



ACADEMIA CEARENSE DE CIÊNCIAS

As Energias Renováveis e o Hidrogênio Verde

Jurandir Picanço

30 de março de 2021



ACADEMIA
CEARENSE DE
ENGENHARIA

Energias Renováveis e o HUB de Hidrogênio Verde do Ceará

Temas:

- A Transição Energética
- Energia Eólica
- Energia Solar
- Energias Renováveis no Brasil
- Geração Distribuída
- Armazenamento e Mobilidade Sustentável
- O Hidrogênio Verde na Transição Energética
- Potencialidades para o Hidrogênio Verde no Ceará
- HUB do Hidrogênio Verde do Ceará
- Comitê Gestor Ceará H2V





PARIS2015
CONFERÊNCIA DA ONU SOBRE MUDANÇA CLIMÁTICA
COP21·CMP11

21ª Conferência das Nações Unidas sobre o Clima (COP21)

META BÁSICA:

Limitar o aumento de temperatura a 2°C até o final do século.

195 Países signatários

DESTAQUE

- Energias renováveis

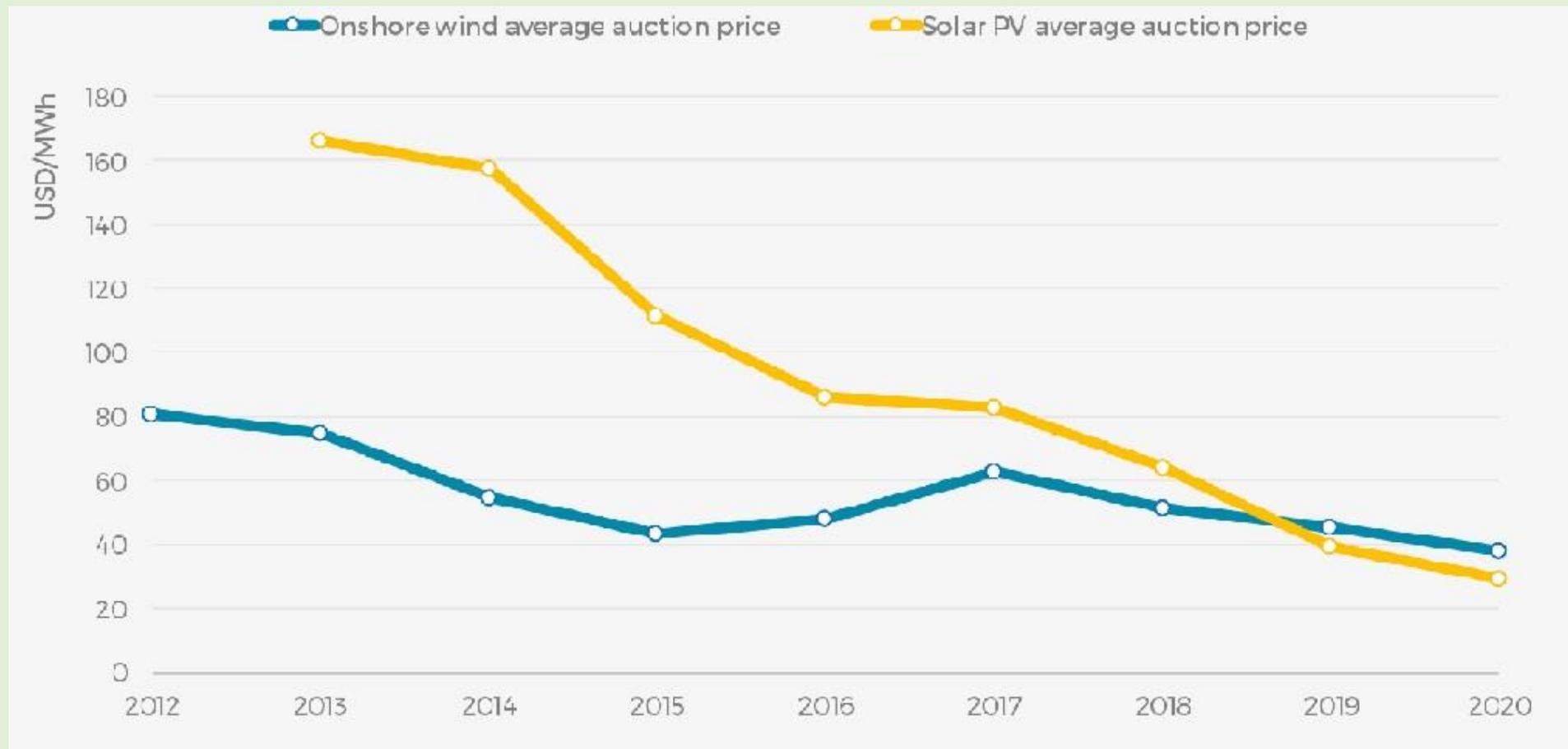
COMPROMISSOS DO BRASIL EM ENERGIA PARA 2030

- Expansão do uso de outras fontes renováveis de energia que não hidrelétrica entre 28% e 33%.



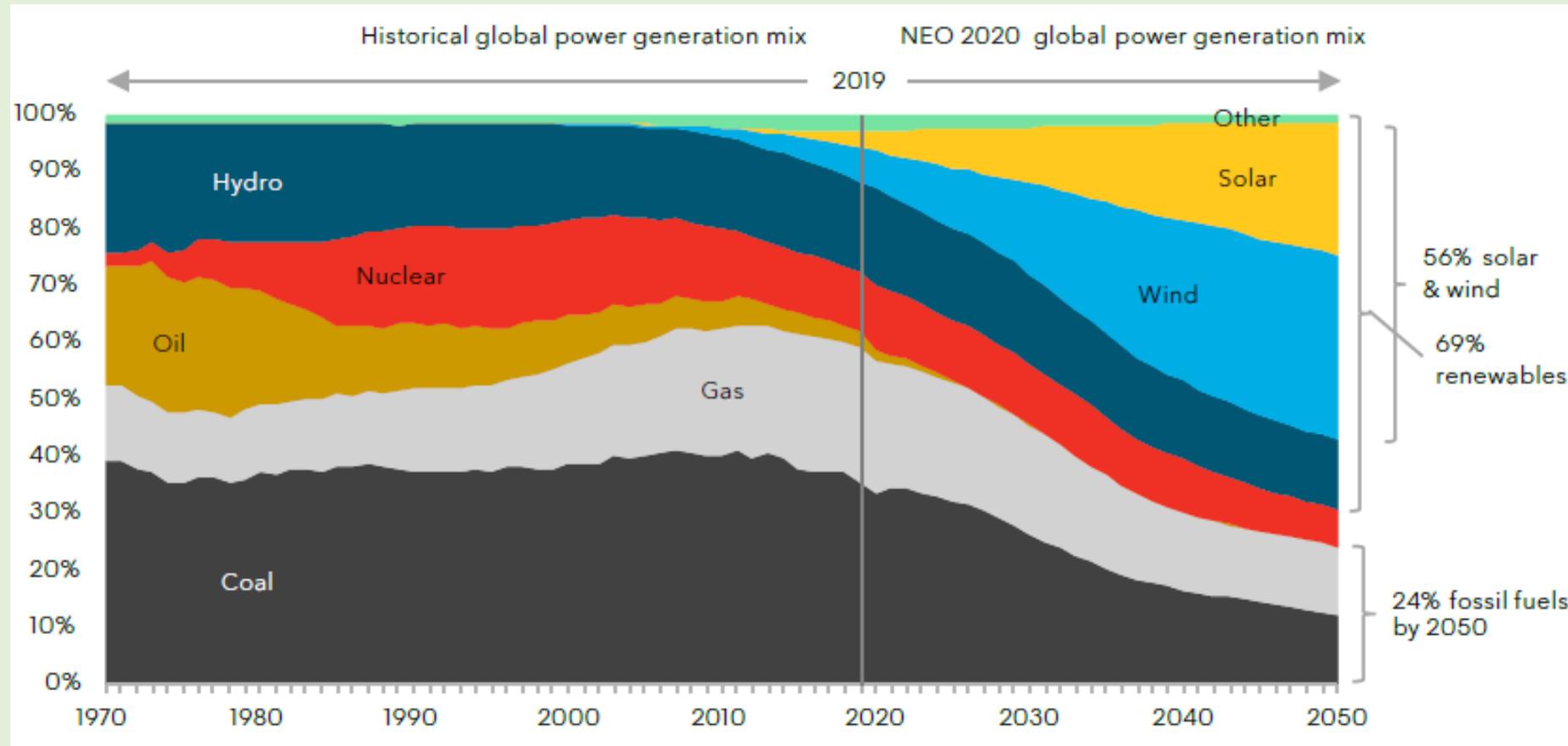
Queda de preços das energias renováveis

Preços dos Leilões de Energia Solar e Eólica no Mundo



Fonte: International Energy Agency - IEA

Evolução da Matriz de Energia Elétrica Mundial



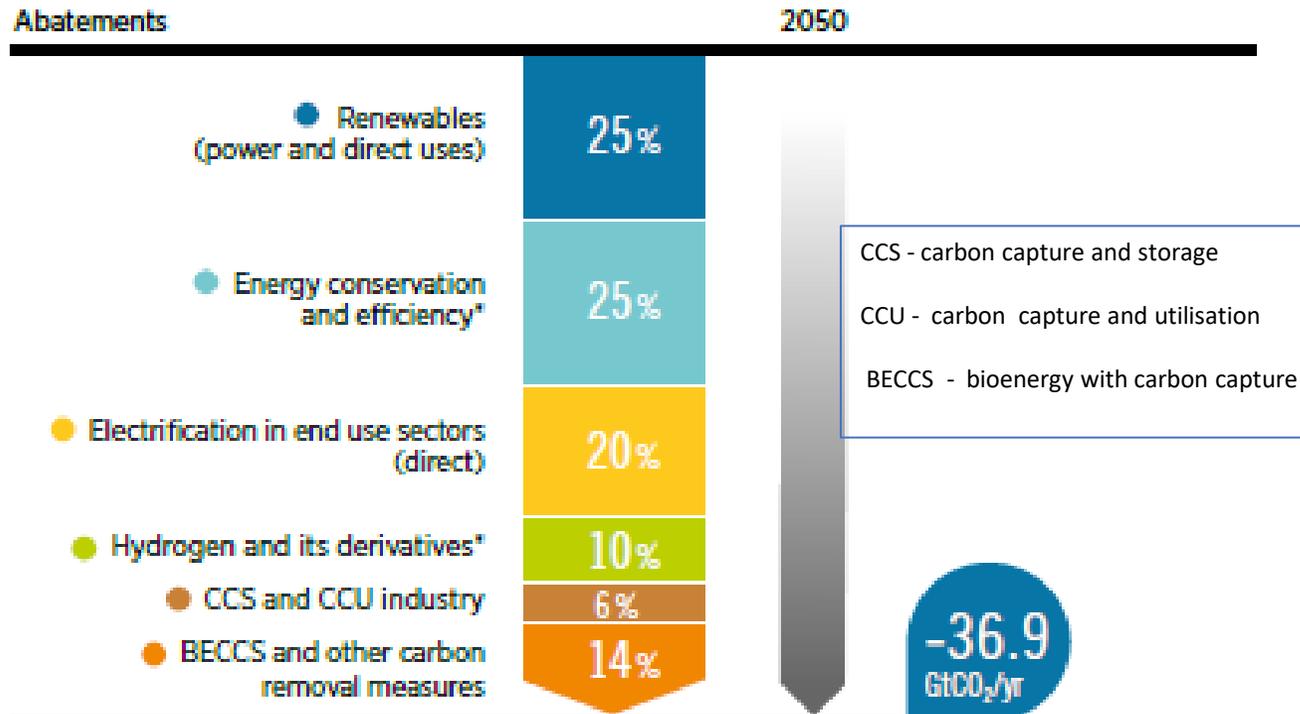
Fonte: BloombergNEF

Participação Renovável

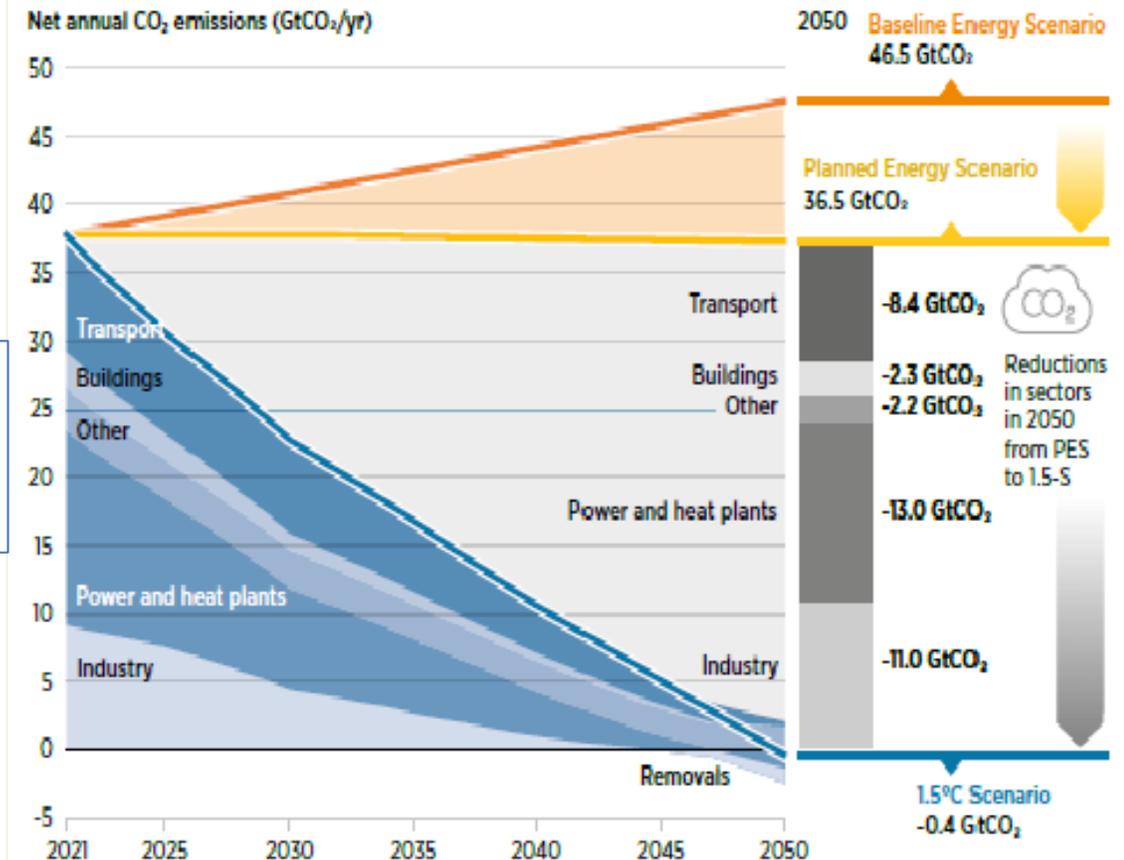
2020: 25% 2050: 69%

Transição Energética: Proposta IRENA 1,5°C

Componentes da Transição Energética na Redução das Emissões de CO²



Redução das Emissões de CO² (GtCO²)



Fonte: IRENA - International Renewable Energy Agency

Transição Energética: Proposta IRENA 1,5°C

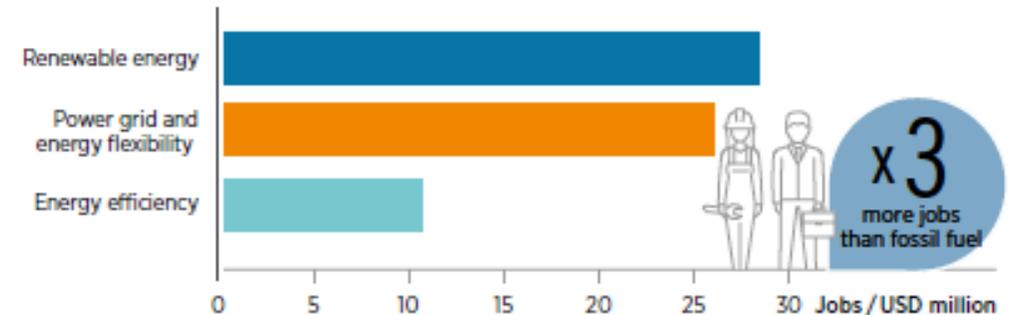
Estimativa de Investimento (USD bilion/yr)



Power

			Annual average investments USD billion/yr	
			Historical 2017-19	1.5S 2021-50
Power generation capacity	Hydro - all (excl. pumped)		22	85
	Biomass (total)		13	69
	Solar PV (utility and rooftop)		115	237
	CSP		3	84
	Wind onshore		80	212
	Wind offshore		18	177
	Geothermal		3	24
	Marine		0	59
	Grids and flexibility	Electricity network		271
Flexibility measures (e.g. storage)			4	133

Geração de Empregos 3 vezes mais do que com combustíveis fósseis



Investing in energy transition technologies creates up to three times more jobs than do fossil fuels, for each million dollars of spending.

