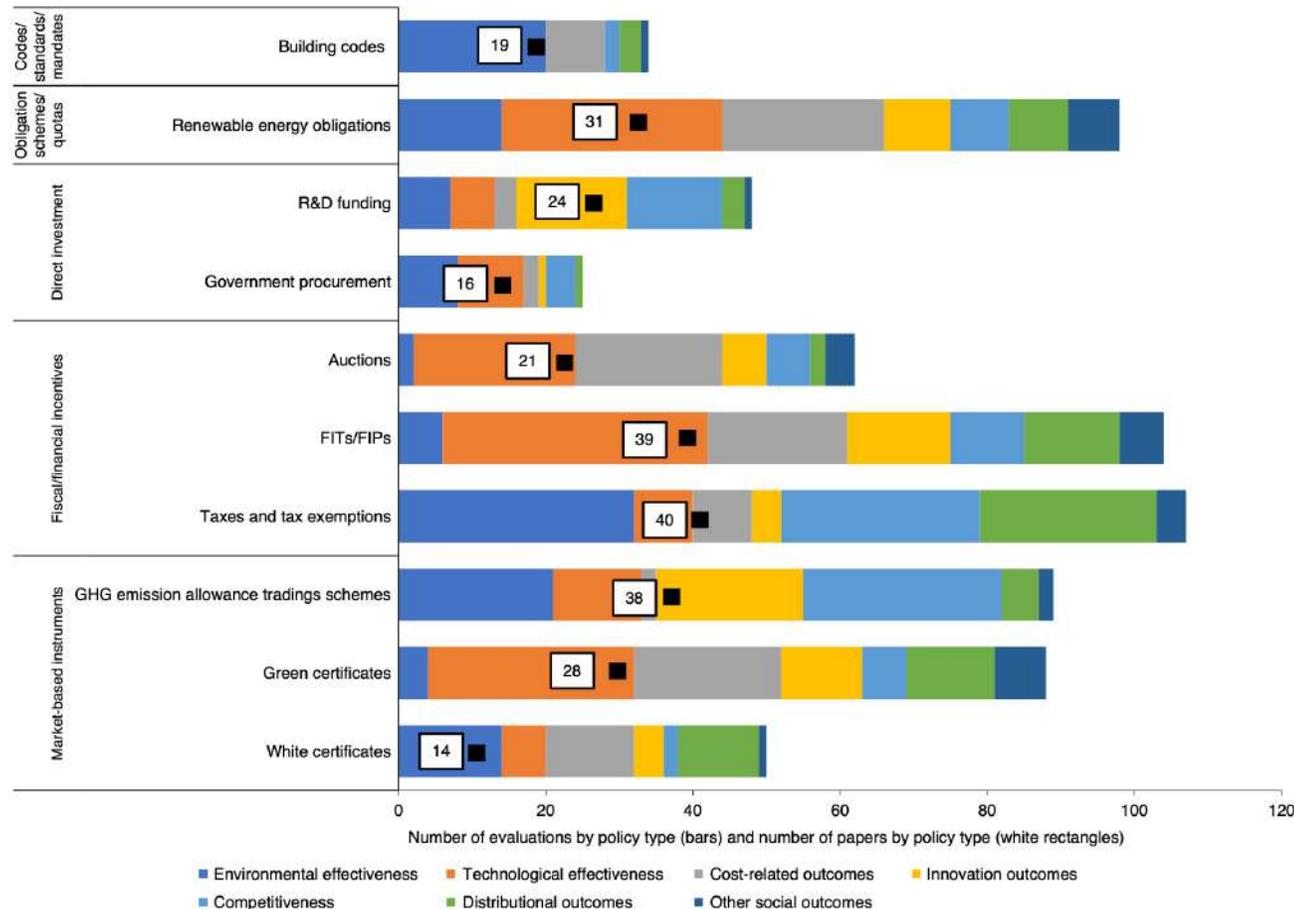
Source: [IEA Energy Technology RD&D Budgets: Overview](#) (forthcoming).

# Adaptando Políticas na Transição Energética

- Coordenação de políticas para promover transformação estrutural
- Prescrições tradicionais de política não são adequadas para transformações na escala, velocidade e interdependência requerida na transição energética.

