



Energias Renováveis (Eólica, Solar, Geotérmica, Marés)



José Carlos de Miranda Farias
Diretor-Presidente

Conferência Internacional Água e Energia: Novas Abordagens Sustentáveis – 28/07/2016

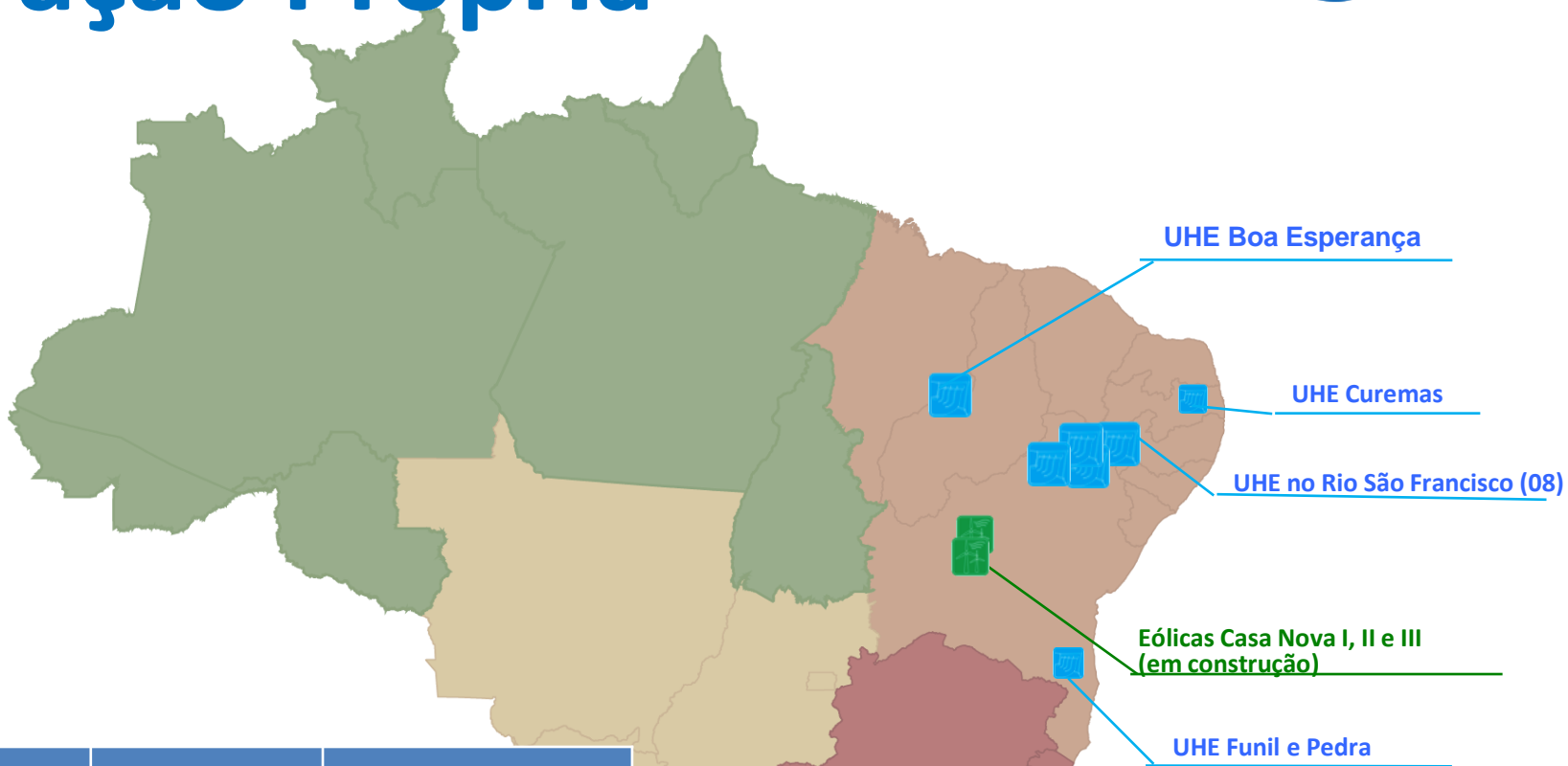


Quem somos

Concessionária de geração e transmissão de energia elétrica, de capital aberto e economia mista, criada pelo Decreto-Lei nº 8.031/45 e **constituída em 15/03/1948**, tendo como principal acionista a Eletrobrás (99,6% das ações)