Fonte: IRENA - International Renewable Energy Agency

Energias Renováveis e o HUB de Hidrogênio Verde do Ceará

Temas:

- A Transição Energética
- Energia Eólica
- Energia Solar
- Energias Renováveis no Brasil
- Geração Distribuída
- Armazenamento e Mobilidade Sustentável
- O Hidrogênio Verde na Transição Energética
- Potencialidades para o Hidrogênio Verde no Ceará
- HUB do Hidrogênio Verde do Ceará
- Comitê Gestor Ceará H2V



Energia Eólica



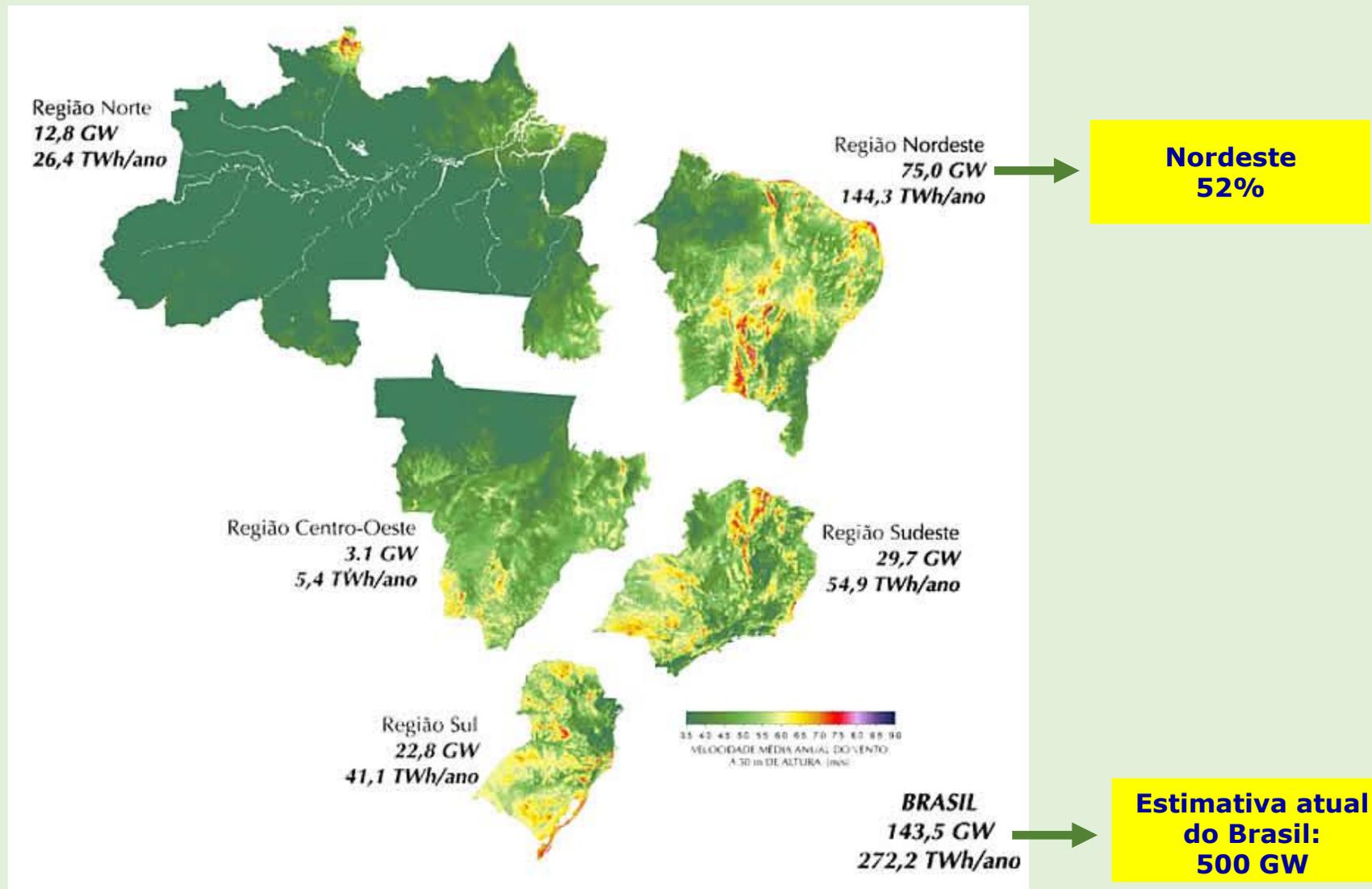
Parque Eólico Quixaba (CE)

347MW



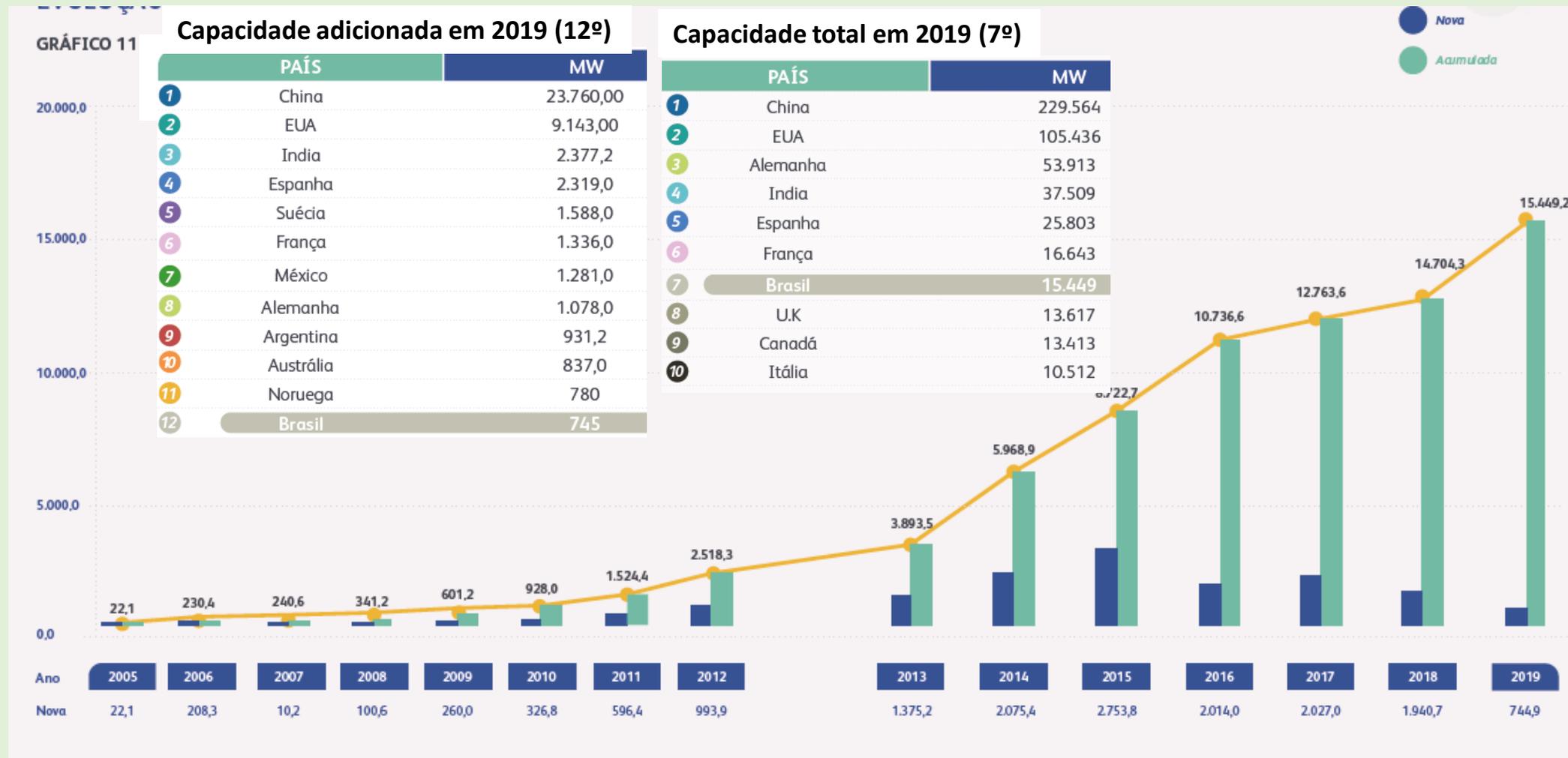
ACADEMIA
CEARENSE DE
ENGENHARIA

Brasil – Potencial Eólico



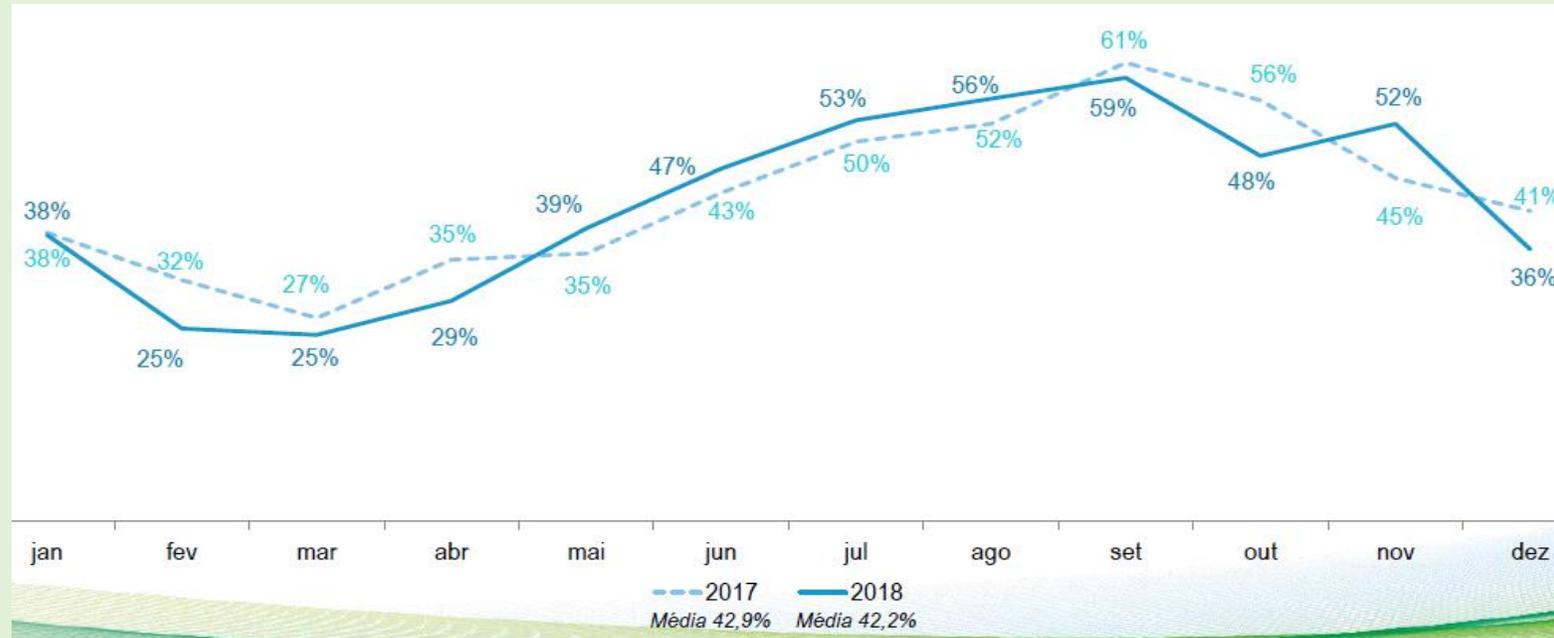
Fonte : Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (2001)

Energia Eólica – Evolução da Capacidade Instalada no Brasil

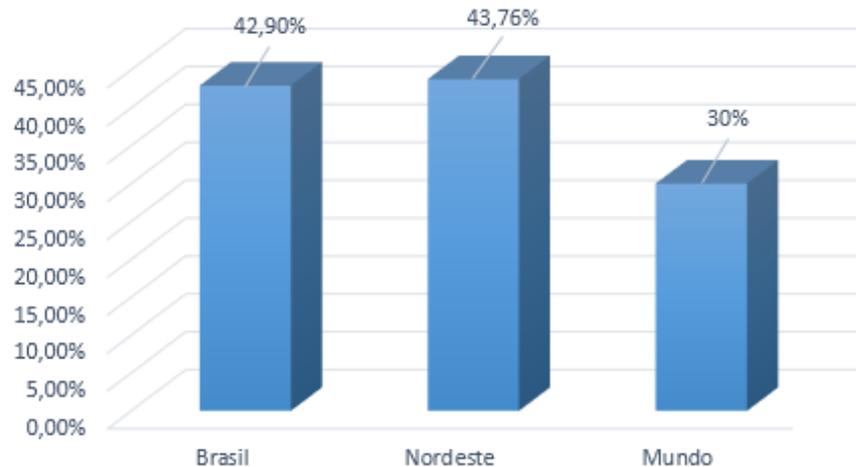


Fonte : ANEEL / Abeeólica

Energia Eólica – Fator de Capacidade



Fator de Capacidade (2017)



FATOR DE CAPACIDADE (FC)
é a razão entre a produção efetiva da usina em um período de tempo pela capacidade total máxima neste mesmo período.

Fonte: ABEEólica – 2018/2019

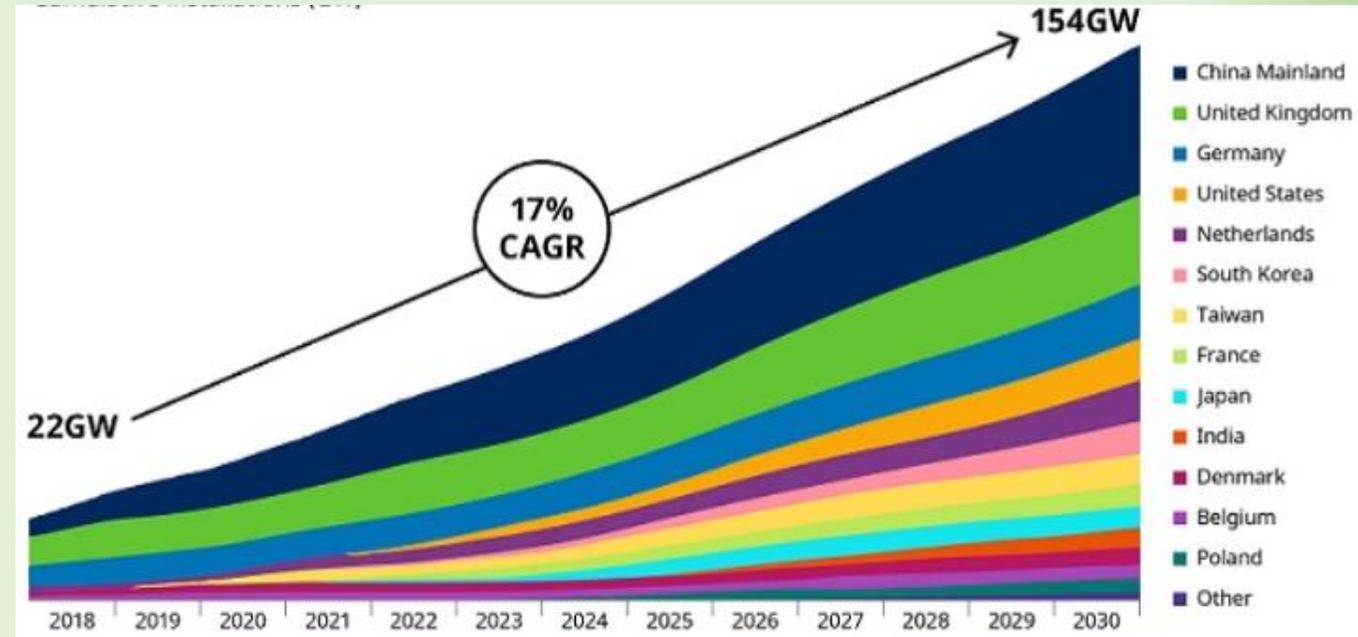
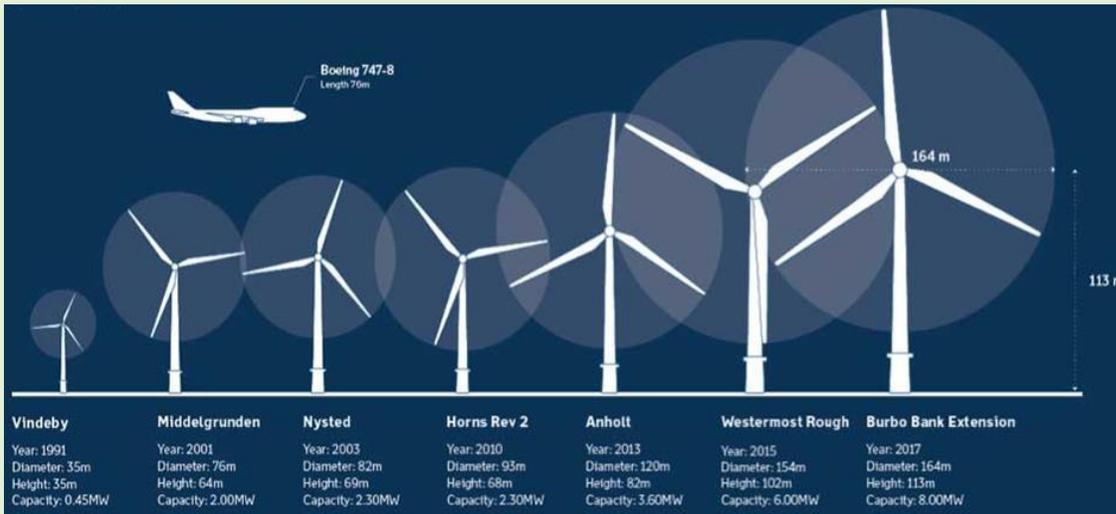
IRENA (2018)

Energia Eólica Offshore



Fonte Allianz

Energia Eólica Offshore no Mundo



Fonte : BloombergNEF e Open Ocean

Energia Eólica Offshore no Brasil

Projetos em desenvolvimento

- ✓ **Ceará:** Asa Branca, Jangada, Caucaia-Parazinho e Camocim
- ✓ **Rio Grande do Sul:** Águas Claras
- ✓ **Rio de Janeiro:** Maravilha, Aracatu 1 e 2
- ✓ **Espírito Santo:** Ventu Wind

Principais desafios

- ✓ **Regulamentação**
 - Ambiental
 - Formas de concessão da área fundiária
 - Modelo de licitação
 - Sistema de transmissão e operação
- ✓ **Custos competitivos?**

Energias Renováveis e o HUB de Hidrogênio Verde do Ceará

Temas:

- A Transição Energética
- Energia Eólica
- Energia Solar
- Energias Renováveis no Brasil
- Geração Distribuída
- Armazenamento e Mobilidade Sustentável
- O Hidrogênio Verde na Transição Energética
- Potencialidades para o Hidrogênio Verde no Ceará
- HUB do Hidrogênio Verde do Ceará
- Comitê Gestor Ceará H2V