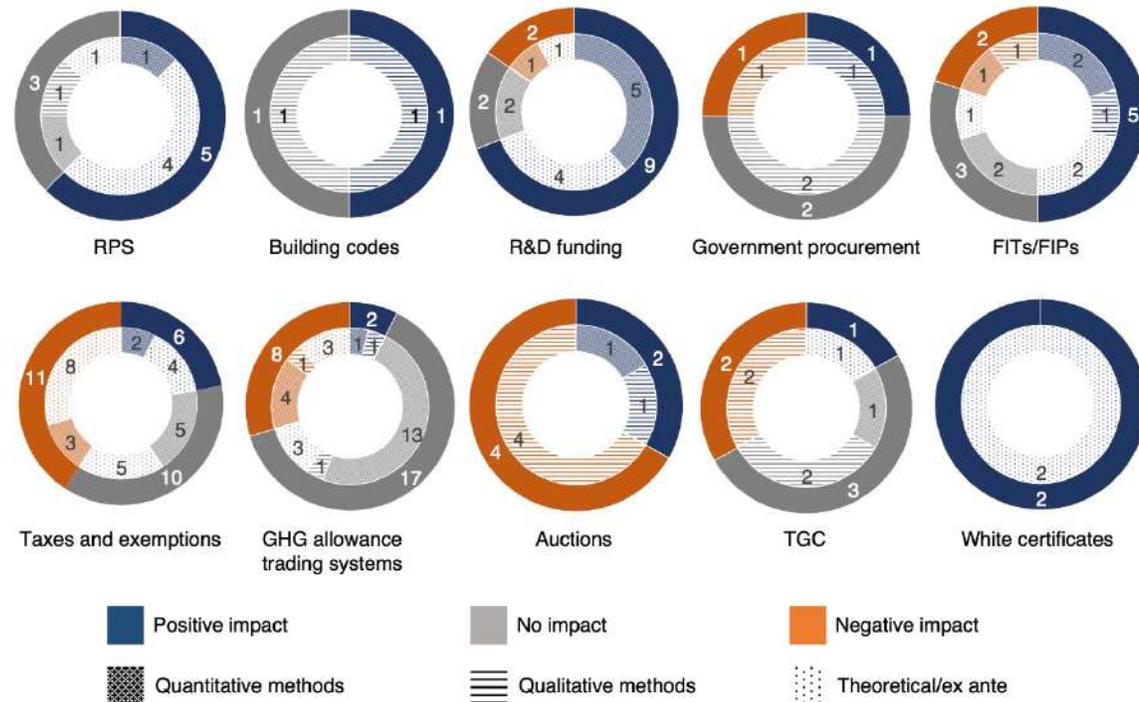


# Resultados e trade-offs de instrumentos de política de descarbonização na Transição Energética



- Revisão sistemática da Literatura acerca dos impactos da Políticas Verdes
- Impactos ambientais, socioeconômicos e tecnológicos de dez tipos de instrumentos de políticas e regulação para descarbonização.

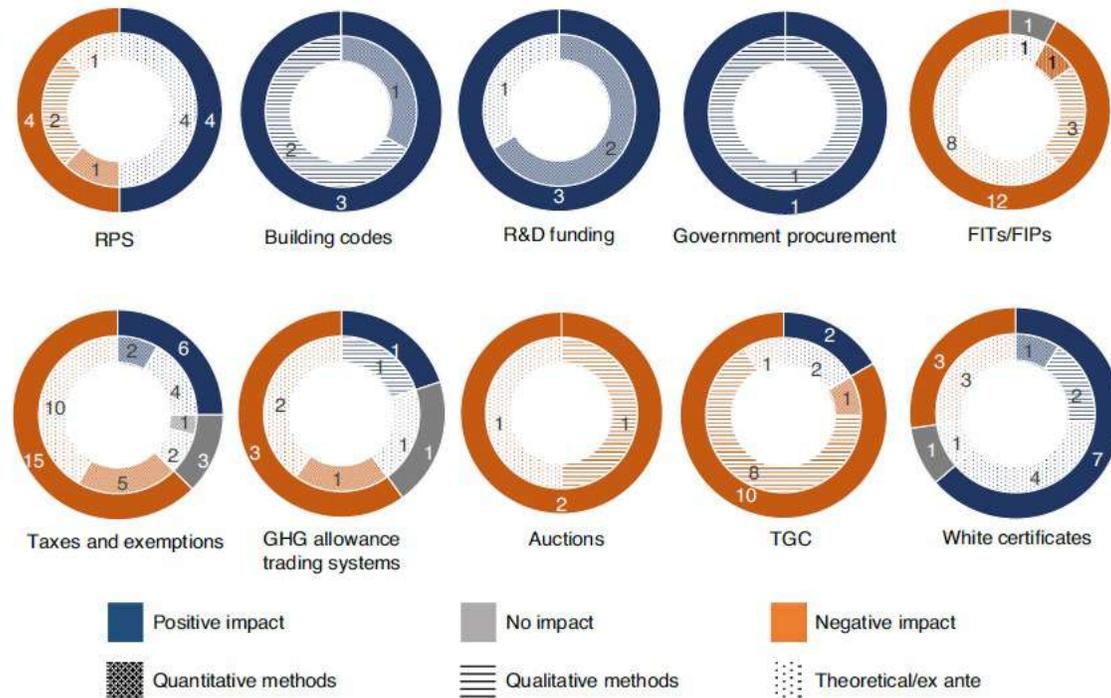
# Impacto dos instrumentos de política sobre **COMPETITIVIDADE**



Peñasco et al. (2021) desenvolvem um arcabouço para avaliar diferentes instrumentos de política para alcançar um futuro neutro em carbono.