**UHE Angiquinho 1,2 MW
1913**

Geração Própria



Fonte	Nº Usinas	Potência (MW)
Hidrelétrica	12	10.262
Eólica	3	232



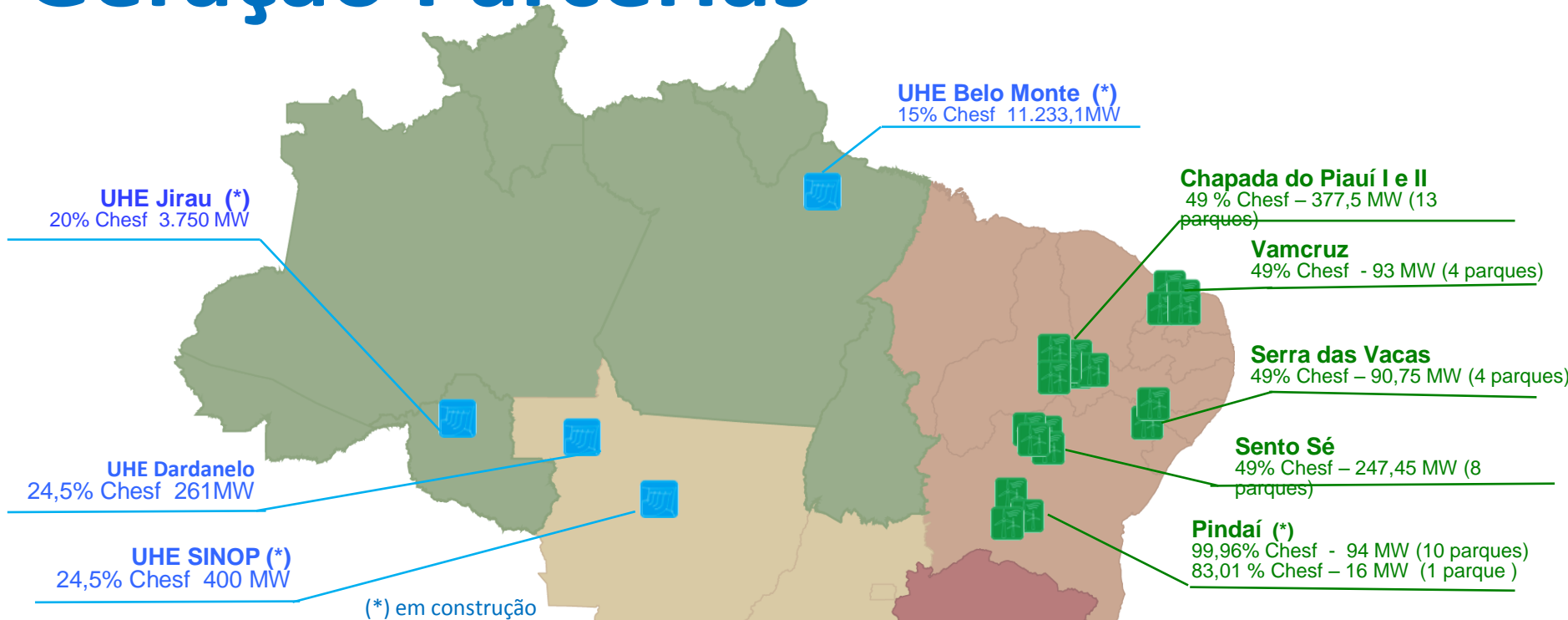
Hidrelétrica



Eólica



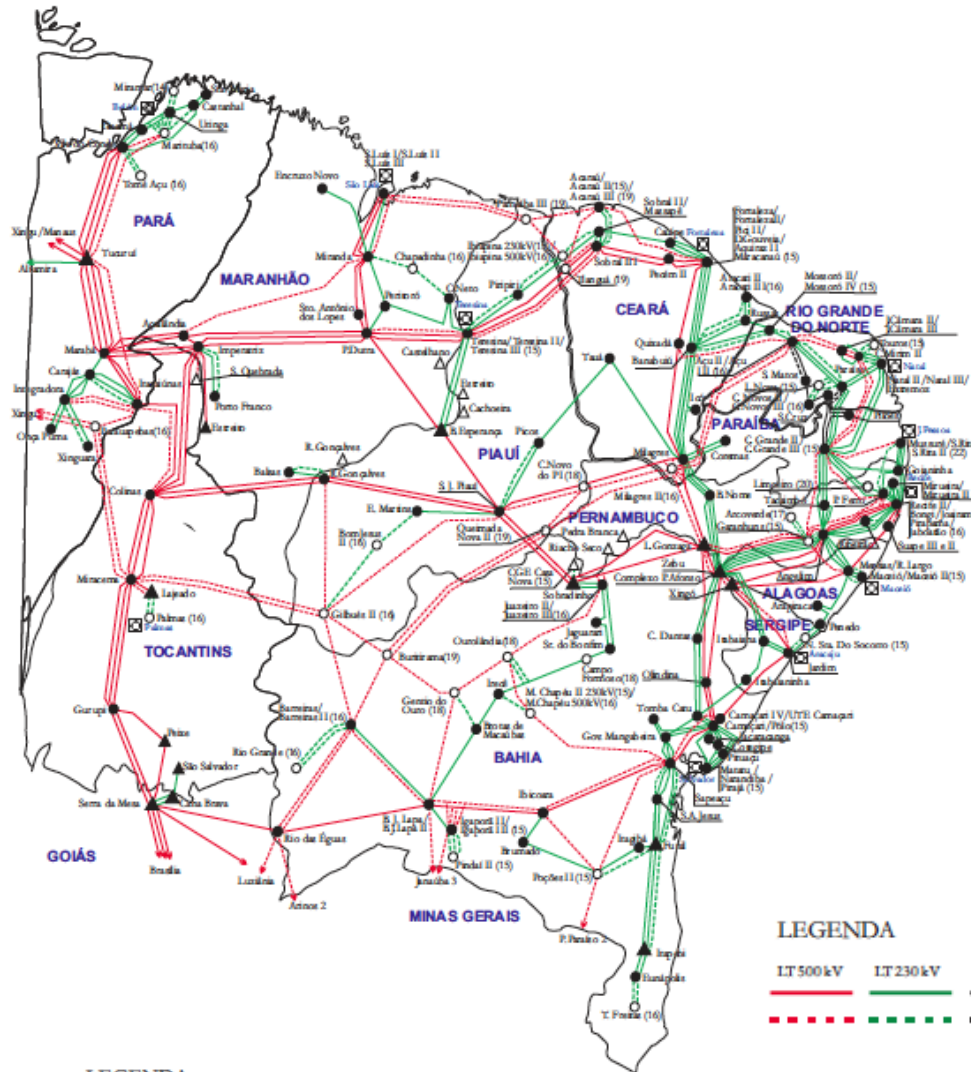
Geração Parcerias



Fonte	Nº Usinas	Potência (MW)	Invest. %
Hidrelétrica	4	15.644	16
Eólica	29	808,7	49
	11	110,0	>97%