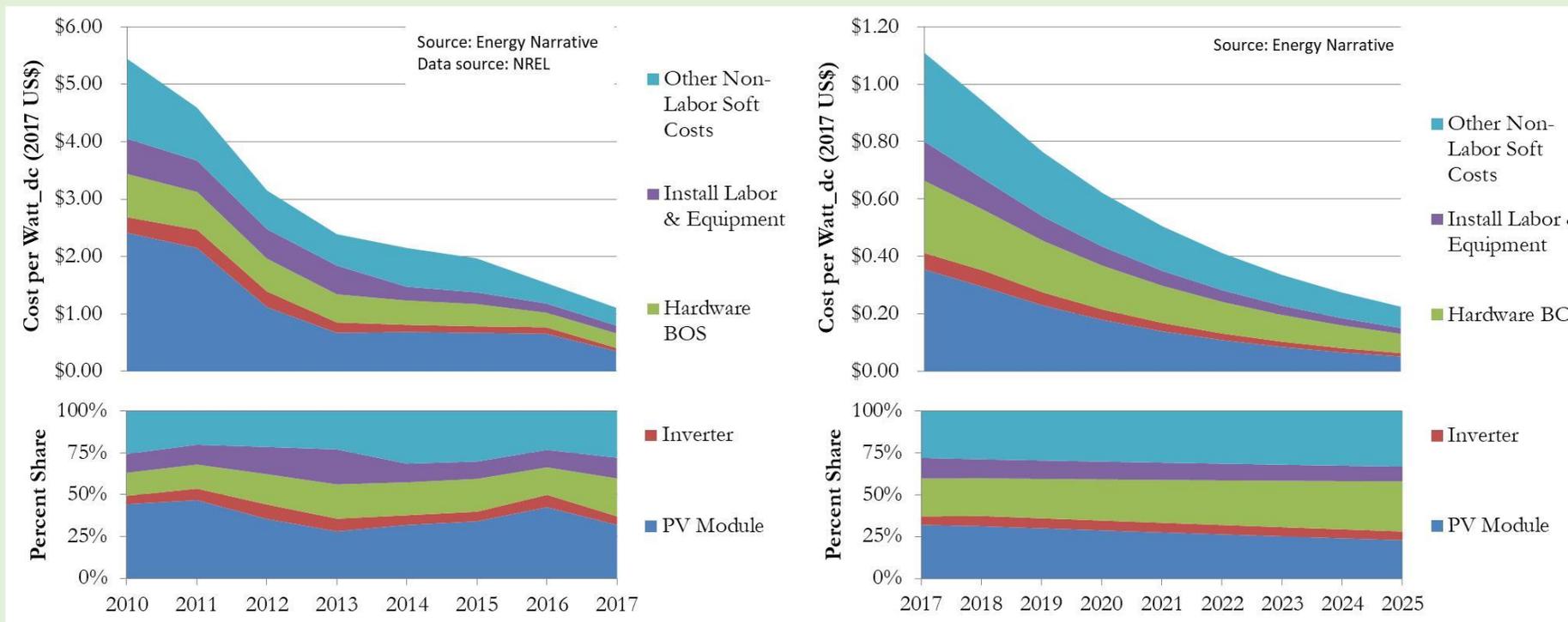


Geração Solar Fotovoltaica



Complexo Solar em Apodi/CE

Evolução do custo da tecnologia fotovoltaica

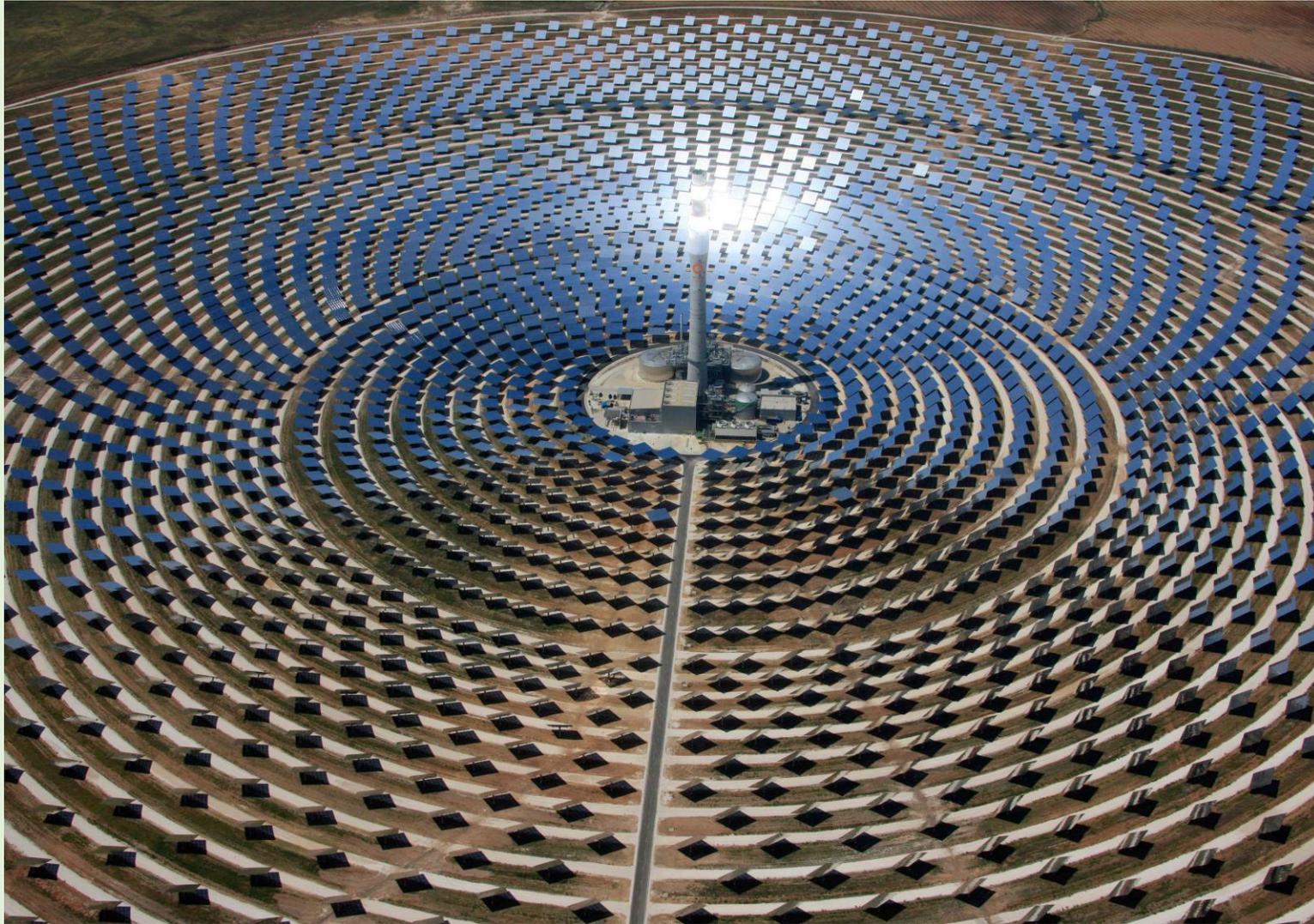


- ✓ 2010: US\$ 5.44/Watt_{dc}
- ✓ 2017: US\$ 1.11/Watt_{dc}
- ✓ Projeção para 2025: US\$ 0.17/Watt_{dc}

Fonte: Energy Narrative/NREL

<https://energynarrative.com/getting-pv-to-2-cents-per-kwh-panel-balance-of-system-costs/>

Usina Solar Heliotérmica

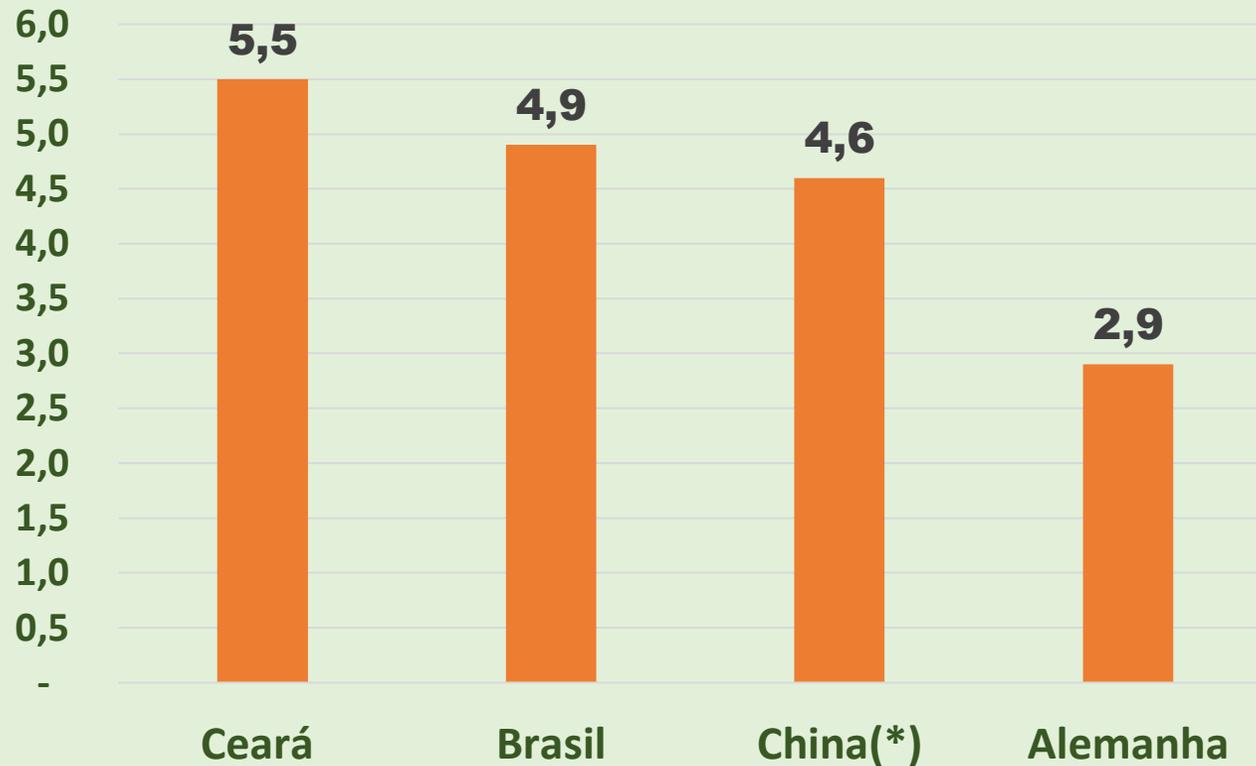


Usina Heliotérmica – Espanha 19,9MW



Comparação da Radiação Solar

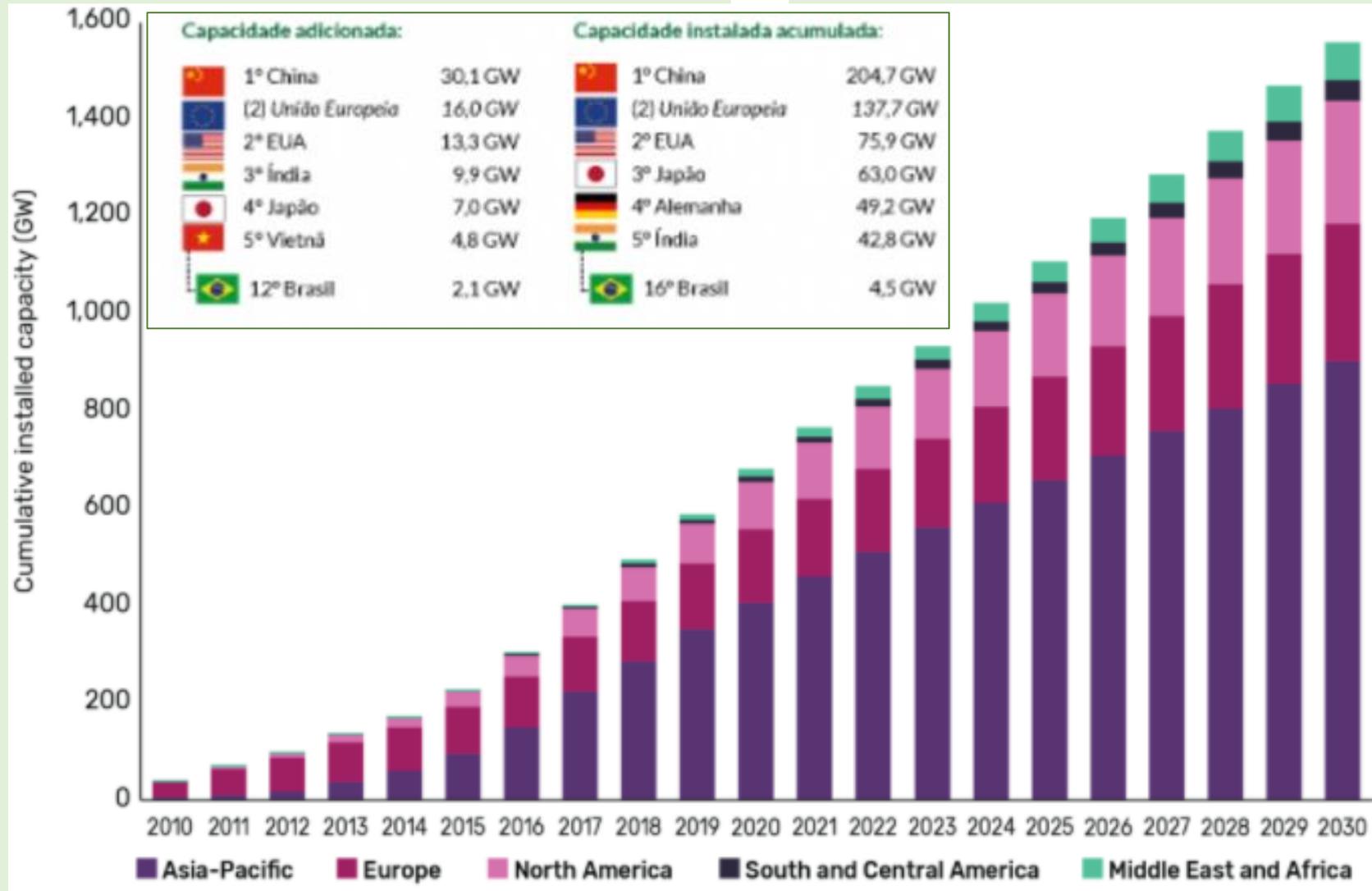
Radiação Solar (kWh/m².dia)



Apesar das grandes diferenças na radiação solar, a geração fotovoltaica se desenvolve em quase todos os países.

Fonte: World Bank, Solarterra, World Energy Council

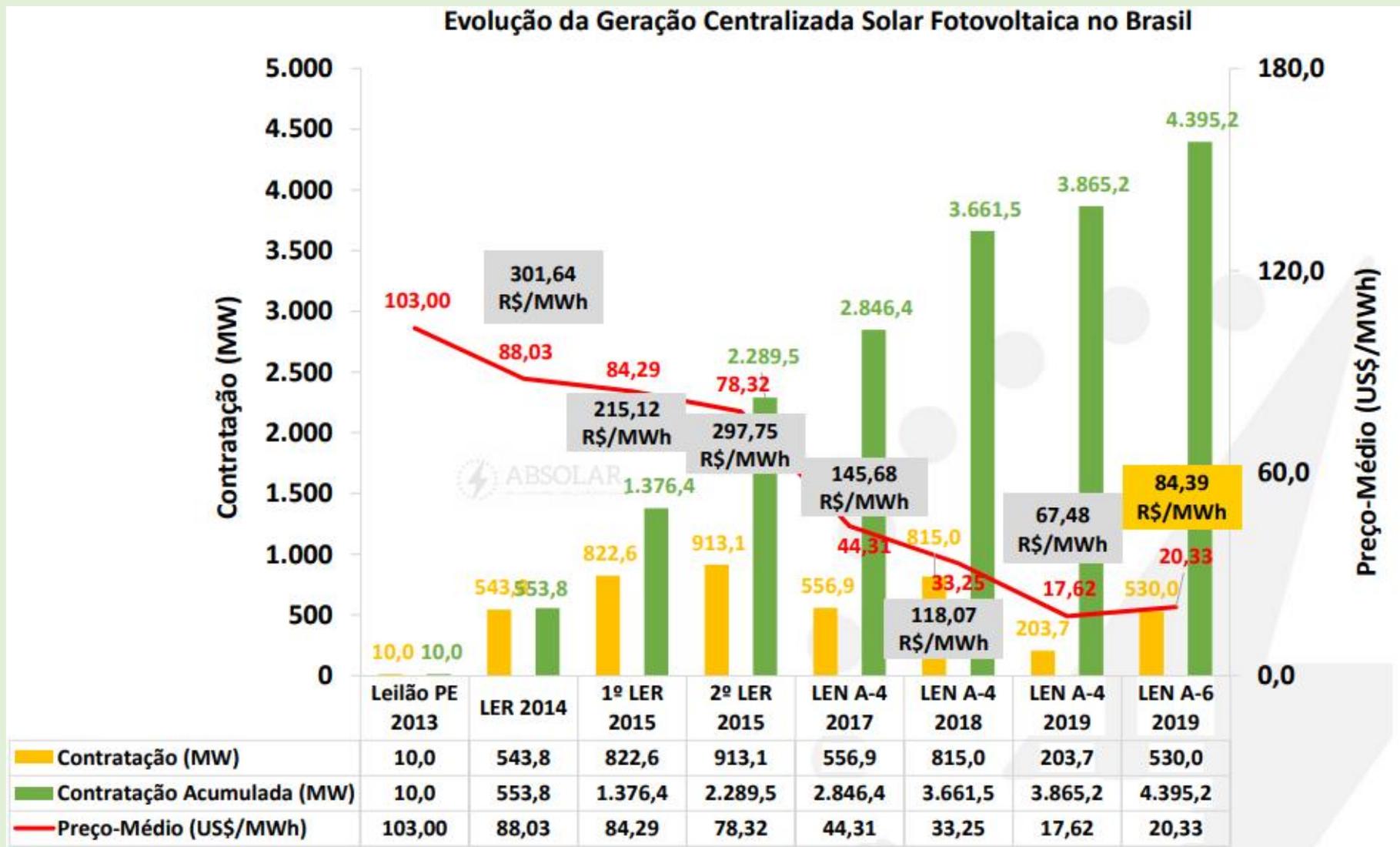
Evolução da Geração Fotovoltaica no Mundo



Fontes : Global Data e IEA – PVPS

<https://www.globaldata.com/global-solar-photovoltaic-capacity-expected-to-exceed-1500gw-by-2030-says-globaldata/>

Evolução da Geração Fotovoltaica no Brasil



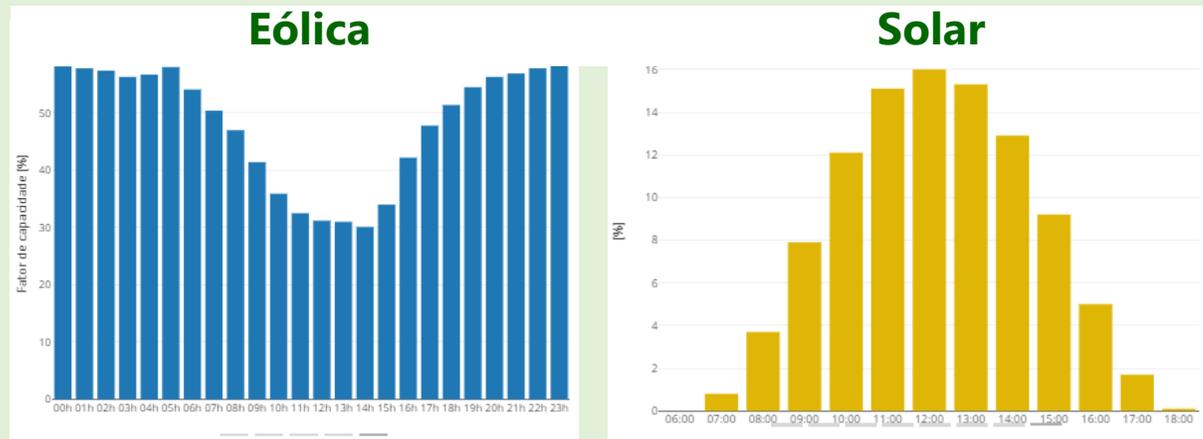
Fonte : CCEE / ABSOLAR

Geração Híbrida Solar e Eólica



A produção de energia eólica e solar em uma mesma área, oferece ganhos que resultam em economicidade das instalações, e ganhos de eficiência.