<https://dpet.innopaths.eu/>

# Impacto DISTRIBUTIVOS dos instrumentos de política de descarbonização



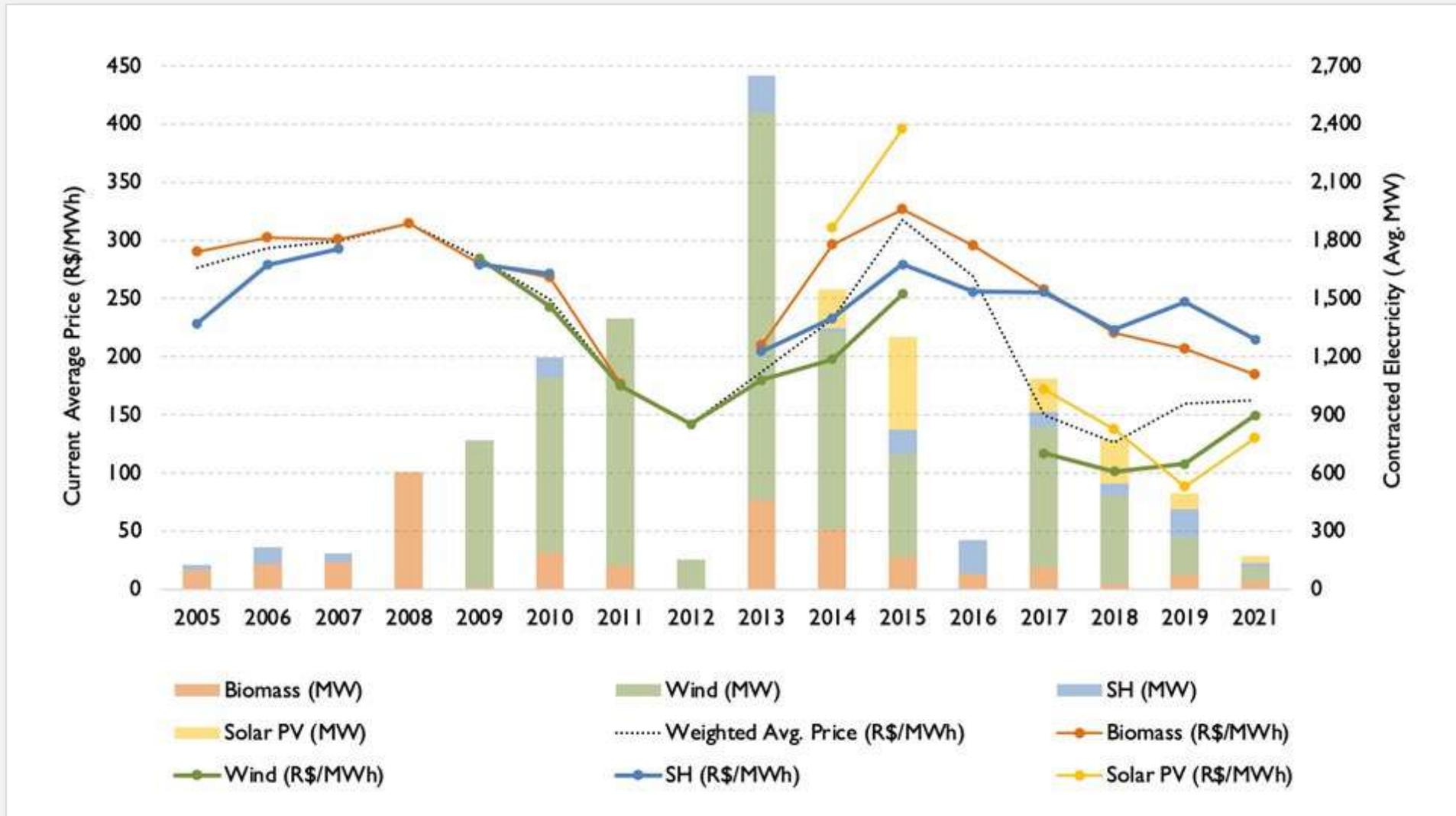
Peñasco et al. (2021) desenvolvem um arcabouço para avaliar diferentes instrumentos de política para alcançar um futuro neutro em carbono.