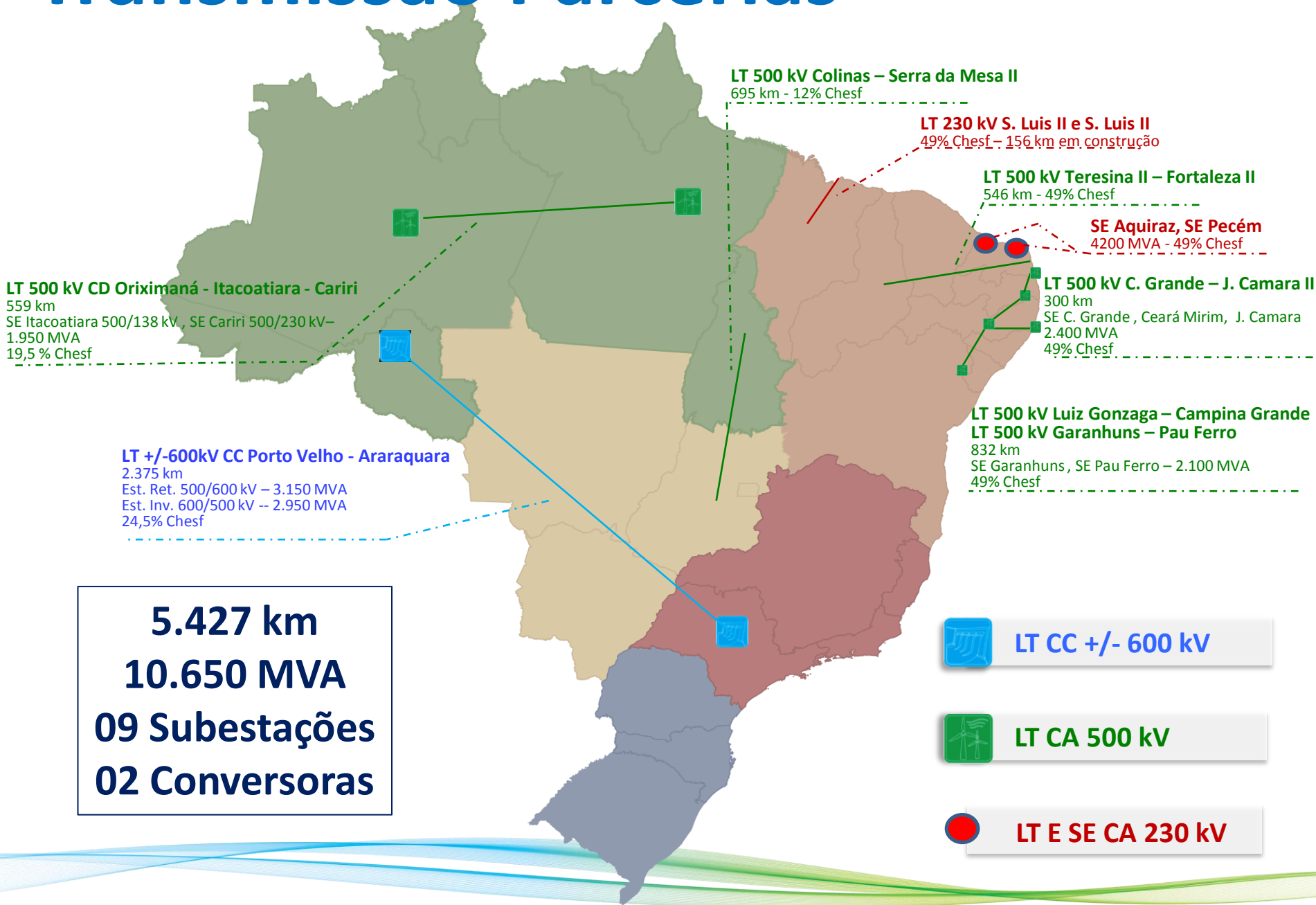


Transmissão Própria



19.975 km (16% do BR)
54.129 MVA
119 Subestações

Transmissão Parcerias



Tecnologias

Hidroeletricidade



Biomassa



Eólica



Solar Fotovoltaica



Solar Heliotérmica



Tecnologias

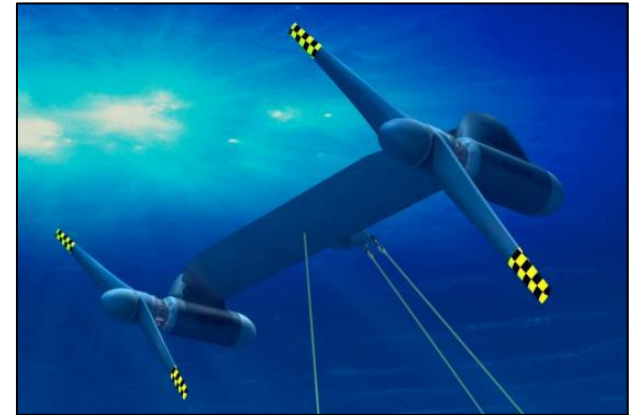
Geotérmica



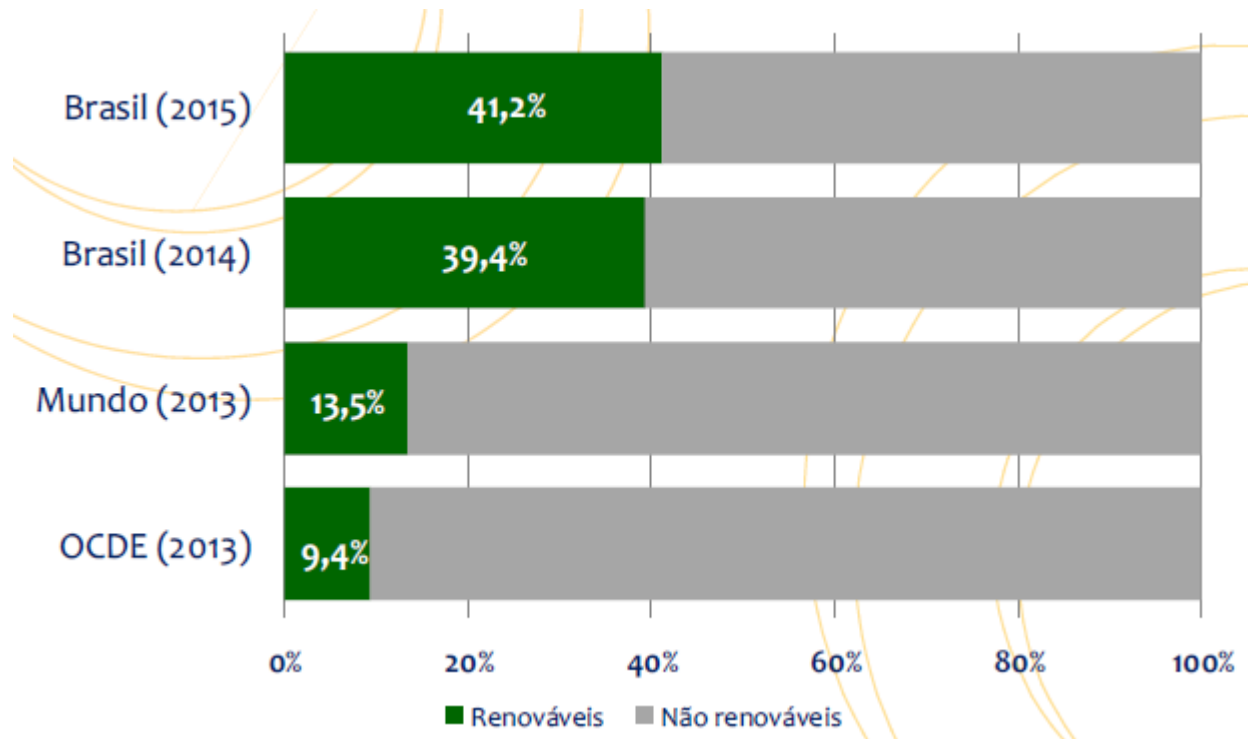
Energia das Ondas e Marés



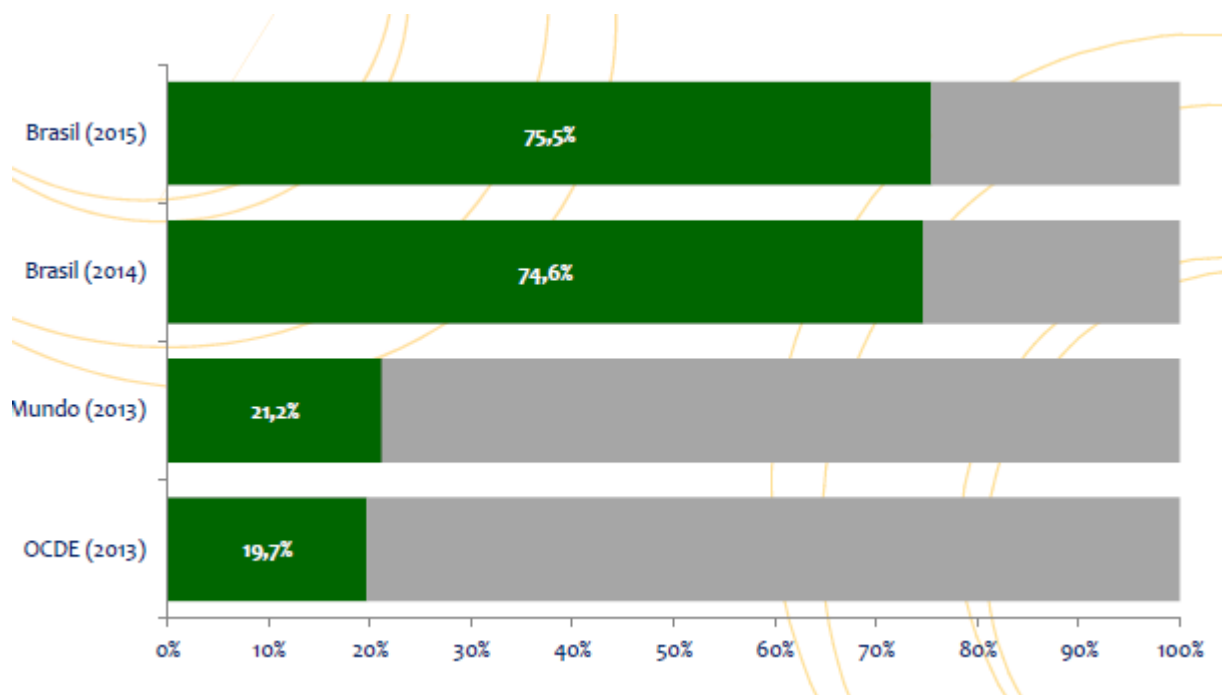
Energia Oceânica



Participação de Renováveis na Matriz Energética Brasileira