Falta a regulamentação



Complementaridade diária eólica e solar na Região da Ibiapaba (Ceará)

Fontes: Allianz/FIEC
Novo Atlas Eólico e Solar do Ceará

Energias Renováveis e o HUB de Hidrogênio Verde do Ceará

Temas:

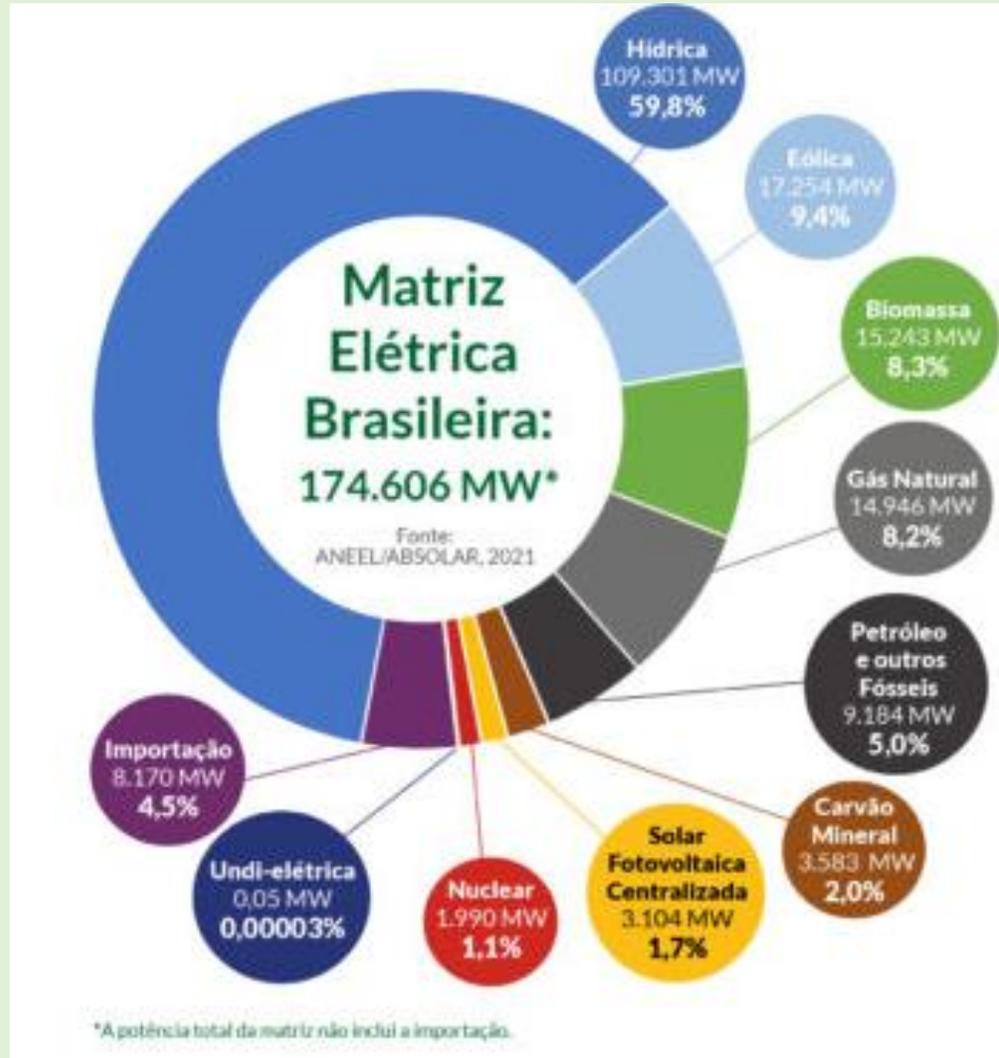
- A Transição Energética
- Energia Eólica
- Energia Solar
- Energias Renováveis no Brasil
- Geração Distribuída
- Armazenamento e Mobilidade Sustentável
- O Hidrogênio Verde na Transição Energética
- Potencialidades para o Hidrogênio Verde no Ceará
- HUB do Hidrogênio Verde do Ceará
- Comitê Gestor Ceará H2V



Matriz Elétrica Brasileira

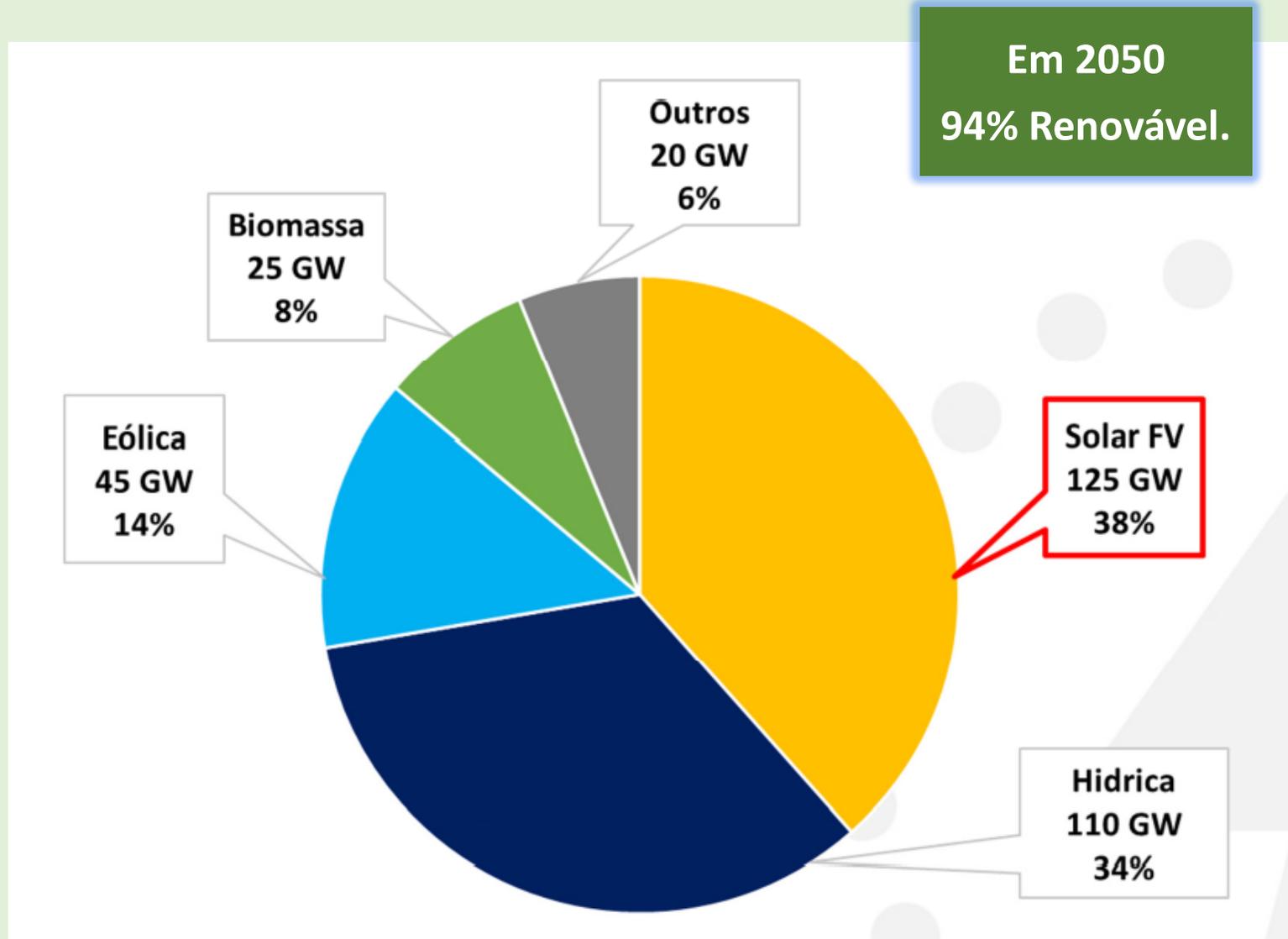
TOTAL
174.606 MW
100%

Renováveis
144.903 MW
82,9%



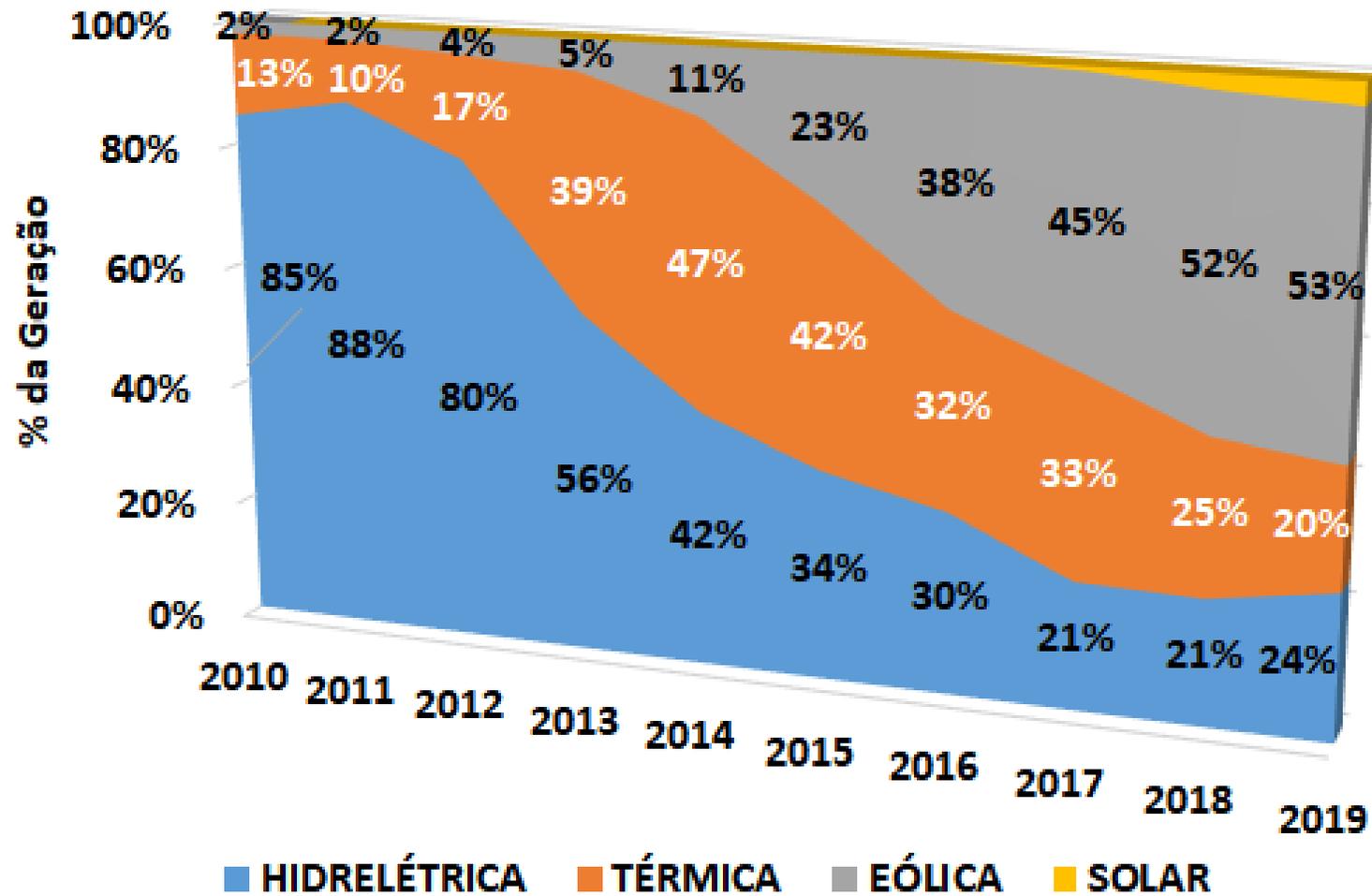
Fonte : ANEEL/ABSOLAR 02/03/2021

Projeção da Matriz Elétrica Brasileira em 2050



Fonte : BloombergNEF – BNEF / ABSOLAR

Energia Eólica – Importância no Nordeste



Fonte :ONS

- ✓ No Nordeste, a participação de energia eólica aumentou de 3% em 2012 para 49% em 2020.
- ✓ Crescimento da participação da fonte fotovoltaica, saindo de 0% em 2012 para 4% em 2020

Energias Renováveis e o HUB de Hidrogênio Verde do Ceará

Temas:

- A Transição Energética
- Energia Eólica
- Energia Solar
- Energias Renováveis no Brasil
- **Geração Distribuída**
- Armazenamento e Mobilidade Sustentável
- O Hidrogênio Verde na Transição Energética
- Potencialidades para o Hidrogênio Verde no Ceará
- HUB do Hidrogênio Verde do Ceará
- Comitê Gestor Ceará H2V



Geração Distribuída – Solução mundial



Alemanha



Telha fotovoltaica - Portugal



Japão



Espanha



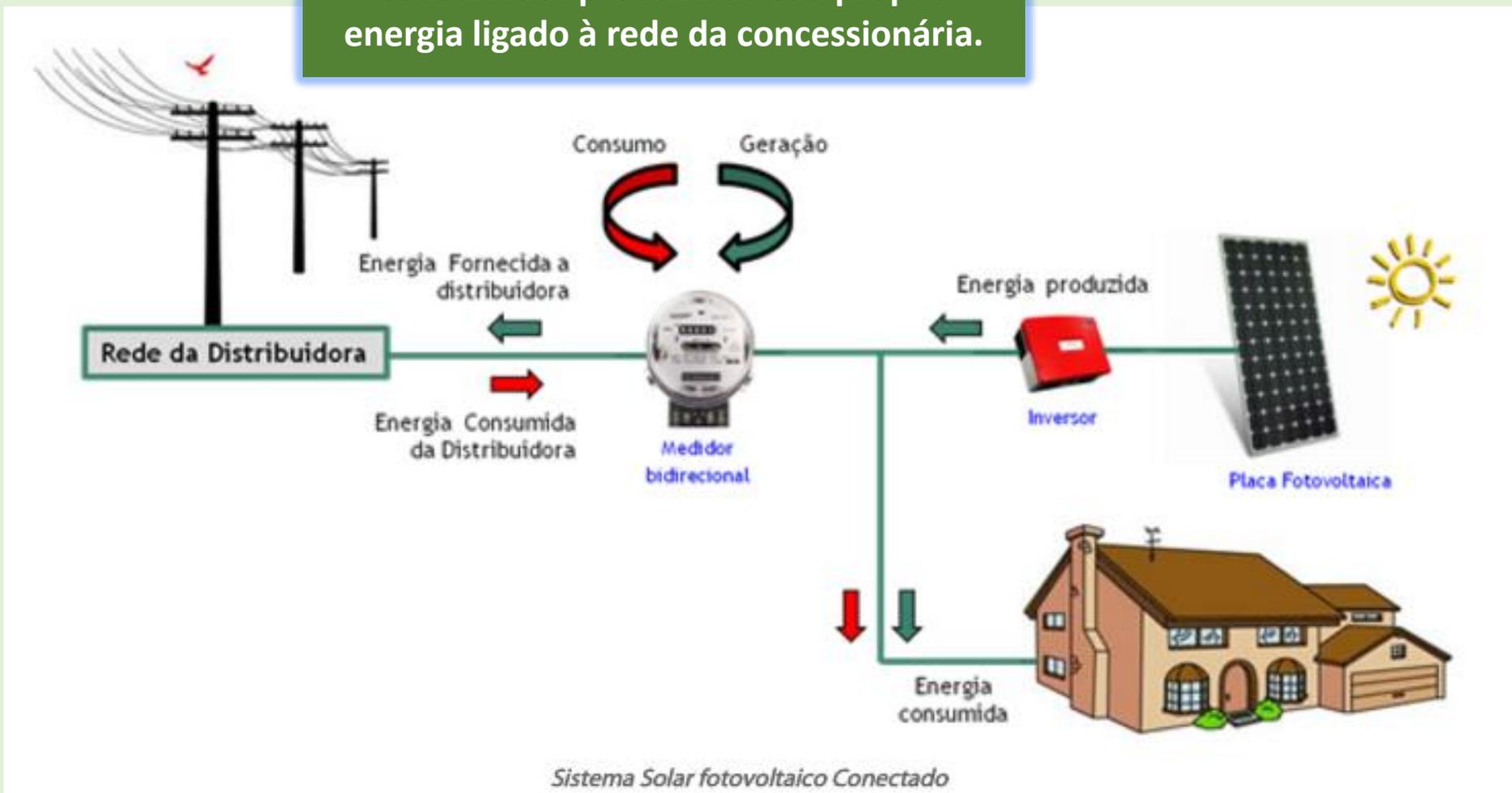
Estados Unidos



Fortaleza - Brasil

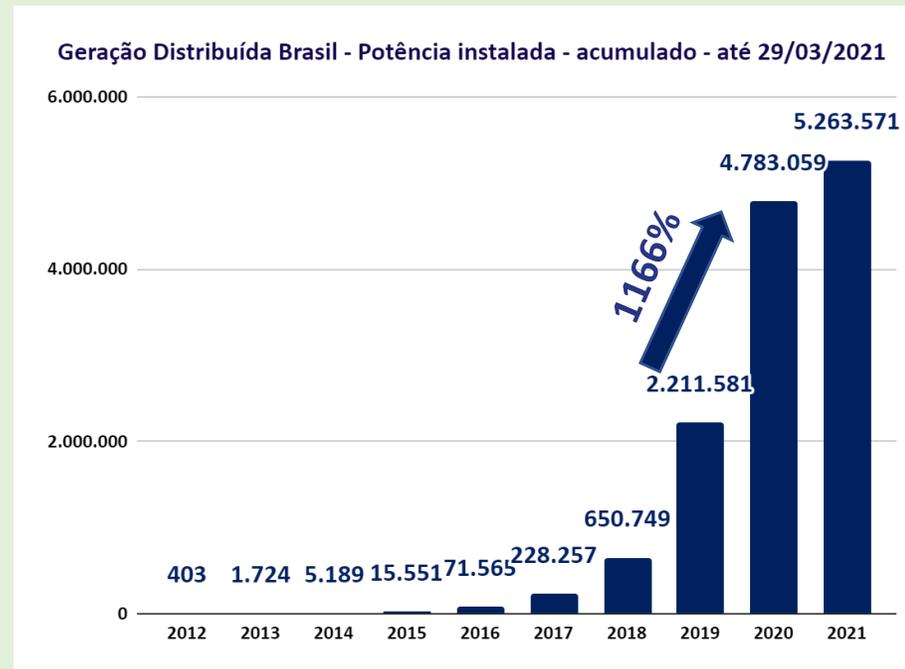
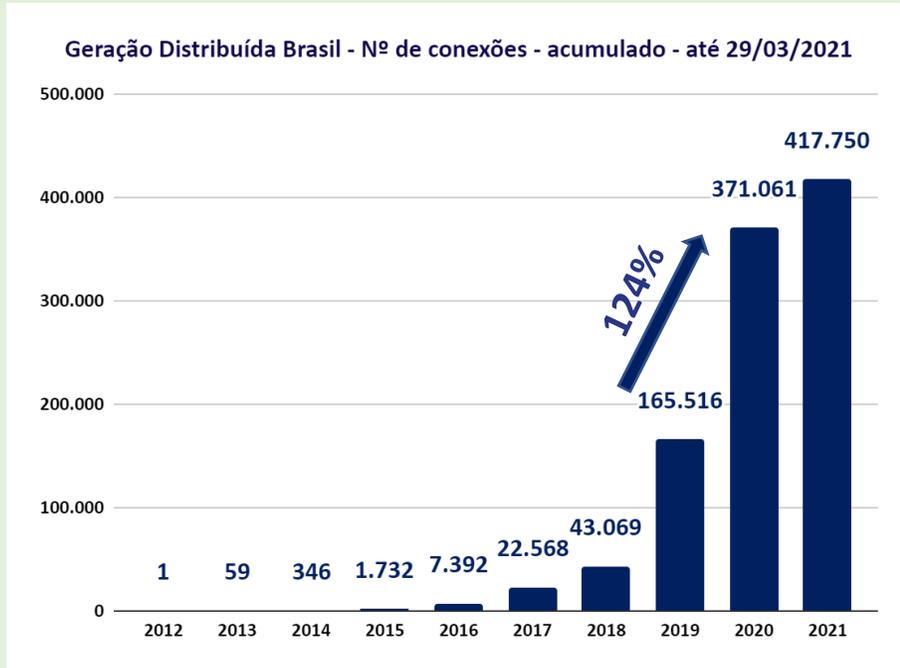
Geração Distribuída - Prossumidor

Consumidor produzindo sua própria energia ligado à rede da concessionária.