<https://dpet.innopaths.eu/>

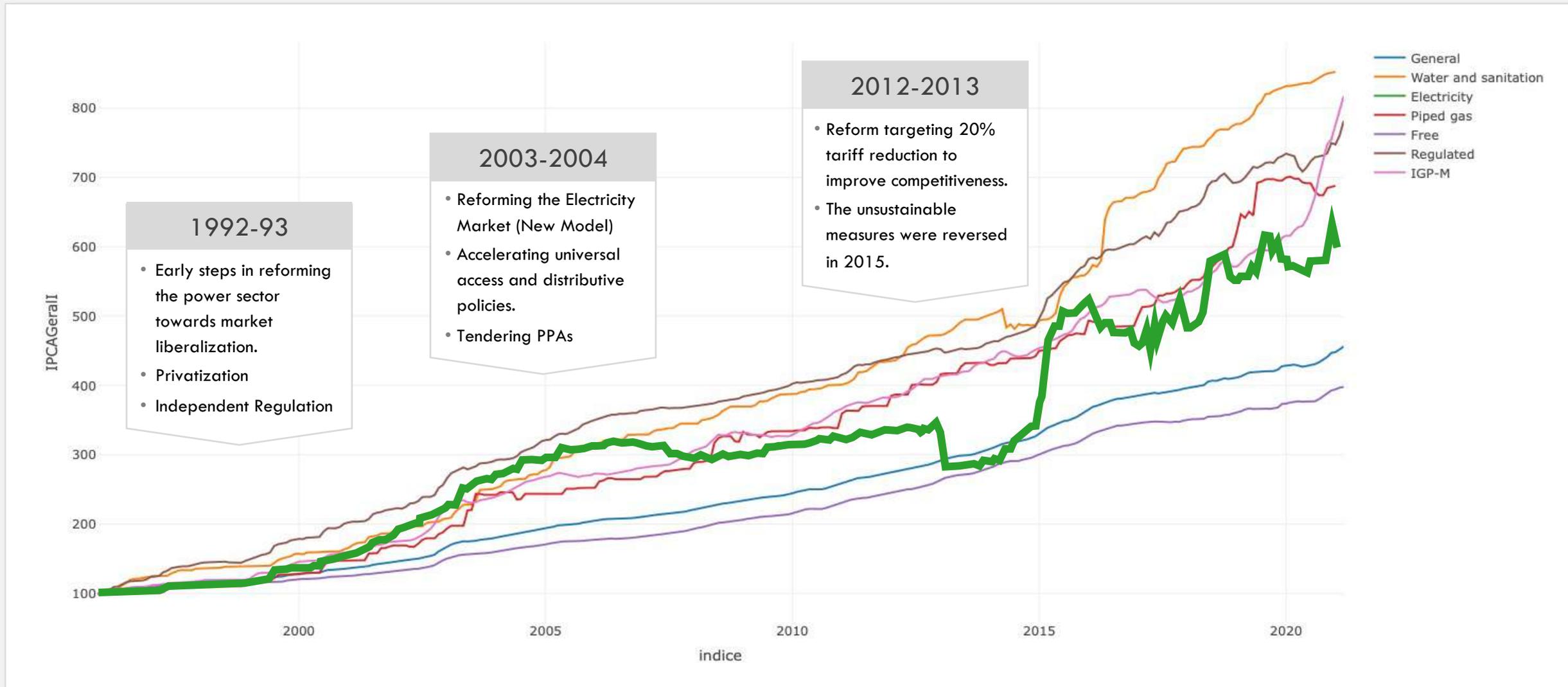


# Perspectivas para Novas Tecnologias de Energia Limpa no Brasil

# Leilões de Eletricidade permitiram avançar na diversificação de investimentos em renováveis no Brasil



# Os investimentos e as reformas em eletricidade não produziram preços moderados ao longo das reformas



# O Offshore Wind desponta como oportunidade de investimentos em CET

- Como enfrentar esse Technology Divide?
- *Funding and Financing - Derisking*
  - Offtake
    - Quais são os arranjos ou modelos de negócios em inovação para aprofundar a descarbonização em EMDE?
    - Nacional e internacional (zonas de exportações - cluster para embedded - implicações profundas)
  - Competência
  - Taxação e royalties



Contribuição para Consulta Pública sobre normas e procedimentos complementares relativos à cessão de uso onerosa para exploração de central geradora offshore, de que trata o Decreto nº 10.946/2022

Consulta Pública MME nº 134/2022

Elaborada pelo Centro de Estudos em Regulação e Infraestrutura da Fundação Getulio Vargas (FGV CERI)

# Existem propostas concorrentes para desenvolver arcabouço legal e regulatório para OW no Brasil.

- **Tramitação no Congresso Nacional**  
(marco legal da geração offshore)
  - Projetos de Lei 11.248/2018 e PL 576/2021 aprovados no Senado Federal e remetidos à Câmara de Deputados
  - PL 3655/21 na Câmara de Deputados apresentado em 10/2021, apensado do PL 11248/18
- **Evolução no Poder Executivo**
  - Decreto 10.946/2022, regulamentado por Portarias do Ministério de Minas e Energia

Mas não há arcabouço legal e regulatório capaz de pavimentar caminho para os elevados investimentos necessários US\$ 3bi/GW ...and Time is of Essence



# Pedidos de Licenciamento Ambiental para OW no IBAMA



Instituto Brasileiro do Meio Ambiente  
e dos Recursos Naturais Renováveis  
Diretoria de Licenciamento  
CENEF / CGTEF