Participação de Renováveis na Matriz Elétrica Brasileira



Participação de Renováveis na matriz elétrica Brasileira:
2013: 78,3%
2012: 84,5%
2011: 88,9%

Matriz Elétrica Brasileira

Fonte de Geração de Energia	Capacidade Instalada	
	MW	%
Hídrica	92.671,0	61,3
Eólica	8.795,7	5,8
Fóssil (Carvão Mineral, Gás Natural, Petróleo, outros fósseis)	26.212,8	17,3
Nuclear (Urânio)	1.990,0	1,3
Biomassa (Agroindustriais, Biocombustíveis Líquidos, Florestas, RA, RSU)	13.425,0	8,9
Solar	23,0	-
Importação (Paraguai, Argentina, Venezuela, Uruguai)	8.170,0	5,4
Total	151.287,5	100,0

Geração Elétrica¹ (GWh)

FONTE	2015	%	2014	%
Hidrelétrica	359.743	61,9%	373.439	63,2%
Gás Natural	79.490	13,7%	81.073	13,7%
Biomassa ²	47.394	8,2%	44.987	7,6%
Derivados do Petróleo ³	25.662	4,4%	31.529	5,3%
Nuclear	14.734	2,5%	15.378	2,6%
Carvão Vapor	19.096	3,3%	18.385	3,1%
Eólica	21.625	3,7%	12.210	2,1%
Solar Fotovoltaica	59	0,0%	16	0,0%
Outras ⁴	13.682	2,4%	13.524	2,3%
Geração Total	581.485	100%	590.541	100%

1 - Inclui geração distribuída;