Fontes: ANEEL e
<http://www.viridian.com.br/tecnologia/energia+solar+fotovoltaica/4>

Geração Distribuída no Brasil



Fonte: ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica – 29/03/2021
http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Estadual.asp

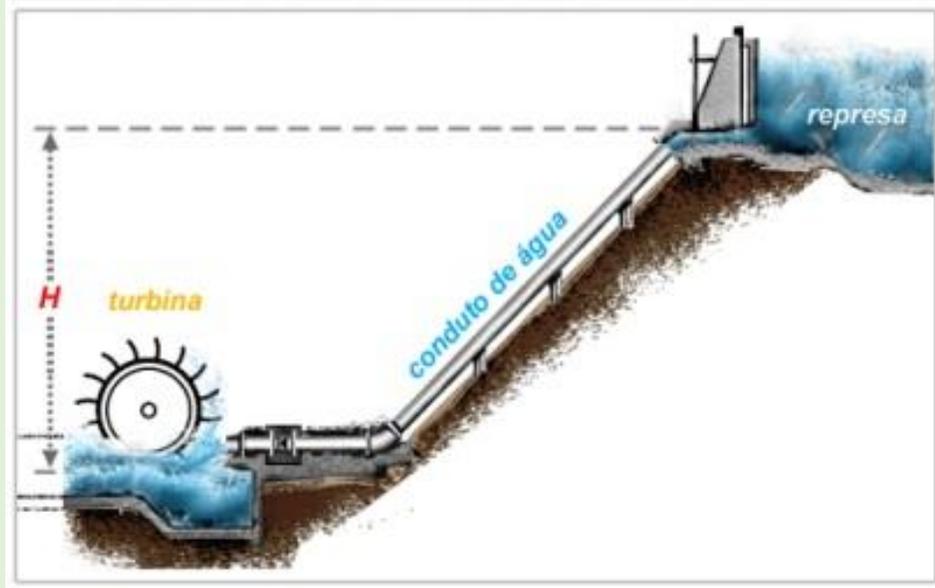
Energias Renováveis e o HUB de Hidrogênio Verde do Ceará

Temas:

- A Transição Energética
- Energia Eólica
- Energia Solar
- Energias Renováveis no Brasil
- Geração Distribuída
- Armazenamento e Mobilidade Sustentável
- O Hidrogênio Verde na Transição Energética
- Potencialidades para o Hidrogênio Verde no Ceará
- Apresentação do Comitê Gestor Ceará H2V
- HUB do Hidrogênio Verde do Ceará



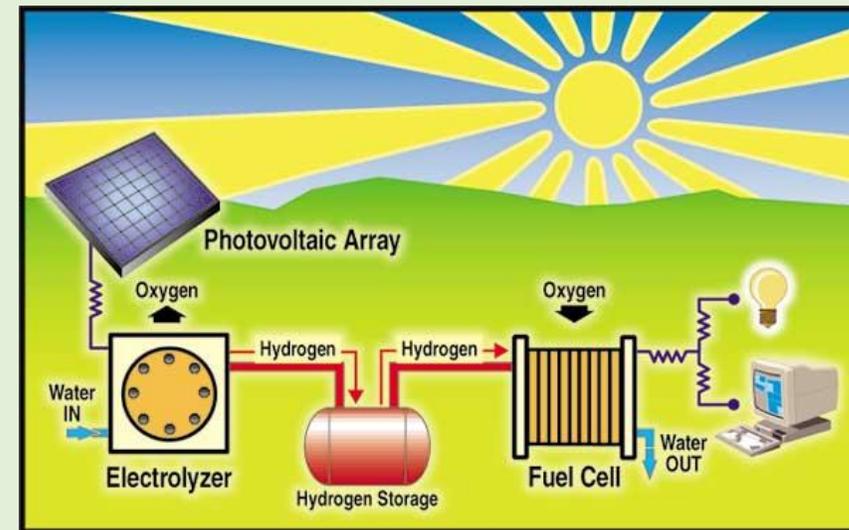
Armazenamento de energia



Energia hidráulica – Usina Reversível



Bateria



Hidrogênio

Baterias para Geração Distribuída



BYD
2,5 A 10KWH – ‘

MERCEDES BENZ
3 A 24 KWH



TESLA
30 KWH/DAY
USD 6.700,00



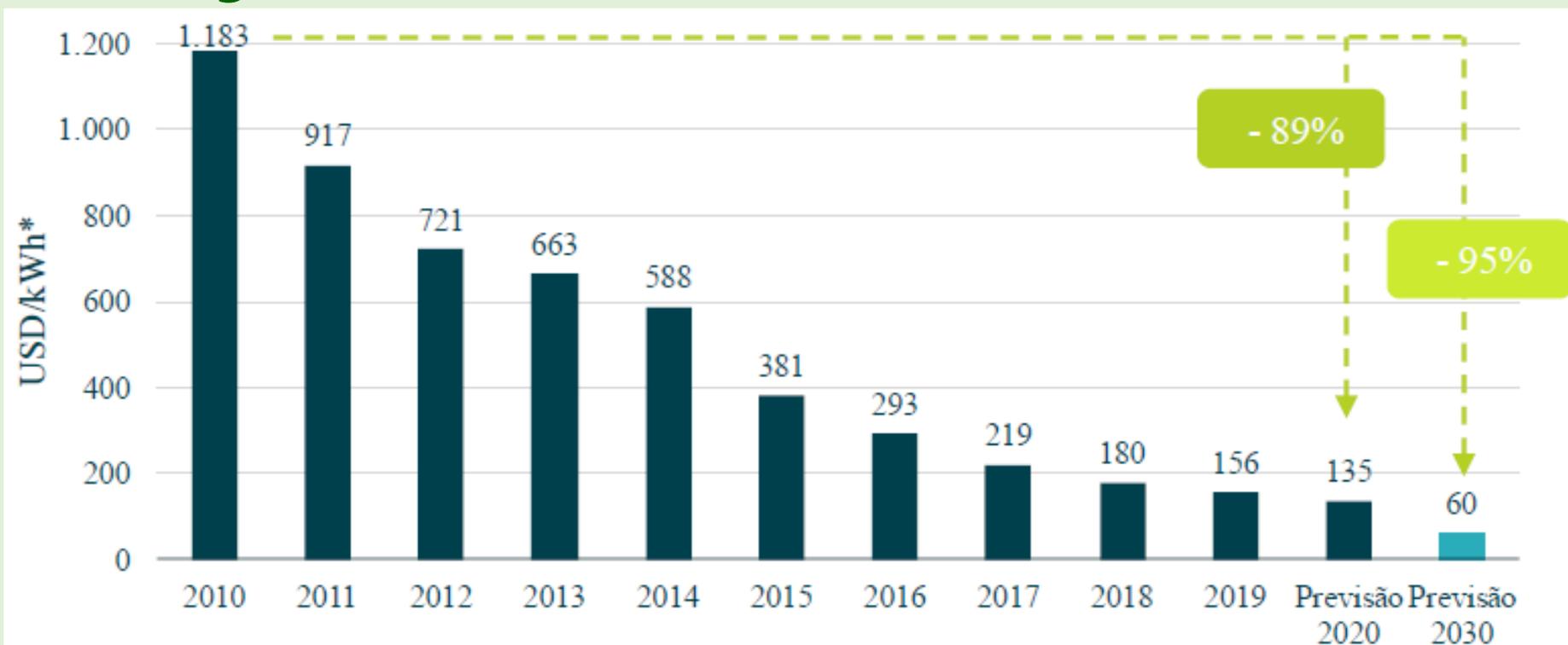
Baterias para Geração Centralizada

KAUAI – HAVAI
SOLAR: 13 MW
BATERIAS: 52 MWH



REINO UNIDO
10 MWH

Baterias – Queda nos custos e aumento da densidade energética



Aumento da densidade energética:

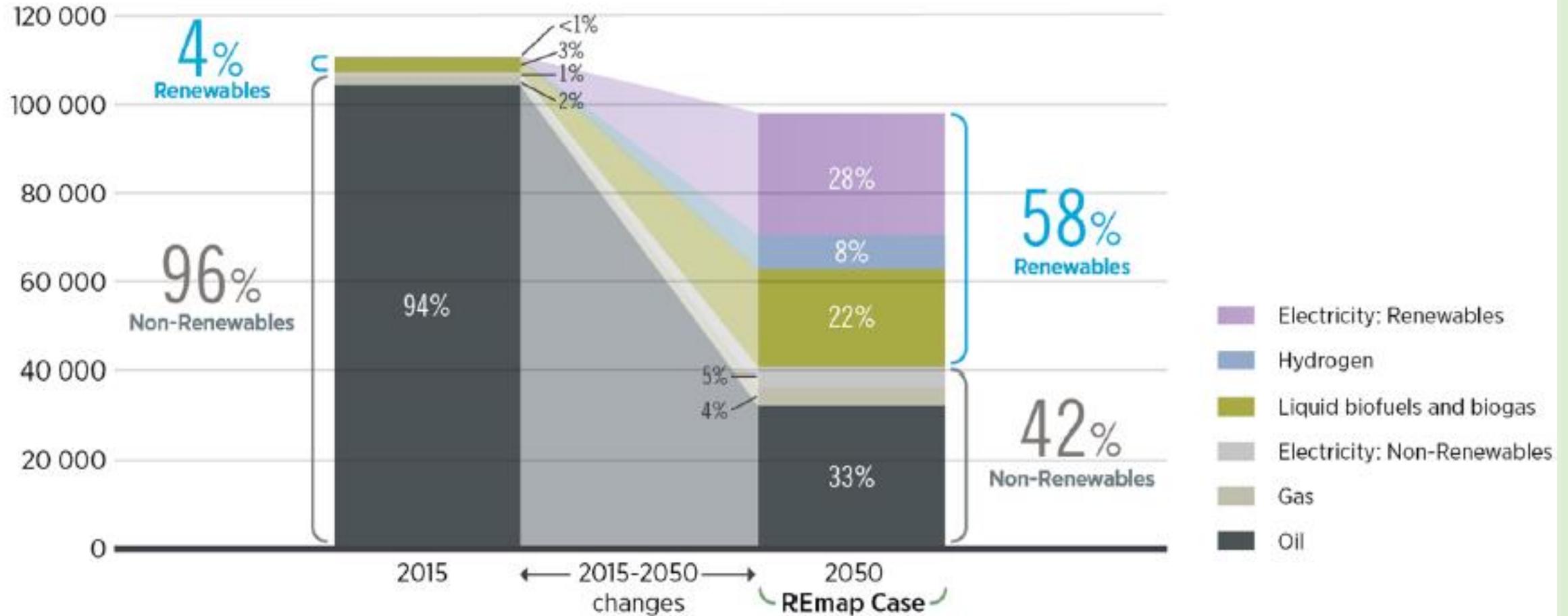
- 2010 – 2020: 100 → 300 Wh/kg;
- 2020 – 2030: 300 → 350 Wh/kg, novas tecnologias de alta densidade: > 500 Wh/kg

AMPLIA O MERCADO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS.

AUMENTA A COMPETIVIDADE DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS.

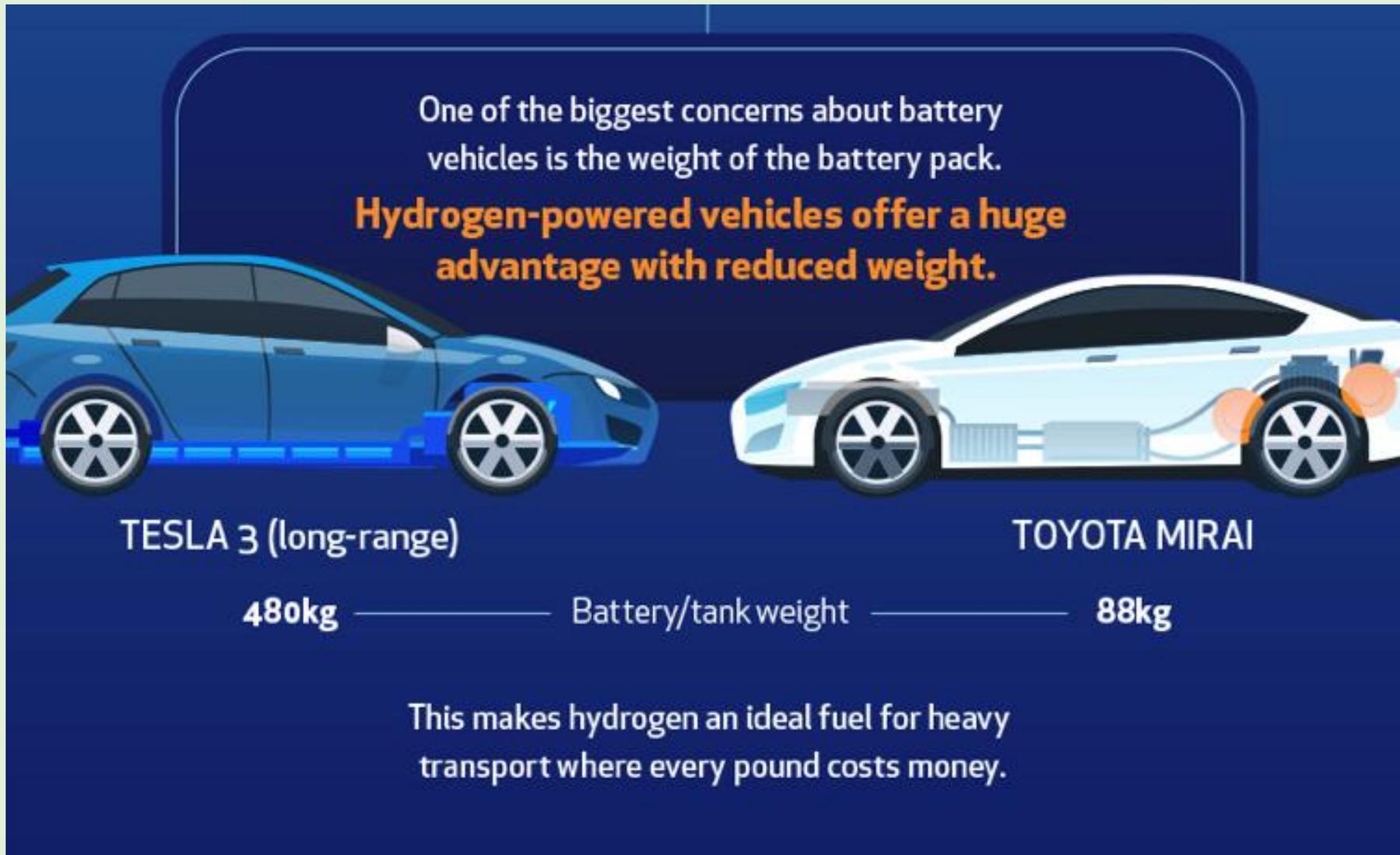
Fonte: Markus Vlasits/Bloomberg New Energy Finance - BNEF

Transição Energética e a Mobilidade Sustentável



Fonte: Irena

Mobilidade elétrica - Veículos a hidrogênio ou a bateria



Fonte: <https://www.visualcapitalist.com/6-ways-hydrogen-and-fuel-cells-can-help-transition-to-clean-energy/>

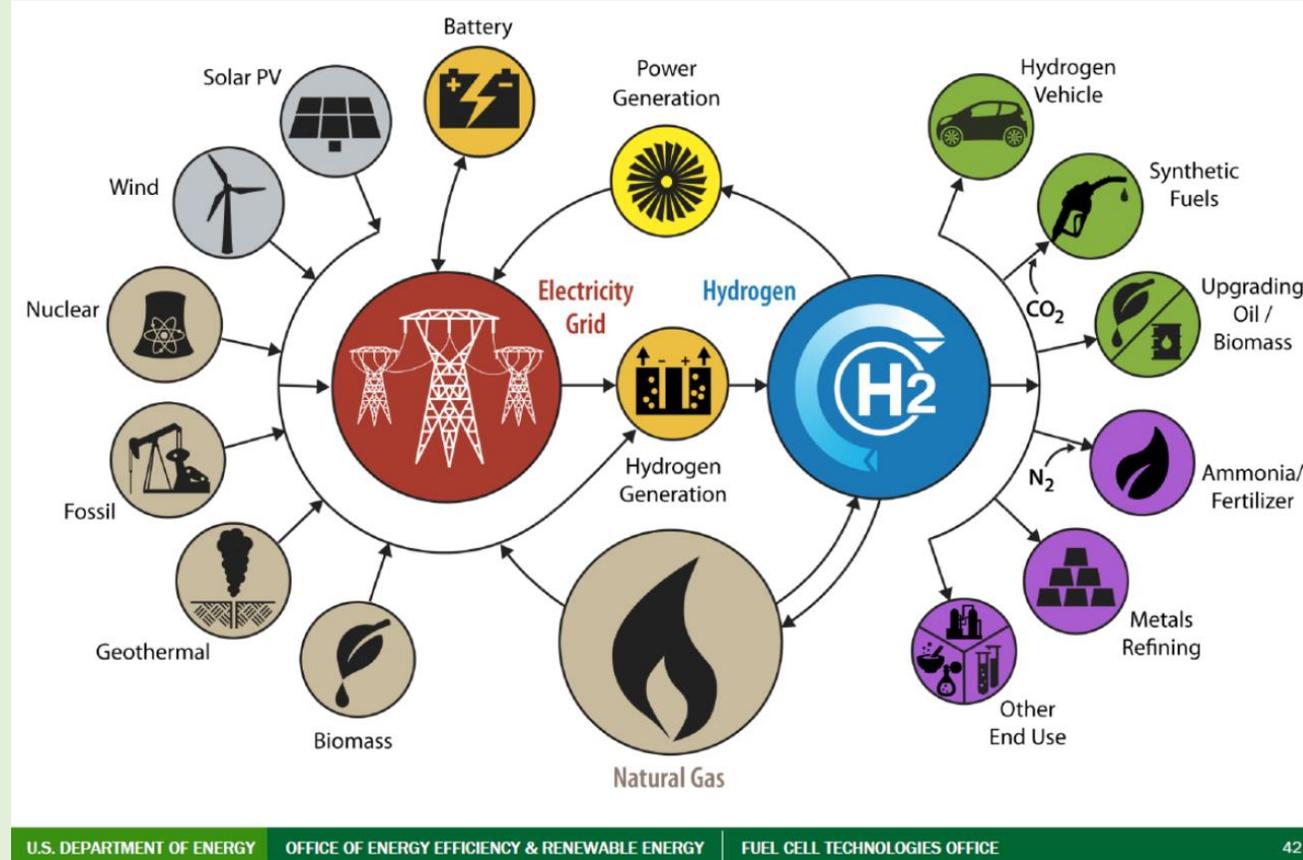
Energias Renováveis e o HUB de Hidrogênio Verde do Ceará

Temas:

- A Transição Energética
- Energia Eólica
- Energia Solar
- Energias Renováveis no Brasil
- Geração Distribuída
- Armazenamento e Mobilidade Sustentável
- **O Hidrogênio Verde na Transição Energética**
- Potencialidades para o Hidrogênio Verde no Ceará
- HUB do Hidrogênio Verde do Ceará
- Comitê Gestor Ceará H2V



A Transição Energética e o Hidrogênio Verde



Slide: Dr. Sunita Satyapal, DOE/EUA 2020 H2@Scale concept

- Para atingir o objetivo do Acordo de Paris (manter o aumento da temperatura média global abaixo de 2°C), será necessário descarbonizar grande parte do sistema energético mundial .
- Para tanto, uma quantidade significativa de fontes renováveis de energia precisa ser instalada e integrada, e setores que demandam energia, como o transporte e a indústria, precisam ser descarbonizados em grande escala.