## COMPLEXOS EÓLICOS OFFSHORE

### PROJETOS COM PROCESSOS DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL ABERTOS NO IBAMA

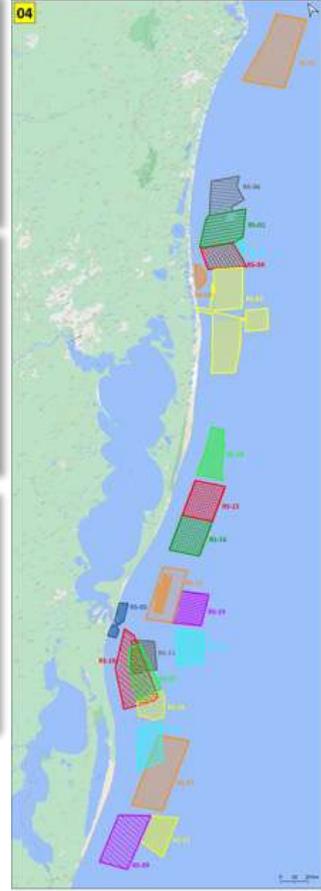
Atualização: 02 de agosto de 2022

Mais informações em [https://bit.ly/CEO\\_IBAMA](https://bit.ly/CEO_IBAMA)  
Download dos dados vetoriais: [https://bit.ly/CEO\\_kmz](https://bit.ly/CEO_kmz)  
Contato: [cenef.sede@ibama.gov.br](mailto:cenef.sede@ibama.gov.br)