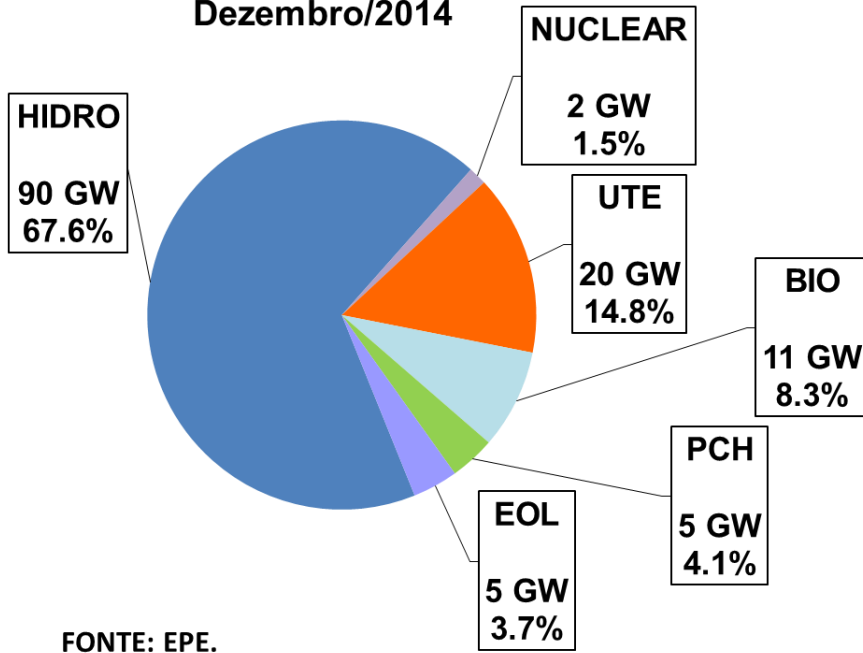
2 - Inclui lenha, bagaço de cana e lixo;

3 - Inclui óleo diesel e óleo combustível;

4 - Inclui outras fontes primárias, gás de coqueria e outras secundárias.

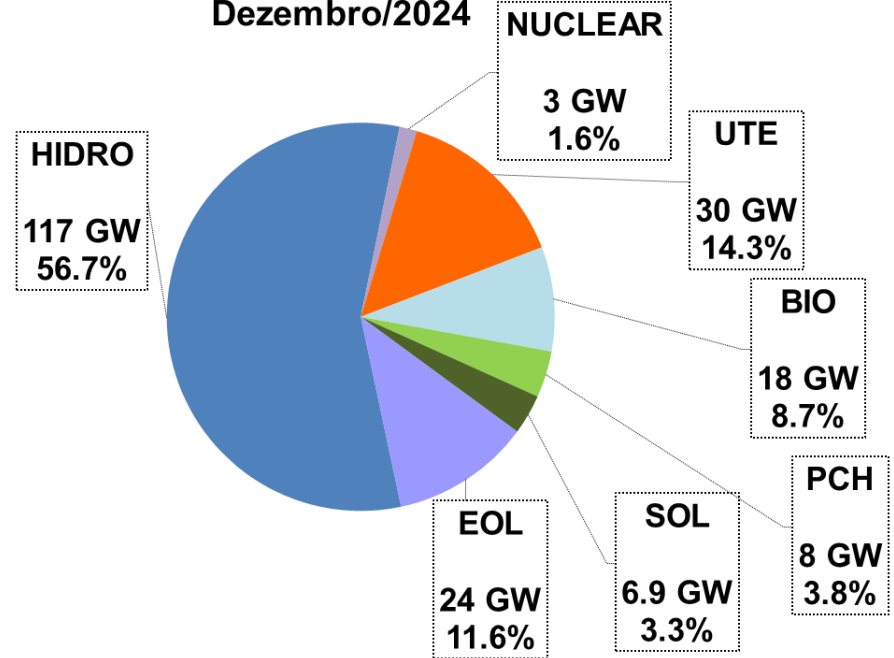
PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA 2024