A Oportunidade do Hidrogênio Verde (H2V)



Figura: Portal Energia

- ✓ Produzido a partir de energias renováveis
- ✓ Muitos países não têm potencial de energias renováveis para atender suas demandas
- ✓ O H2V pode ser transportado de regiões produtoras para regiões consumidoras e consumido na própria região produtora
- ✓ Substituirá os combustíveis fósseis na maioria das aplicações
- ✓ Combustível e vetor energético do futuro

A Descarbonização da Economia Mundial abriu um Leque de Oportunidades para o Hidrogênio em 7 Setores:

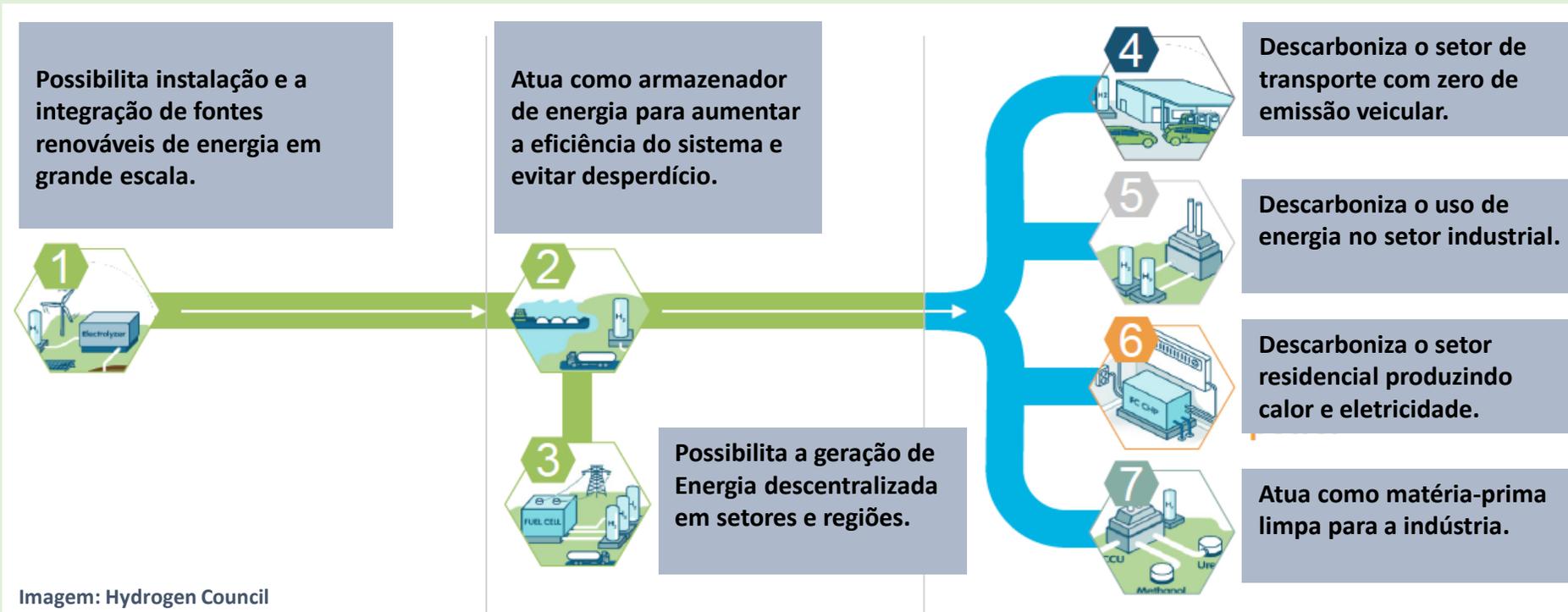


Imagem: Hydrogen Council



ACADEMIA
CEARENSE DE
ENGENHARIA

O Hidrogênio como Armazenador de Energia: um novo negócio para o Setor Elétrico



- O hidrogênio pode ser armazenado de forma subterrânea ou em tanques ao ar livre por um longo tempo, atuando como um “buffer” para aumentar a confiabilidade e segurança dos sistemas solar, eólico e hidroelétrico.
- Desta forma, ele permite a captação da energia que não seria utilizada evitando o desperdício devido às variações de produção e demanda e estabilizando o Sistema.
- Além disso, permite a distribuição dessa energia armazenada para outras regiões, onde a produção renovável não seria possível.
- Pode descarbonizar a infraestrutura de gás natural com uma mistura de até 20% dependendo do uso final.

O que é um HUB de Hidrogênio?

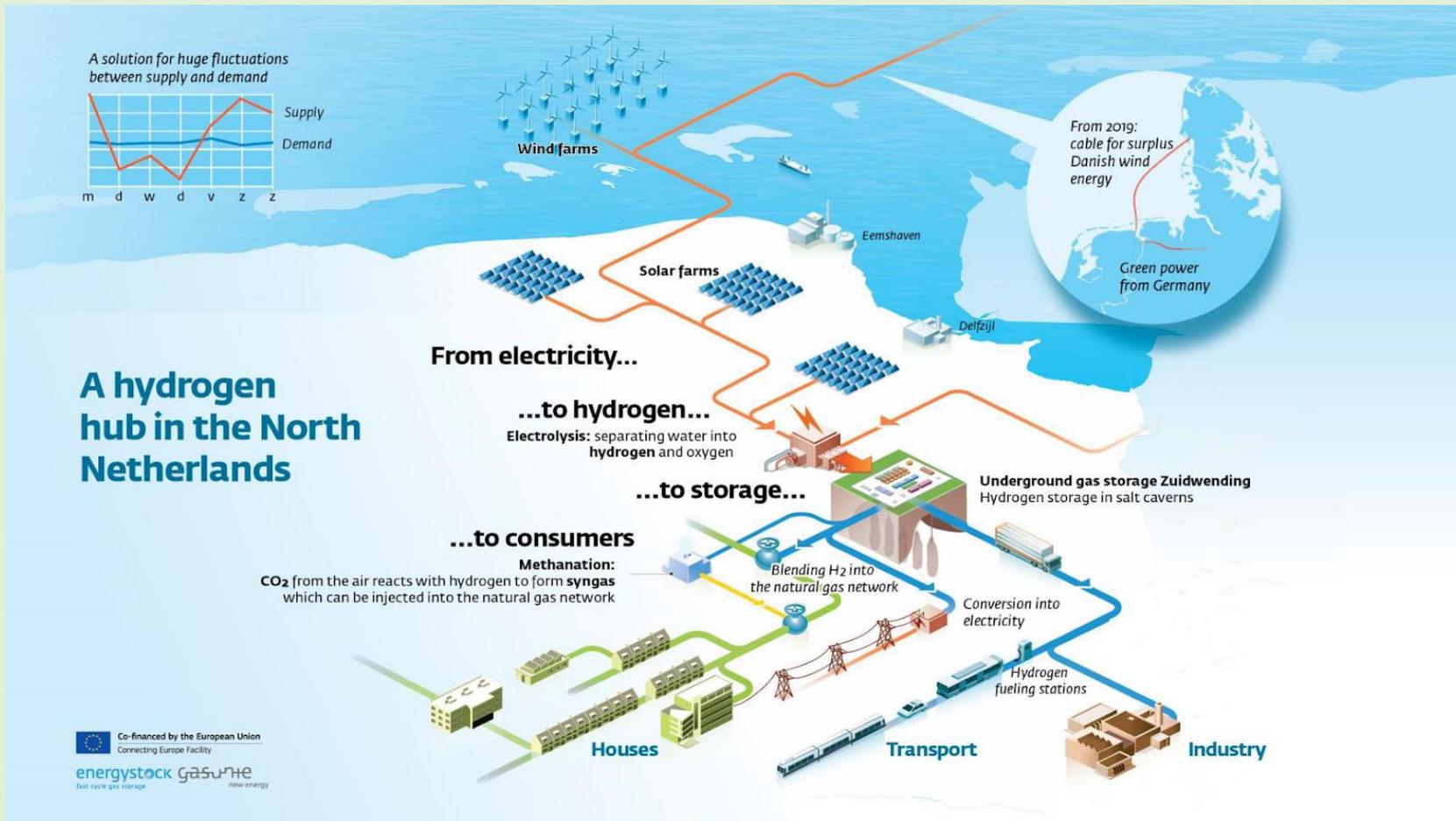


Image: Gasunie

Um HUB ou Vale de Hidrogênio, combina produção de hidrogênio verde, distribuição e uso em diversos setores da economia (Sector Coupling)

O Hidrogênio Verde como Descarbonizador do Setor Industrial



Imagem e Fonte: Hydrogen Council

Indústrias podem ser descarbonizadas

- ✓ Alumínio
- ✓ Química e petroquímica-refinaria
- ✓ Cimento
- ✓ Siderúrgica
- ✓ Papel
- ✓ Todas que precisam de calor em seus processos.

- O setor industrial representa 1/3 do consumo total de energia e 1/4 do total de emissão de CO₂.
- O hidrogênio pode ser produzido na própria planta industrial a partir de fontes renováveis e usado nos processos de produção para reduzir CO₂ em grande escala.

O Hidrogênio como Descarbonizador do Setor de Fertilizantes

Informe Técnico
Competitividade do Gás Natural:
Estudo de Caso na
Indústria de Fertilizantes
Nitrogenados

15
anos

epe
Empresa de Pesquisa Energética

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

- Hidrogênio acoplado ao nitrogênio são os principais componentes de amônia para a produção de fertilizantes nitrogenados através do processo Haber-Bosch. Enquanto o nitrogênio pode ser captado do ar, o hidrogênio precisa ser produzido previamente.
- A amônia atualmente é obtida a partir da transformação química do gás natural.
- O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores agrícolas do mundo e em 2018 (ANDA 2019), consumiu cerca de 35 milhões de toneladas de fertilizantes NPK, sendo aproximadamente 80% importado.
- Em termos históricos, o maior déficit, tanto em valor monetário quanto em quantidade física das importações, continua sendo dos intermediários para fertilizantes. Tal déficit vem aumentando e representa cerca de 30% do total negativo gerado na balança comercial de produtos químicos.
- Já os volumes de produção são praticamente os mesmos há mais de uma década e não atendem às necessidades do país, resultando em uma grande dependência externa.
- O acesso ao consumidor final é outro fator importante. A proximidade aos mercados reduz o custo de transporte dos fertilizantes, que são volumosos e exigem uma infraestrutura adequada para seu escoamento.
- **O Hidrogênio Verde pode ser produzido e utilizado para produzir amônia verde nas regiões onde há fabricação e consumo de fertilizantes no Brasil.**

O Grande Potencial Brasileiro



Administração da abundância (1): a disponibilidade total de recursos supera largamente a demanda de energia total no horizonte até 2050.

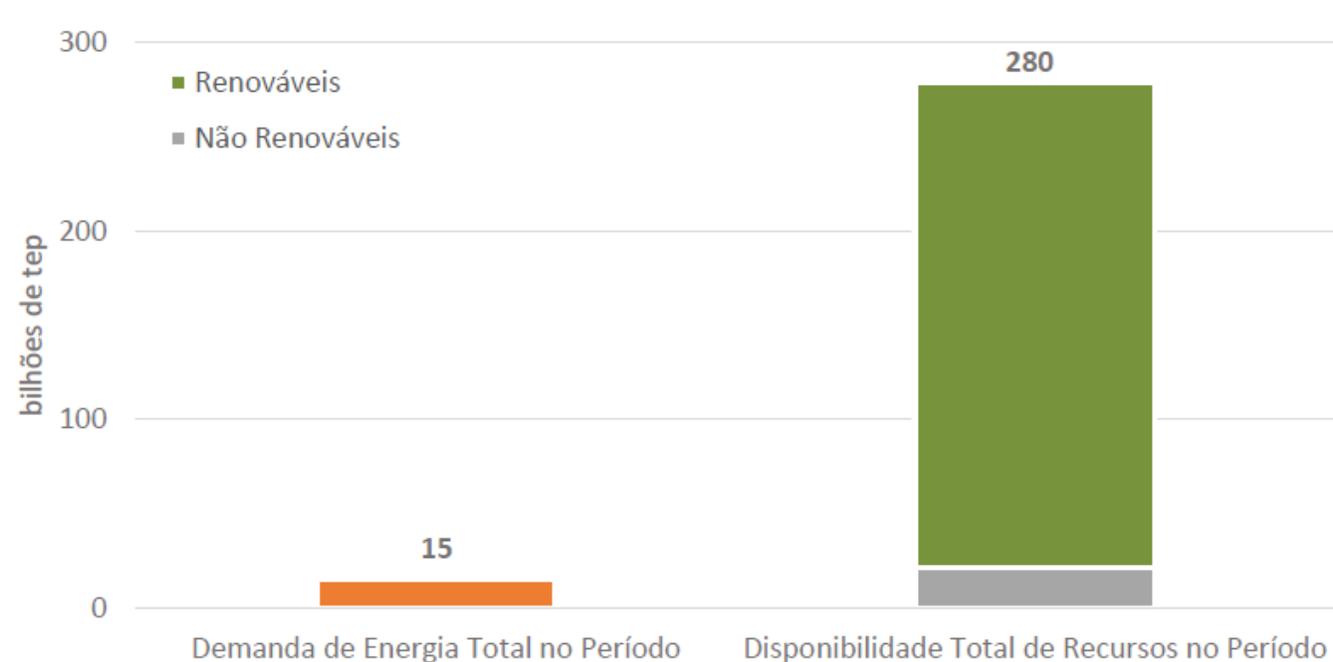


Figura 3 - Comparação entre potencial de recursos e demanda de energia no horizonte do PNE 2050

- O mercado livre de compra e venda de eletricidade no Brasil promove a competitividade dos preços de energia.
- Esse processo regulatório no Brasil promove a competitividade do Hidrogênio Verde nacional porque a eletricidade produzida de fontes de energia renovável representa 70% do custo do Hidrogênio Verde.

Energias Renováveis e o HUB de Hidrogênio Verde do Ceará

Temas:

- A Transição Energética
- Energia Eólica
- Energia Solar
- Energias Renováveis no Brasil
- Geração Distribuída
- Armazenamento e Mobilidade Sustentável
- Energias Renováveis no Ceará
- O Hidrogênio Verde na Transição Energética
- **Potencialidades para o Hidrogênio Verde no Ceará**
- HUB do Hidrogênio Verde do Ceará
- Comitê Gestor Ceará H2V



Hubs Aéreo e Portuário



América

12 dias
do
Porto de
Roterdã

América Central
e Caribe

África

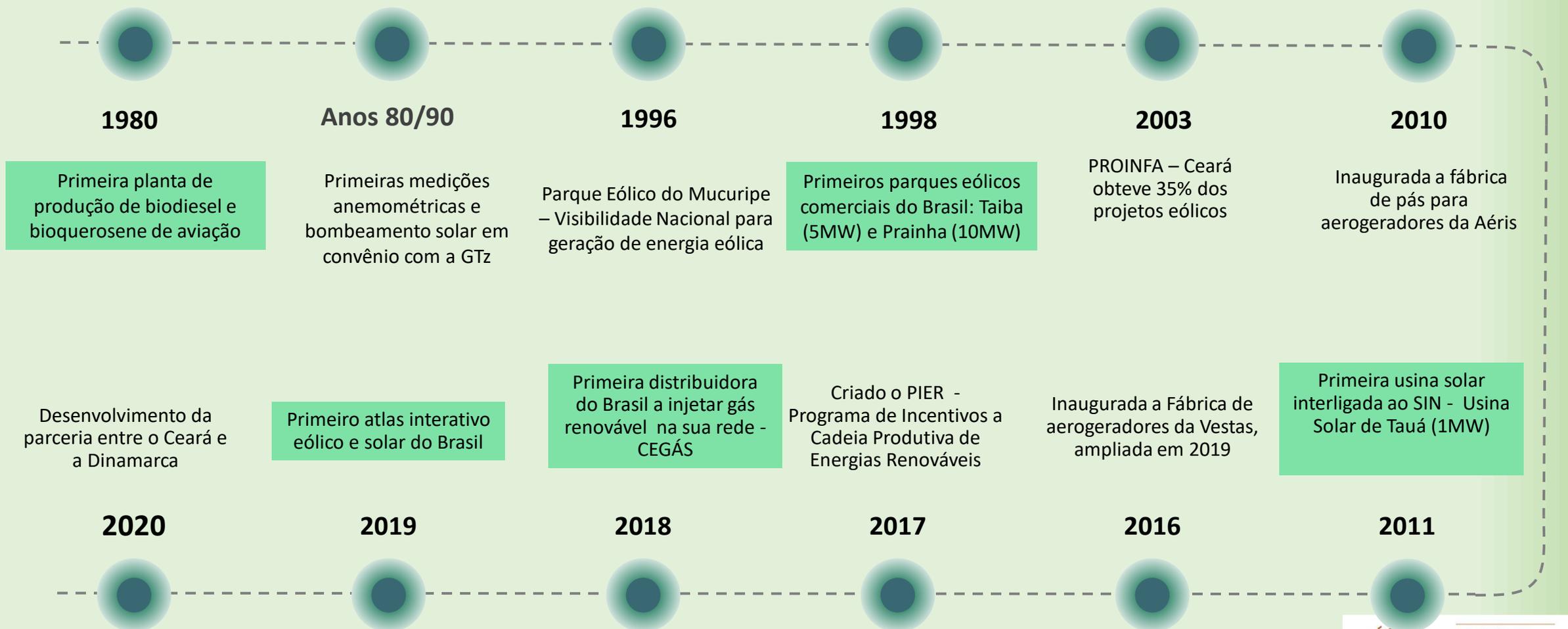
CEARÁ

Mercosul

Localização Geográfica Privilegiada:
Próxima aos grandes mercados mundiais



Ceará – O Berço das Energias Renováveis no Brasil



Ceará – Centro de Gravidade do Litoral das Energias Renováveis

O Nordeste Brasileiro detém os maiores potenciais de energia eólica e solar

Hoje 88% da potência instaladas de Usinas Eólicas e Solares estão no Nordeste

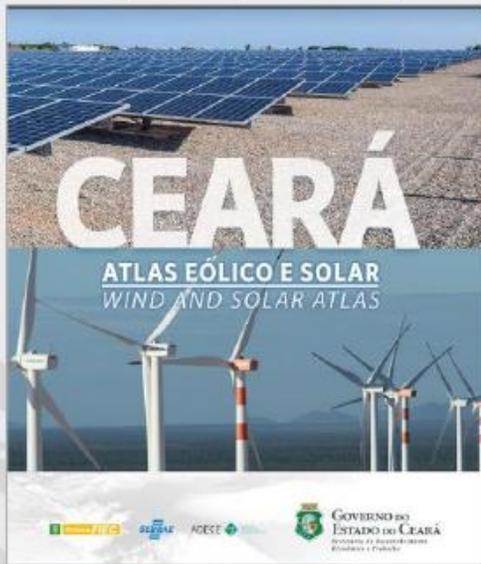
O Ceará se encontra em posição estratégica com relação a esse potencial.