169,44 GW

#	Código	Empreendimento	Empreendedor	Processo	Subscrição	Data FCA	Gerador	Pot. unitaria (MW)	Quantidade	Pot. total (MW)
01	CE-01	Cavata - B Energia	BI Energia Ltda	02001.003915/2016-08		10/08/2016	Haliade-X	12	48	576
02	CE-03	Jangade	Neoenergia Renováveis	02001.035371/2019-46		27/01/2020	WTG-15.0-246	15	200	3.000
03	CE-04	Comacim	Comacim Eireli	02001.015445/2020-61		06/07/2020	Haliade-X	12	100	1.200
04	CE-05	Dragão do Mar	02001.015184/2021-61			22/07/2021	MHI Vestas 174	9,5	128	1.216
05	CE-06	Alpha	Alpha Wind Morro Branco Projeto	02001.018590/2021-40		01/09/2021	V236-15.0 MW	15	400	6.000
06	CE-07	Costa Nordeste Offshore	Geradora Eólica Brigadeiro I	02001.001545/2022-73	*	21/01/2022	V236-15.0 MW	15	256	3.840
07	CE-08	Asa Branca I	Eólica Brasil	02001.001606/2022-00		23/01/2022	VESTAS V236	15	72	1.080
08	CE-09	Sopros do Ceará	Totalenergias Petróleo & Gas Brasil	02001.004068/2022-05		17/02/2022	V236-15.0 MW	15	200	3.000
09	CE-10	Projeto Pecém	Shell Brasil Petróleo	02001.006219/2022-51	*	16/03/2022	SG-14-222-DD	14	215	3.010
10	CE-11	H2GP/CEA	H2 Green Power Ltda	02001.007283/2022-50	*	28/03/2022	SG-14-236-DD	15	200	3.000
11	CE-12	Projeto Colibri	Equimor Brasil Energia	02001.008207/2022-61		05/04/2022	Turbog 15 MW	15	134	2.010
12	CE-13	Projeto Ibituratu	Equimor Brasil Energia	02001.008209/2022-51		05/04/2022	Turbog 15 MW	15	134	2.010
13	CE-14	Asa Branca II	Eólica Brasil	02001.009548/2022-54	*	21/04/2022	VESTAS V236	15	72	1.080
14	CE-15	Ventos dos Bandeirantes	Kaandá R. M. Cunha	02001.009558/2022-90		22/04/2022	Haliade-X	12	225	2.748
15	CE-16	Asa Branca III	Eólica Brasil	02001.009962/2022-58	*	22/04/2022	VESTAS V236	15	288	4.320
16	CE-17	Asa Branca IV	Eólica Brasil	02001.009963/2022-01	*	23/04/2022	VESTAS V236	15	288	4.320
17	CE-18	Araras Geração Eólica Offshore	Shizen Energia do Brasil	02001.020087/2022-71		29/07/2022	V236-15.0 MW	15	200	3.000
18	CE-19	Tatajuba Geração Eólica Offshore	Shizen Energia do Brasil	02001.020093/2022-28		29/07/2022	V236-15.0 MW	15	200	3.000
19	ES-01	Vista Winds	02001.029651/2020-59			28/12/2020	SG-10-193-DD	10	144	1.440
20	ES-02	Vitória Offshore	Geradora Eólica Brigadeiro II	02001.001043/2022-41		14/01/2022	V236-15.0 MW	15	33	495
21	ES-03	Quersnela	Bluefloat Energy do Brasil	02001.001549/2022-51	*	21/01/2022	WEC 265 20MW	20	62	1.240
22	ES-04	Projeto Delta	Shell Brasil Petróleo	02001.006228/2022-42		16/03/2022	SG-14-222-DD	14	180	2.520
23	MA-01	Ventos do Ubu	Kaandá R. M. Cunha	02001.009556/2022-09		22/04/2022	Haliade-X	12	220	2.640
24	PI-01	Vento Tupi	Ventos do Atlântico	02001.000178/2021-17		05/01/2021	NGT236	13,5	74	999
25	PI-02	Palmas do Mar	Bosford Participações	02001.007423/2021-17		13/04/2021	V236-15.0 MW	15	93	1.395
26	PI-03	Projeto Piauí	Shell Brasil Petróleo	02001.006221/2022-21	*	16/03/2022	SG-14-222-DD	14	180	2.520
27	PI-04	Projeto Mangas	Equimor Brasil Energia	02001.008210/2022-85		05/04/2022	Turbog 15 MW	15	134	2.010
28	RI-01	Maravilha	Neoenergia Renováveis	02001.035364/2019-44	*	04/04/2022	V236-15.0 MW	15	200	3.000
29	RI-02	Aracatu	Equimor Brasil Energia	02001.019115/2020-45		20/08/2020	Não definido	12	320	3.840
30	RI-03	Ventos do Atlântico	Ventos do Atlântico	02001.000230/2021-27		05/01/2021	NGT236	13,5	371	5.008
31	RI-04	Ventos Fuminenses	Bosford Participações	02001.007463/2021-51		13/04/2021	V236-15.0 MW	15	188	2.820
32	RI-05	Ventos do Açú	Prumo Logística	02001.016348/2021-77		06/08/2021	BA Wind 15-8MW	15	144	2.160
33	RI-06	Quaresma	Bluefloat Energy do Brasil	02001.001542/2022-39		21/01/2022	WEC 265 20MW	20	148	2.960
34	RI-07	Bromélia	Bluefloat Energy do Brasil	02001.002115/2022-78	*	28/01/2022	WEC 265 20MW	20	85	1.700
35	RI-08	Sopros do Rio de Janeiro	Totalenergias Petróleo&Gas Brasil	02001.004044/2022-48	*	17/02/2022	V236-15.0 MW	15	200	3.000
36	RI-09	Projeto Açú	Shell Brasil Petróleo	02001.006223/2022-10	*	16/03/2022	SG-14-222-DD	14	215	3.010
37	RR-01	Pedra Grande	Pedra Grande	02001.027238/2020-14		30/11/2020	Haliade-X	12	55	624
38	RR-02	Maril	Ventos do Atlântico	02001.000036/2021-41		04/01/2021	NGT236	13,5	149	2.011
39	RR-03	Alfios Potiguar	Bosford Participações	02001.007450/2021-81	*	13/04/2021	V236-15.0 MW	15	123	1.845
40	RR-04	Ventos Potiguar	International Energias	02001.008883/2021-54	*	03/05/2021	Haliade-X	12	207	2.484
41	RR-05	Beta	Beta Wind Energias	02001.018349/2021-56		30/08/2021	V236-15.0 MW	15	200	3.000
42	RR-06	Água Marinha	Bluefloat Energy do Brasil	02001.001543/2022-83		21/01/2022	WEC 265 20MW	20	85	1.700
43	RR-07	Catifeira	Bluefloat Energy do Brasil	02001.001548/2022-14	*	21/01/2022	WEC 265 20MW	20	59	1.180
44	RR-08	Projeto Gatinhos	Shell Brasil Petróleo	02001.006459/2022-56	*	17/03/2022	SG-14-222-DD	14	215	3.010
45	RS-01	Águas Claras	Neoenergia Renováveis	02001.035351/2019-75		10/12/2019	WTG-15.0-246	15	200	3.000
46	RS-02	Ventos do Sul	Ventos do Atlântico	02001.000176/2021-10		05/01/2021	NGT236	13,5	482	6.507
47	RS-03	Tramandai Offshore	Ventos do Atlântico	02001.000177/2021-64		05/01/2021	NGT236	13,5	52	702
48	RS-04	Ventos Litorâneos	Bosford Participações	02001.007465/2021-40		13/04/2021	V236-15.0 MW	15	83	1.245
49	RS-05	Bravo Vento	SPE Bravo Vento	02001.018521/2021-71		01/09/2021	V236-15.0 MW	15	77	1.155
50	RS-06	Guanita Offshore	Geradora Eólica Brigadeiro III	02001.001399/2022-85		19/01/2022	V236-15.0 MW	15	112	1.680
51	RS-07	Cassino Offshore	Geradora Eólica Brigadeiro IV	02001.001427/2022-64		20/01/2022	V236-15.0 MW	15	128	1.920
52	RS-08	Rio Grande Offshore	Geradora Eólica Brigadeiro V	02001.001470/2022-20		20/01/2022	V236-15.0 MW	15	80	1.200
53	RS-09	Amazonia	Bluefloat Energy do Brasil	02001.001340/2022-40		21/01/2022	WEC 265 20MW	20	150	3.000
54	RS-10	Turmalina	Bluefloat Energy do Brasil	02001.001541/2022-94	*	21/01/2022	WEC 265 20MW	20	159	3.180
55	RS-11	Sopros do Rio Grande do Sul	Totalenergias Petróleo & Gas Brasil	02001.004065/2022-63	*	17/02/2022	V236-15.0 MW	15	200	3.000
56	RS-12	Projeto White Shark	Shell Brasil Petróleo	02001.006451/2022-90		17/03/2022	SG-14-222-DD	14	215	3.010
57	RS-13	Projeto Atoba	Equimor Brasil Energia	02001.008206/2022-17		05/04/2022	Turbog 15 MW	15	166	2.490
58	RS-14	Projeto Ibitassu	Equimor Brasil Energia	02001.008208/2022-14	*	05/04/2022	Turbog 15 MW	15	134	2.010
59	RS-15	Península Wind Offshore	SPE Bravo Vento	02001.008964/2022-24		14/04/2022	V236-15.0 MW	15	180	2.700
60	RS-16	Tecnidub Wind Offshore	SPE Bravo Vento	02001.008975/2022-15		14/04/2022	V236-15.0 MW	15	180	2.700
61	RS-17	Marine Vortex WOS	SPE Bravo Vento	02001.008977/2022-12	*	14/04/2022	V236-15.0 MW	15	348	5.220
62	RS-18	Fazêl de Mostardas Geração Eólica Offshore	Shizen Energia do Brasil	02001.020108/2022-58		29/07/2022	V236-15.0 MW	15	200	3.000
63	RS-19	Querência Geração Eólica Offshore	Shizen Energia do Brasil	02001.020112/2022-16		29/07/2022	V236-15.0 MW	15	200	3.000
64	RS-20	Tam Geração Eólica Offshore	Shizen Energia do Brasil	02001.020116/2022-02		29/07/2022	V236-15.0 MW	15	200	3.000
65	RS-21	Barro do Chui Geração Eólica Offshore	Shizen Energia do Brasil	02001.020121/2022-15		29/07/2022	V236-15.0 MW	15	200	3.000
66	SC-01	Fazêl Wind Power	SPE Bravo Vento	02001.009139/2022-32		18/04/2022	V236-15.0 MW	15	380	5.700
							TOTALS		15.571	189.441