Participação das Fontes de Geração
Dezembro/2014



Total = 133 GW

Participação das Fontes de Geração
Dezembro/2024



Total = 207 GW

Obs1: Inclui importação

Obs2: Não considera autoprodução

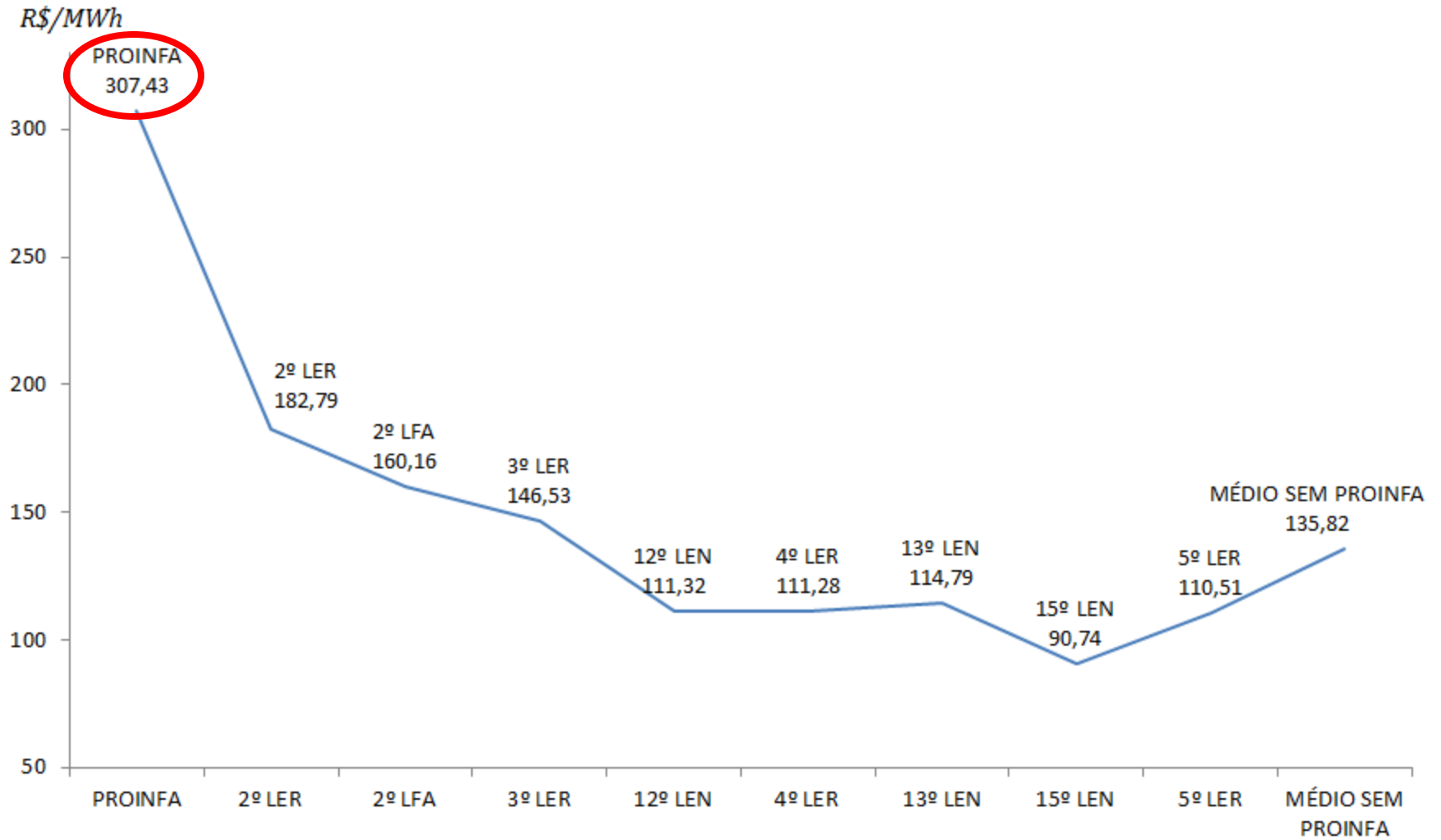
Fonte: PDE MME/EPE

Leilões de Energias Renováveis - Eólica Chesf

Leilões de Eólica	Data de Realização do Leilão	Data de Entrada em Operação	Brasil (MWinst)	Nordeste (MWinst)	Sul (MWinst)
PROINFA			965,00	805,53	159,17
LER – 2009	14/12/2009	01.07.2012	1.805,70	1.619,70	186,00
LER – 2010	25/08/2010	01.09.2013	528,20	508,20	20,00
LFA - 2010	26/08/2010	01.01.2013	1.519,60	1.293,80	225,80
12º LEN (A-3) – 2011	17/08/2011	01.03.2014	1.067,60	575,60	492,00
4º LER - 2011	18/08/2011	01.07.2014	861,10	728,70	132,40
Leilão A-5 - 2011	20/12/2011	01.01.2016	976,50	856,90	119,60
15º LEN (A-5) – 2012	14/12/2012	01.01.2017	281,90	253,90	28,00
LER – 2013 (somente eólica)	23/08/2013	01.09.2015	1.505,20	1.424,70	80,50
LEN (A-3) - 2013	18/11/2013	01.01.2016	867,60	541,00	326,60
2º LEN (A-5) - 2013	13/12/2013	01.05.2018	2.337,80	2.185,80	152,00
19º LEN (A-3) - 2014	06/06/2014	01.01.2017	551,00	503,00	48,00
LER - 2014	31/10/2014	01.10.2017	769,10	769,10	---
LEN (A-5) - 2014	28/11/2014	01.01.2019	925,95	925,95	---
LFA - 2015	27/04/2015	01.07.2017	90,00	90,00	---
Leilão A-3 - 2015	21/08/2015	01.01.2018	538,80	538,80	---
2º LER - 2015	13/11/2015	01.11.2018	548,00	548,00	---
Leilão A-5 - 2016	29/04/2016	01.01.2021	---	---	---
			16.139	14.169	1.970