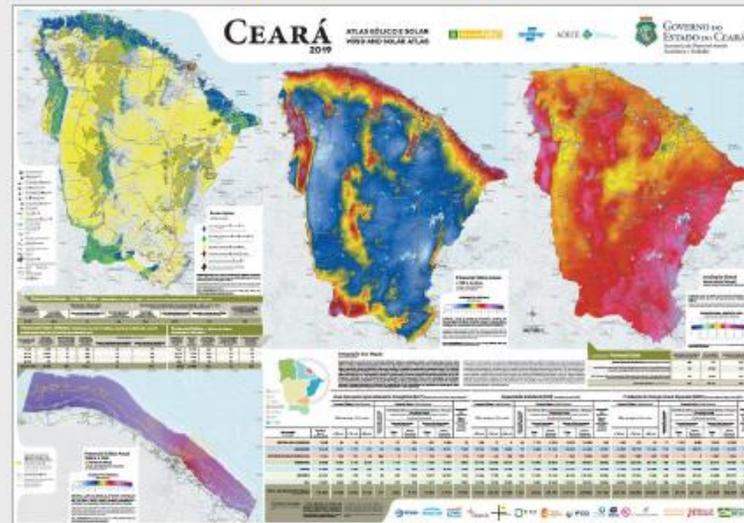
Vanguarda: Atlas solar e eólico do Ceará



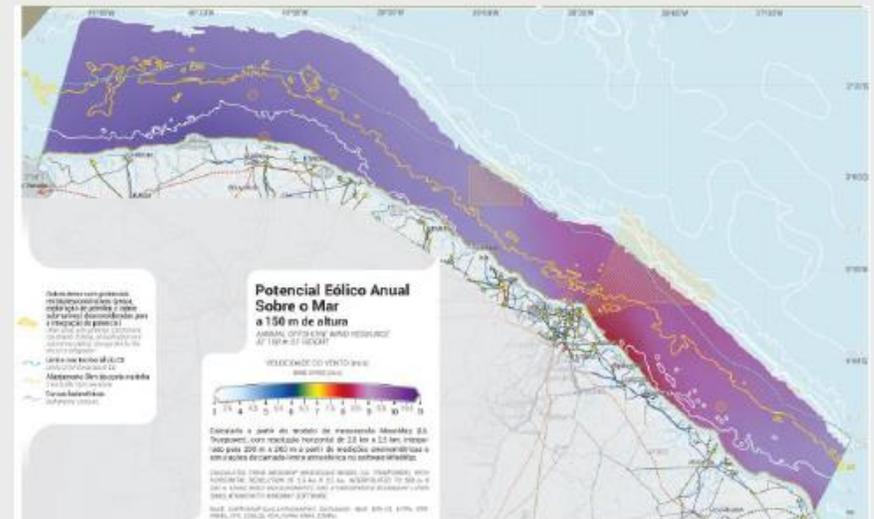
Edição impressa e pdf



Mapa de parede



Potencial Offshore



<http://atlas.adece.ce.gov.br>

Atlas Eólico e Solar do Ceará – Vanguarda no Brasil

A mais moderna ferramenta de prospecção para energias renováveis no Brasil

De forma simples, o interessado pode fazer uma verificação preliminar

FIEC **SEBRAE** ADECE **GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**

Satélite

Latitude: **-3.7324°** Longitude: **-38.5278°** Altitude média: **31 m**

Temperatura da superfície: **26.7° C** Densidade do Ar: **1.16 kg/m³**

Endereço: **Av. Duque de Caxias, 394 - Centro, Fortaleza - CE, 60035-110, Brasil**

Área: **1 km²**

DISTÂNCIAS APROXIMADAS

Subestação mais próxima: **1.1 km**

Subestação de transmissão mais próxima: **6.5 km**

Rede de Média Tensão (13,8 kV): **0.0 km**

Rede de Alta Tensão - Distribuição (69 kV): **0.3 km**

Rede de Alta Tensão - Transmissão (230 e 500kV): **11.1 km**

CONSULTA SIMULADOR EÓLICO SOLAR

Consumo Mensal

20.7 kWp	Capacidade do sistema (Potência)	165 m ²	Área aproximada de painéis
2.480 kg	Peso aproximado	1.452 kWh/kWp/ano	Produtividade fotovoltaica
30.000 kWh / ano	Consumo anual		

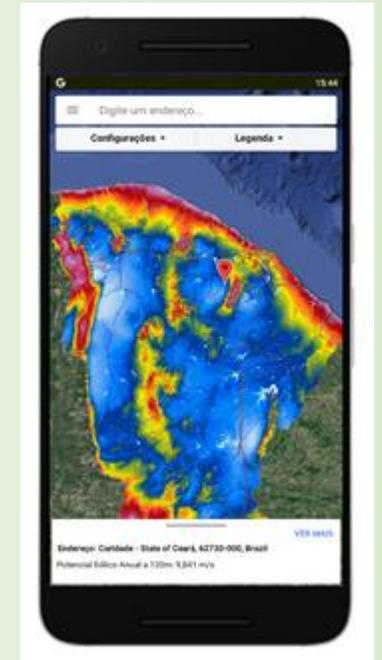
Cálculo Avançado

Consumo médio mensal de energia: 2500 kWh

COMPLEMENTARES: Sistema Elétrico

BAIXAR DADOS

App p/ smartphone



Ceará - Potenciais de energias renováveis

Potencial de Geração fotovoltaica

643 GW (Total)



Potencial de Geração Eólica

ONSHORE 94 GW
OFFSHORE 117 GW



Potencial Híbrido

137 GW



Ceará – Geração de Energia Renovável (MW)

TOTAL RENOVÁVEIS	EÓLICA	SOLAR	PCH	TOTAL
	3.669	5.823	9	9.501

OPERAÇÃO (em Operação)	EÓLICA	SOLAR	PCH	TOTAL
	2.094	132	-	2.226

CONSTRUÇÃO (Em Construção ou a iniciar)	EÓLICA	SOLAR	PCH	TOTAL
	465	2.102	9	2.576

DRO - Despacho de Registro de Outorga	EÓLICA	SOLAR	PCH	TOTAL
	1.110	3.589	-	4.699

Fonte: Epowerbay

Fonte: <http://atlas.adece.ce.gov.br>

Geração Eólica – Ceará 3ª posição em capacidade instalada

Capacidade instalada e Número de Parques por estado

UF	Potência (MW)	Parques
RN	5.154,2	182
BA	4.879,6	189
PI	2.275,9	79
CE	2.179,3	84
RS	1.835,9	80
PE	798,4	34
MA	426,0	15
SC	238,5	14
PB	157,2	15
SE	34,5	1
RJ	28,1	1
PR	2,5	1
TT	18.010,1	695

Evolução da Capacidade Instalada em MW



Os dados futuros apresentados no gráfico acima referem-se a contratos viabilizados em leilões já realizados e no mercado livre. Novos leilões vão adicionar mais capacidade instalada para os próximos anos.

O Ceará possui 84 parques eólicos;
2,2 GW de capacidade instalada;
Cerca de R\$ 10 bilhões investidos

Fonte: ABEEOLICA – fevereiro 2021

http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2021/02/2021_02_18_InfoVento19.pdf



ACADEMIA
CEARENSE DE
ENGENHARIA

Geração Solar – Ceará - Total Cadastrado

	LER 2014	2º LER 2015	2º LER 2016	A-4 2017	A-4 2018	A-4 2019	A-4 2020	A-4 2021	2021 x 2014 (%)	2021 x 2020 (%)
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
BA	4.334	6.049	3.155	4.758	5.212	6.109	6.645	12.063	178%	82%
CE	324	1.004	1.046	1.575	1.687	3.165	4.518	6.202	1814%	37%
MG	507	1.974	890	1.145	1.414	2.458	3.722	4.839	854%	30%
PI	1.231	2.909	2.057	3.354	3.815	3.165	5.465	4.287	248%	-22%
RN	1.155	3.315	1.640	2.978	3.359	4.628	4.416	4.204	264%	-5%
PE	1.152	1.625	887	1.201	1.123	1.993	2.606	3.622	214%	39%
OUT	2.087	4.077	3.713	3.341	3.411	4.735	1.295	6.635	218%	412%
TOTAL	10.790	20.953	13.388	18.352	20.021	26.253	28.667	41.852	288%	46%

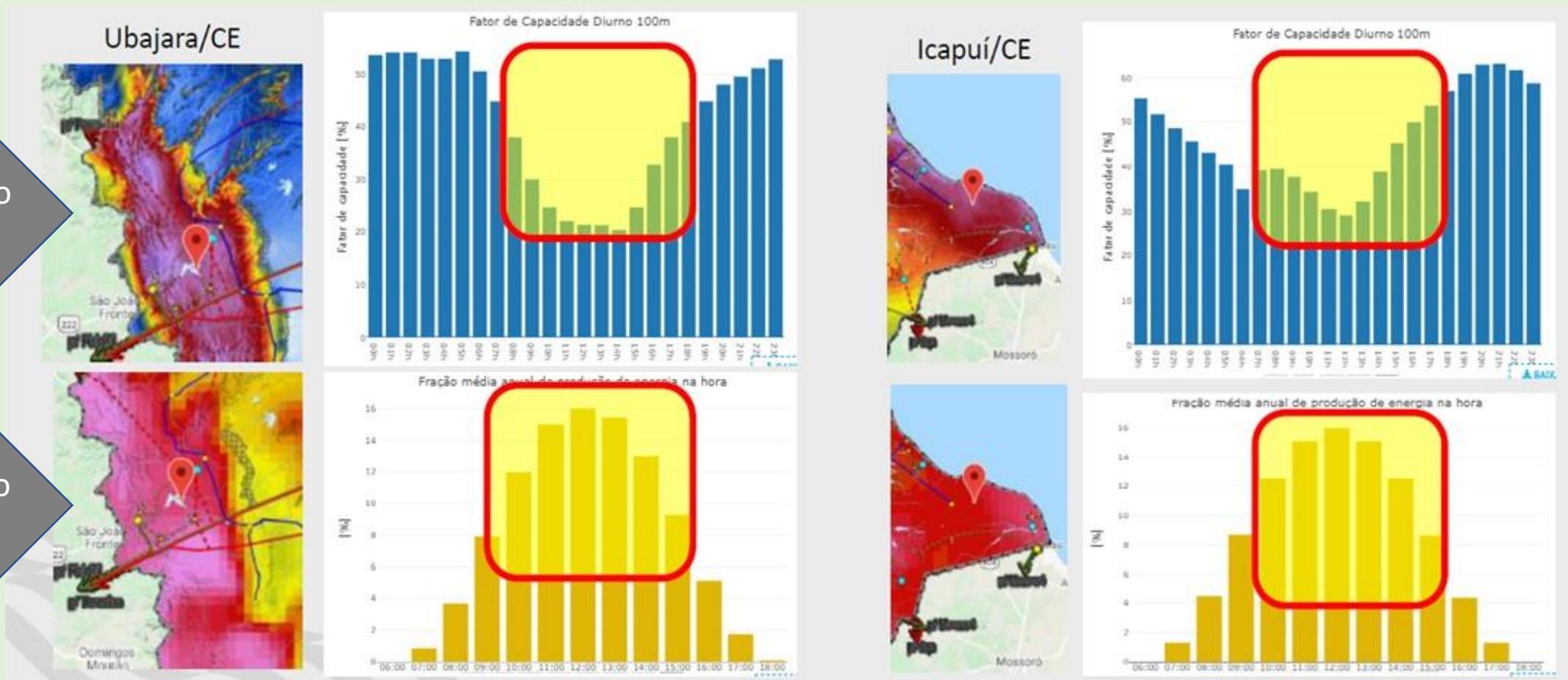
- ✓ O Ceará foi destaque nos leilões de energia solar fotovoltaica dos dois últimos anos, com 43,5% dos projetos contratados.
- ✓ Maior crescimento em relação ao total cadastrado em 2014.

Ceará: Complementaridade diária – eólica e solar

- Combinação eólica e solar - a condição ideal para a redução de custos na operação de eletrolizadores.

Produção Eólica

Produção Solar



Fonte: <http://atlas.adece.ce.gov.br>

Ceará – Qualidade do Potencial Eólico Offshore

Potencial: 117 GW (velocidades acima de 7m/s a 150m de altura)

Extensão da costa: 573 km

Área apta até 24 milhas náuticas: 19,5 mil km²

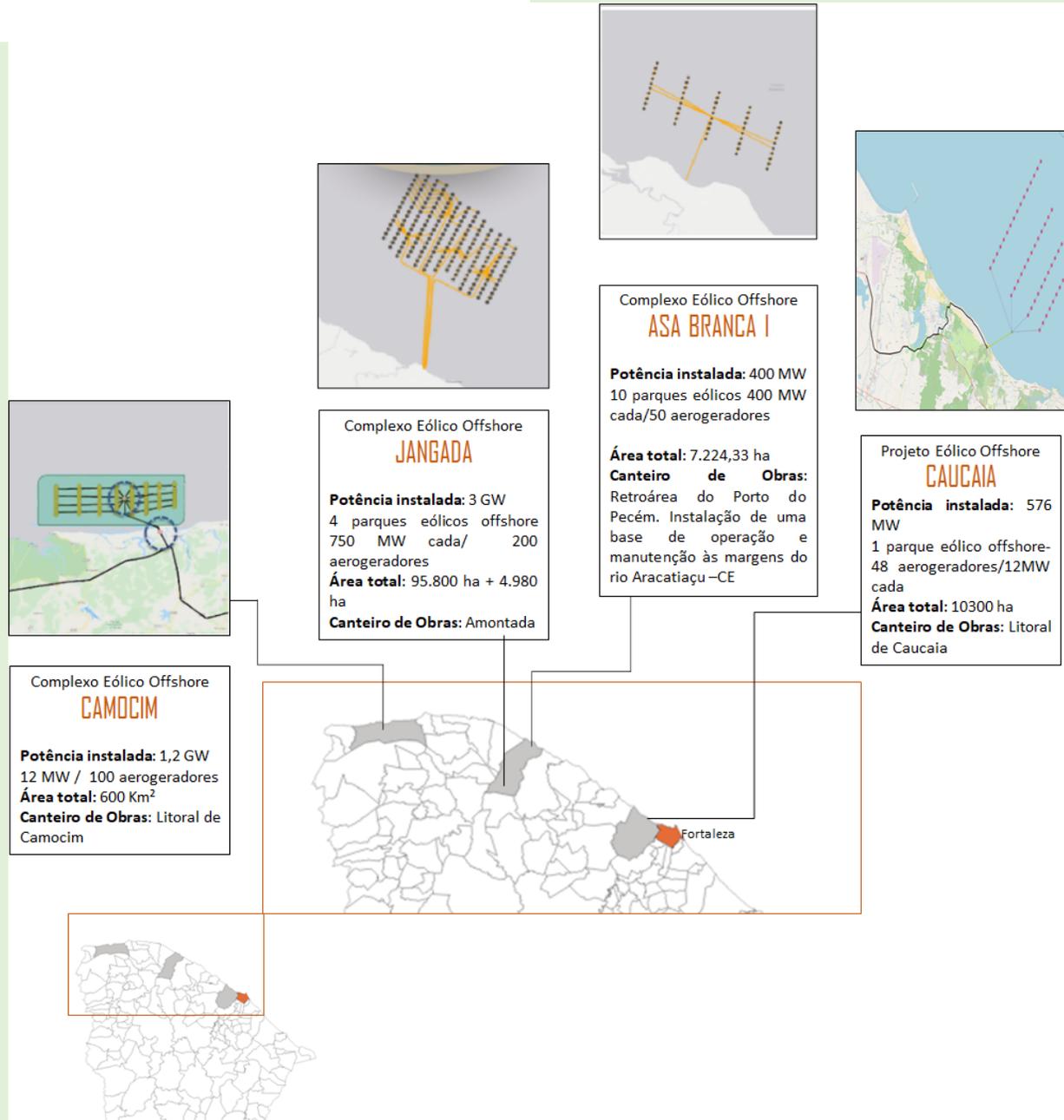
Profundidades até 20m: 13,3 mil km² (68%)

Velocidade média elevada: 8,5 a 9,0 m/s, estáveis e sem rajadas

Fator de capacidade médio: 62%



O Ceará na dianteira em projetos eólicos offshore



PROJETOS EÓLICOS OFFSHORE





ENERGIA EÓLICA – GRANDES EMPRESAS - MANUFATURAS



MingYang
(offshore)

Em avançada
negociação

The logo for Vestas, featuring the word "Vestas" in a bold, blue, italicized sans-serif font on a white circular background.