\* Polígono (conforme definida na Ficha de Caracterização do Atividade - FCA) parcial ou totalmente sobreposta à polígono de empreendimento com FCA mais antiga.



### Evolução da demanda do licenciamento



FONTE: IBAMA, dados de agosto de 2022, conforme ABEEOLICA (11/11/2022)

# Potencial de leilões para avançar OW

- Leilões de 113 fazendas eólicas atribuídas em 56 rodadas, totalizando 53,6 GW de capacidade entre 2005 e 2021.
- As experiências consideram os Estados Unidos, diversos países da Europa, Taiwan e China.
- Fonte: Jensen et al. (2021)

M. Jansen et al.

Energy Policy 167 (2022) 113000

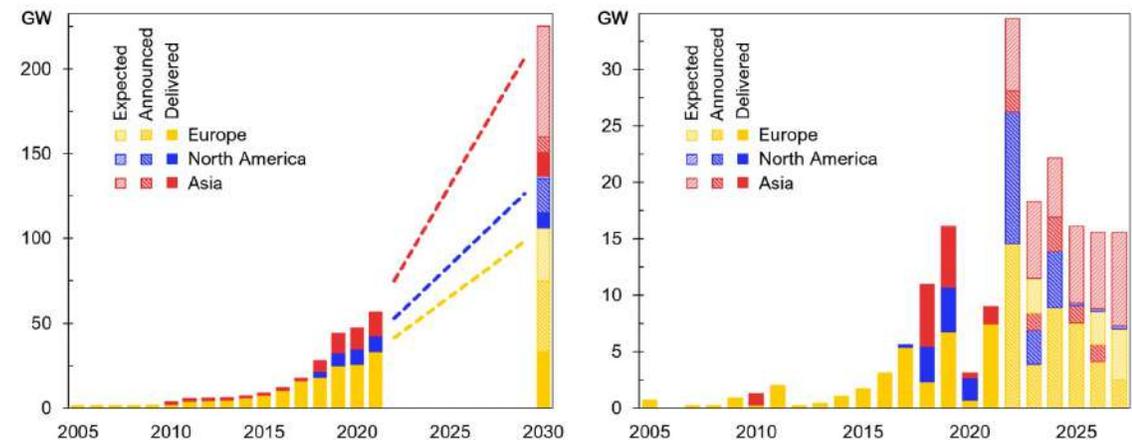


Fig. 1. Awarded capacity of offshore wind farms by region. Left panel shows the cumulative total, right panel shows the annual additions. Auctions from 2022 onward are either already announced but yet to be executed (darker hatched), or yet to be announced but are expected based on policy targets (lighter hatched). Expected capacity is equally distributed across the future years to give a sense of scale, not to indicate the actual timing of future auction rounds.

# Comprometimento da Renda com Energia permanece como importante desafio de política

Comprometimento Renda (1o decil) Tarifa Convencional (65 kWh)



Comprometimento (%)

5 10 15

Elaboração FGV CERI a partir de dados da ANEEL (2022) e PNADC (2021).  
Acesse a aba Dados para detalhes.