Vestas

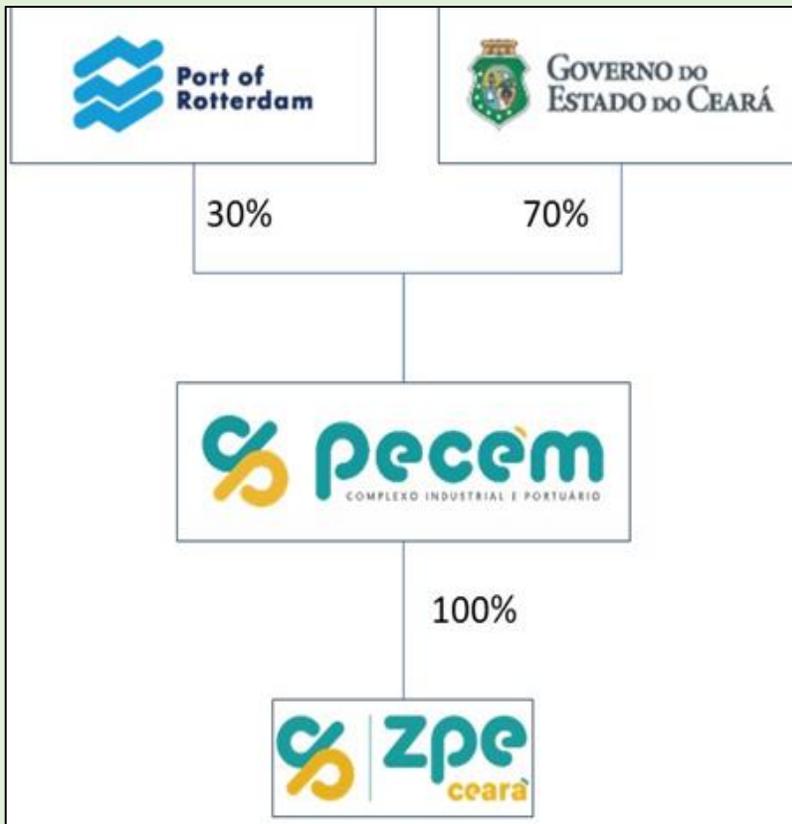
Vestas



Aeris

Vantagens Competitivas do Pecém

Parceria Estado & Porto de Roterdã



Porto



Zona de Processamento de Exportação (ZPE)



Área Industrial



Energias Renováveis e o HUB de Hidrogênio Verde do Ceará

Temas:

- A Transição Energética
- Energia Eólica
- Energia Solar
- Energias Renováveis no Brasil
- Geração Distribuída
- Armazenamento e Mobilidade Sustentável
- Energias Renováveis no Ceará
- O Hidrogênio Verde na Transição Energética
- Potencialidades para o Hidrogênio Verde no Ceará
- **HUB do Hidrogênio Verde do Ceará**
- Comitê Gestor Ceará H2V



O Ceará na dianteira do Hidrogênio Verde



A nova fronteira energética mundial

*“A vocação natural do Ceará é se tornar um **player** de porte **global** na **produção**, **exportação** e **distribuição** de **Hidrogênio Verde** para uso nos diversos setores da economia, tais como a **indústria** e **meios de transporte**, contribuindo assim com a **redução dos níveis globais de CO2** e com o **desenvolvimento sócio-econômico, tecnológico e meio-ambiental do Estado.**”*

Infraestrutura adequada para o Hub do H2V



- 1 **Infraestrutura portuária** com novos berços de atracação em área de futura ampliação portuária com capacidade e calado operacionais adequados às operações de H2V;
- 2 **Rede elétrica** robusta com infraestrutura de linhas de transmissão compatível com as demandas das usinas de eletrólise;
- 3 **Rede de distribuição de gás** que conecta todo o Complexo, desde o Terminal Portuário (píer 2) até as áreas industriais, que pode ser utilizada para o transporte de H2 verde entre as áreas de produção e consumo industrial;
- 4 **Empresas industriais instaladas** são potenciais consumidoras de H2V;
- 5 **Mais de 3.600 ha de área industrial disponíveis**, incluindo a **Zona de Processamento de Exportação** com incentivos fiscais especiais.

Área já identificada com mais de 200 ha com potencial para produção de H2, devido: (1) à proximidade do porto; (2) ser área de ZPE; (3) à proximidade com o sistema centralizado de reserva de água bruta; e (4) à posição favorável para conexões com o Sistema Elétrico de extra-alta tensão (500kv).

- Diretriz Gasoduto Terrestre
- Diretriz Gasoduto Aéreo
- Diretriz Gasoduto “Desativado”
- Faixa Linha de Transmissão 500kV
- Faixa Linha de Transmissão 230kV
- Faixa Linha de Transmissão 13.8kV
- Faixa Linha de Transmissão 69kV

Cadeia de Valor do Hidrogênio Verde no Complexo do Pecém

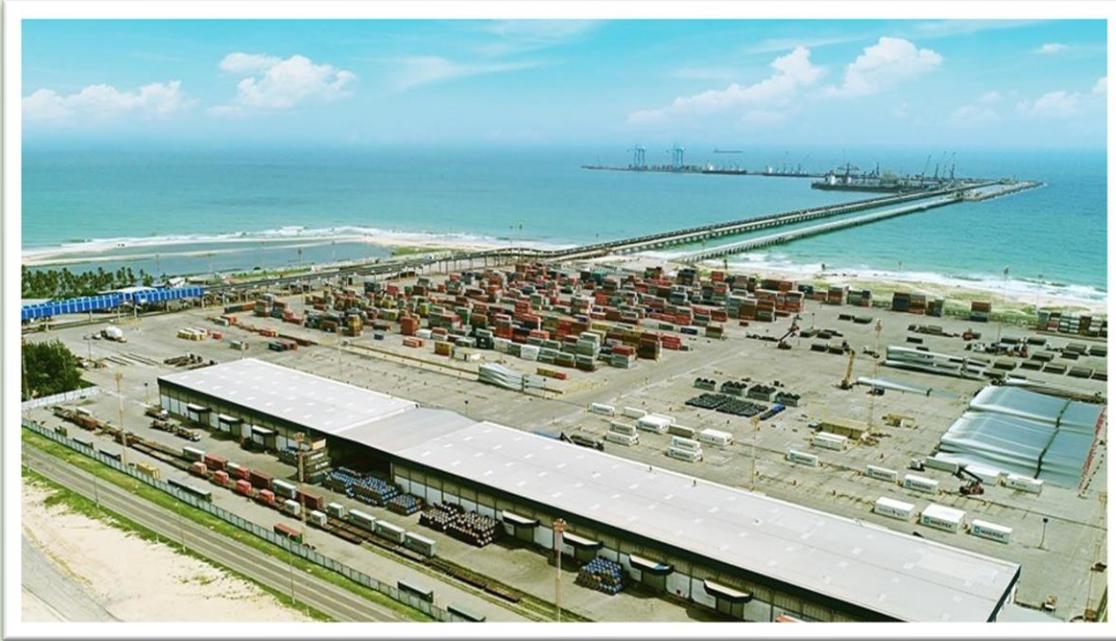


Que podem ser instaladas no Complexo do Pecém

*LOHC: Liquid Organic Hydrogen Carrier

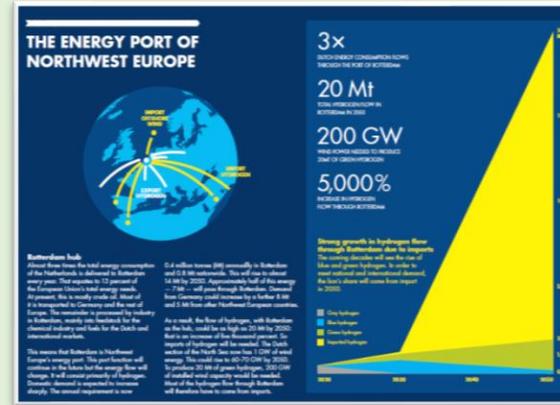
A cadeia de valor do hidrogênio verde abrange a geração de energia renovável, a sua produção, armazenamento, distribuição e consumo

Corredor de H2V Pecém – Porto de Roterdã



O Porto do Pecém será a Porta de Saída para o H2 Verde produzido no Brasil e o Porto de Roterdã será a Porta de Entrada na Europa.

Porto de Roterdã O Maior Porto de Energia da Europa



- Até 2023, estará em operação no Porto de Roterdã um sistema que combina produção e consumo de H2V e infraestrutura para distribuição aos demais países da Europa. Os dutos irão até a Bélgica e a Alemanha.

- Principais atividades até 2023:
 - Dutos;
 - Parque de produção;
 - Terminal de importação;
 - Eletrolisadores de 150 a 250 MW instalados pela Shell;
 - Transporte: 500 caminhões a H2 até 2025.

- O Porto de Roterdã quer se tornar o maior Porto de Energia da Europa:
 - 3x mais fluxo de Energia;
 - 20 Mt de fluxo de H2V até 2050;
 - 200 GW de eólica para a produção dos 20 Mt de H2V;
 - 5.000% de crescimento do fluxo de H2 no Porto.

- Cooperação internacional para garantir uma cadeia de valor bem sucedida de importação/exportação.



Energias Renováveis e o HUB de Hidrogênio Verde do Ceará

Temas:

- A Transição Energética
- Energia Eólica
- Energia Solar
- Energias Renováveis no Brasil
- Geração Distribuída
- Armazenamento e Mobilidade Sustentável
- Energias Renováveis no Ceará
- O Hidrogênio Verde na Transição Energética
- Potencialidades para o Hidrogênio Verde no Ceará
- HUB do Hidrogênio Verde do Ceará
- **Comitê Gestor Ceará H2V**



Comitê Gestor Ceará H2V

- Com o MoU assinado entre as partes foi instituído um Comitê Gestor multidisciplinar que tem como objetivo a coordenação das ações dentro do Estado para a implantação de um HUB de Hidrogênio Verde no Ceará;
- O Comitê Gestor é composto pelas entidades abaixo:
 - **Governo do Estado do Ceará;**
 - **Federação das Indústrias do Estado do Ceará – FIEC**
 - **Universidade Federal do Ceará – UFC; e,**
 - **Complexo Industrial e Portuário do Pecém – CIPP**
- Cada entidade se compromete a direcionar suas potencialidades para o alcance do objetivo e, este Grupo de Trabalho estabelece a governança da iniciativa dentro do Estado.



UFC

69



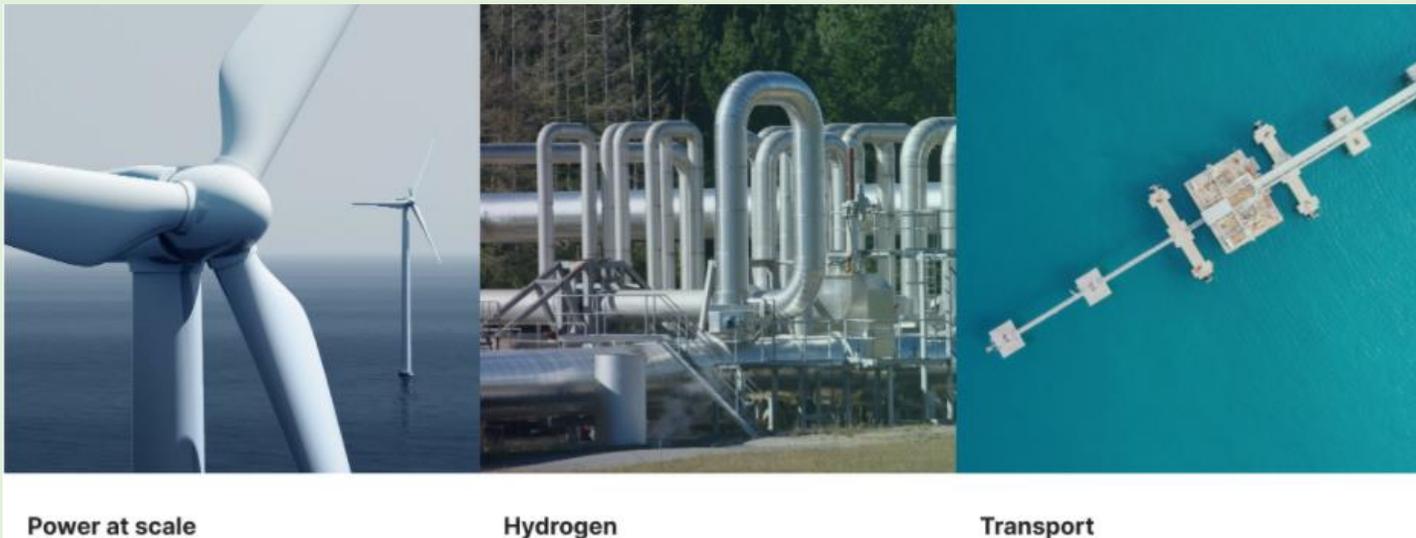
**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**
*Secretaria do Desenvolvimento
Econômico e Trabalho*



ACADEMIA
CEARENSE DE
ENGENHARIA

MoU Governo do Ceará – ENEGIX Energy

- O Governo do Estado e o Complexo do Pecém estão negociando Memorandos de Entendimentos (MoUs) com diversos players interessados no HUB de H2V do Ceará.
- O primeiro MoU assinado entre o Estado do Ceará e a empresa australiana ENEGIX Energy.
- A ENEGIX Energy anunciou a maior planta hidrogênio verde do mundo a ser construída no Ceará.
- Projeto Base One da ENEGIX:
 - ✓ 600 milhões de kg de hidrogênio verde de produção anual
 - ✓ 3,4 GW de energia renovável de carga de base.
 - ✓ US \$ 5,4 bilhões de investimento

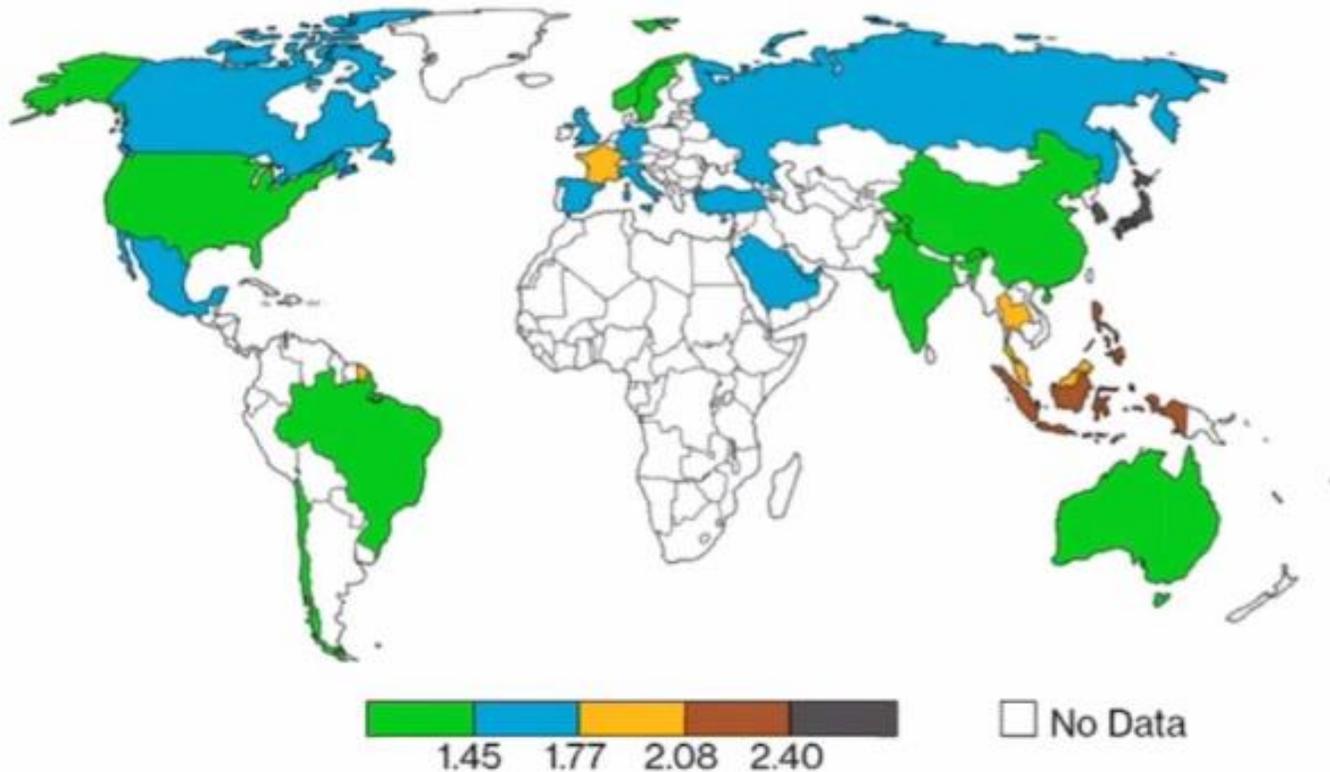


O Brasil em destaque no Mapa do H2V

Low end of the cost curve...

Competing on Cost

Projected green hydrogen production costs by 2030 (\$/kg)

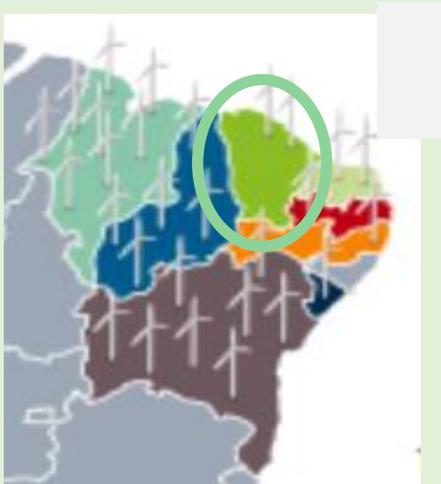


Source: Bloomberg NEF

Levelised cost of Hydrogen assuming optimizing projection for alkaline electrolyzer costs

Fonte: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-03-07/saudi-arabia-s-plan-to-rule-700-billion-hydrogen-market?sref=1cqsoyDu>

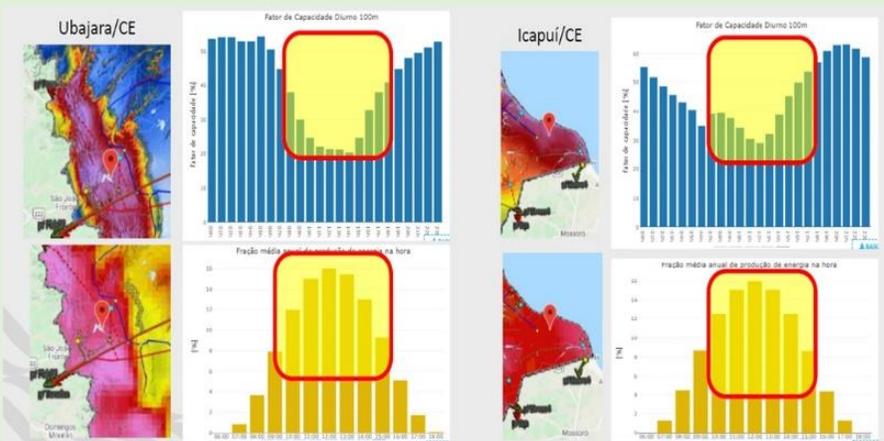
Os tesouros do Ceará



Imenso Potencial de Energia Renovável / Abundância e Baixo Custo de Eletricidade

Localização Privilegiada Baixo Custo de Logística

Parceria Estratégica para Exportação de H2V



Complementaridade Diária Solar + Eólica = 50%/50% Condição Ideal para Eletrolizadores



Complexo Industrial do Pecém Mercado consumidor de H2

Muito Obrigado

Jurandir Picanço
jurandirpicanco@uol.com.br