Comprometimento Renda (1o decil) TSEE (65 kWh)



Comprometimento (%)

1 2 3 4 5 6 7

Elaboração FGV CERI a partir de dados da ANEEL (2022) e PNADC (2021).  
Acesse a aba Dados para detalhes.

# Considerações Finais

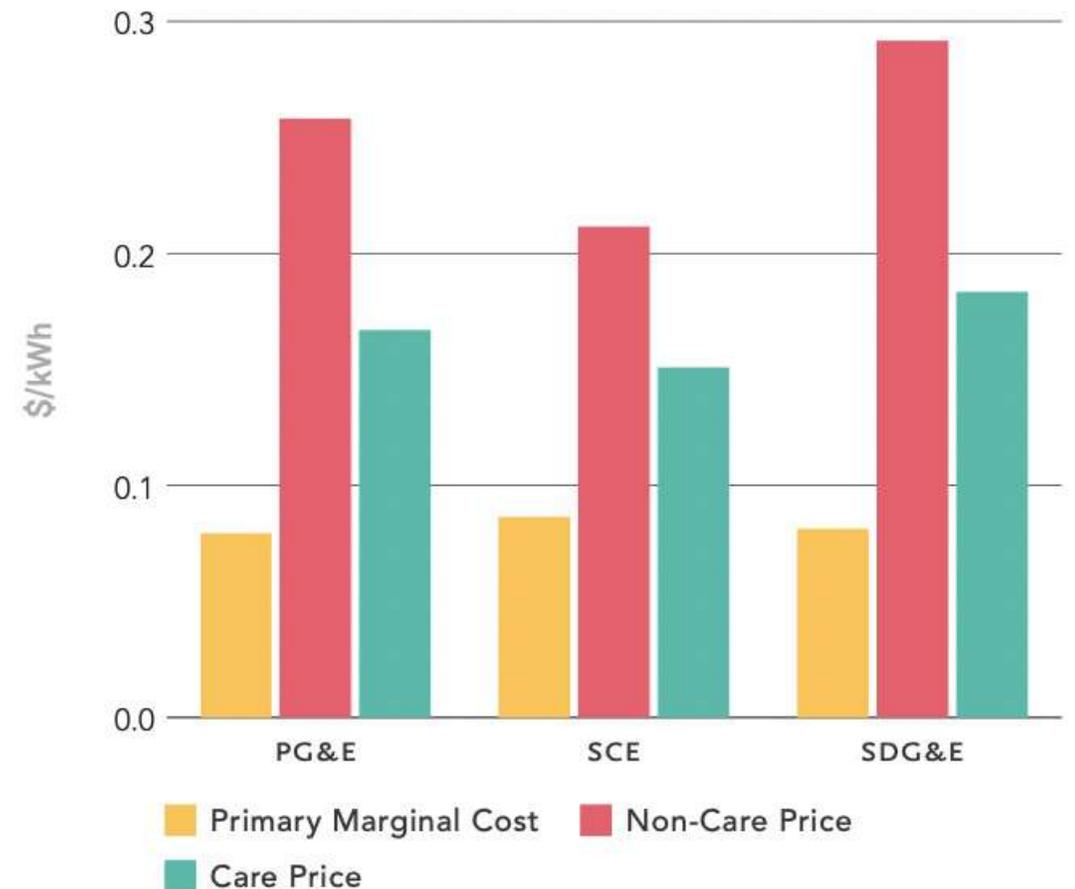
1. Aprofundamento da descarbonização depende de um conjunto de CET que ainda não são economicamente viáveis: CCUS, storage, H2V e OW
2. Existe um technology divide: grupo de países investindo contempla OCDE + China + Índia
3. Investimento em decarbonização não é apenas energia: inclui massivos investimentos em redes
4. No caso do OW há esforços concorrentes no Congresso e no Executivo
  1. Volume de pedidos de licenciamento ambiental são quase do tamanho da capacidade instalada atual de energia elétrica no Brasil
  2. Mas não há arcabouço legal e regulatório capaz de pavimentar caminho para os elevados investimentos necessários US\$ 3bi/1 GW
  3. Riscos
5. Pontos de atenção: novos argumentos de política industrial

# Em Busca de uma Transição Energética Justa

- Dimensões de equidade
  - Comunidades: coal phase-out. Postura da Indonésia no recente G 20 Summit.
  - Intragrupos: tarifas e contas suportadas por adotantes vs. não adotantes de painéis solares



**FIG ES-1 Residential Retail Prices Vs. Social Marginal Cost (\$/kWh) for 2019**



Note: Primary marginal cost estimates are weighted by IOU load. Average 2019 residential prices (CARE and non-CARE) are constructed using advice letters and rate schedules. PG&E sources: 5366-E-A/B; 5444-E; 5573-E; 5644-E. SCE sources: 67666-E; 67668-E. SDGE: 31811-E; 31501-E. Details on the methodology behind author calculations can be found in the Appendix.

Grata!

[joisa.dutra@fgv.br](mailto:joisa.dutra@fgv.br)