Total com o Ambiente Livre – 18.800 MW

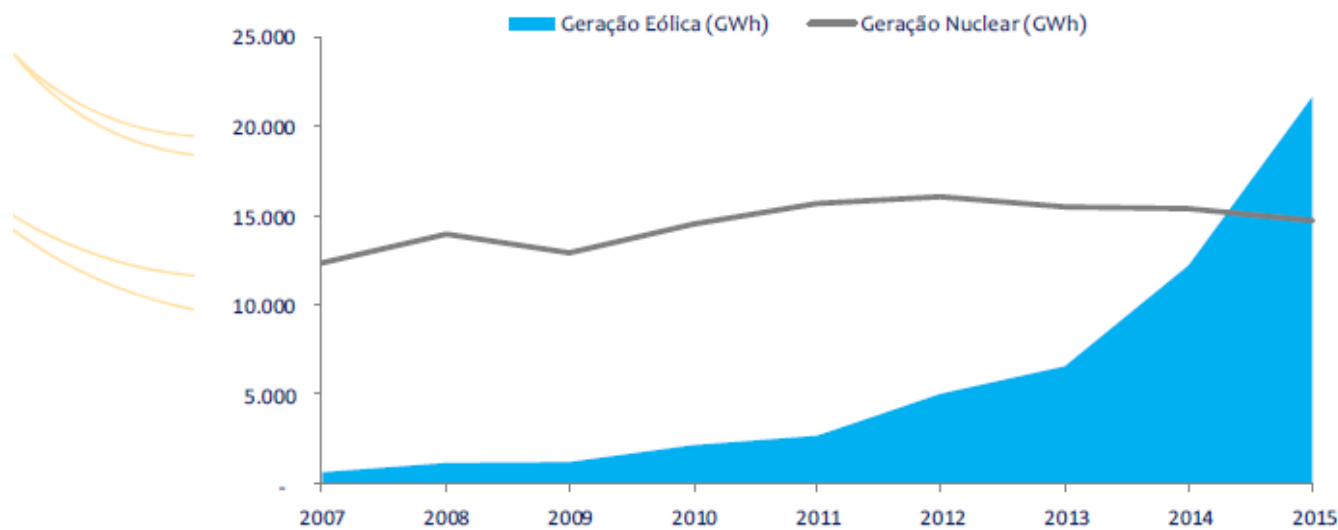
Preços da Energia Eólica no PROINFA e Leilões Chesf



Obs: dados atualizados para o IPCA de julho de 2013

Evolução da Geração Eólica no Brasil

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Δ 15/14
663	1.183	1.238	2.177	2.705	5.050	6.578	12.210	21.625	77,11%



Fonte: BEN - 2016

Em 2015, a geração eólica ultrapassou a geração nuclear.

27 AUGUST 2010
www.rechargenews.com

Latin America wind 19



RECHARGE A future wind farm site provides a home and work for Maria Vilma Martins Batista's family

How the rich coastal breezes could energise the poverty-stricken region

CHRISTIANA SCIAUDONE

Rio Grande do Norte is known for mango and coconut cultivation, fishing and shrimp. The shrimp industry, however, has been a ghost of what it once was since US demand dropped off severely, something locals blame on the global economic crisis.

The towns along the roads leading to Bioenergy's future wind farm sites are quiet enough that residents lounging at their doorsteps watch the cars that go by attentively.

The wind buzz has generated some jobs and lots of hope in this poverty-stricken region of the Northeast. Things have started looking up, and a recent study has found that poverty in the region has fallen from 34% to 20% since 1995.

Local resident Mario Sérgio da Silva Elias, a former shrimp-farm manager, has been hired as the manager of two Bioenergy wind farms.

He spends his days on the unpaved, rocky, red-dirt roads

that lead to the two sites under his care. The facilities will be laid out on moving sand dunes, which is the case for many local wind developments.

Maria Vilma Martins Batista lives in the town of Pedra Grande, on land where one of the Bioenergy wind farms will be built, 100 metres from the ocean. Her husband works as a security guard at the site.

her town prosper. "I hope I'll be buried here," she says. But if the jobs do not come, they will have to move on.

The other wind farm under Elias' management is a couple of hours away in Caieira, a fishing village of about 1,000. Elias says the local families have few resources, and Bioenergy is committing itself to building infrastructure and providing work for them.

The Caieira wind farm will be built on leased land where an Italian entrepreneur built a single-storey hotel that he operated for about six months before closing it.

Elias seems pleased to see the wind industry booming.

"We had the moment of chicken, the moment of shrimp, and now it's the moment of wind"

MARIO SÉRGIO DA SILVA ELIAS

RECHARGE We had the moment of chicken, we had the moment of shrimp, now it's the moment of wind"

RECHARGE Batista has never seen a wind turbine before, although the Rio do Fogo project is just an hour's drive away.

She is aware that the construction will not create permanent jobs, but she is hoping factories will follow with related services and the commerce that would make

have to be very careful with the type of ecosystem in that region to not commit any infraction against the legislation."

But it is doable, as existing wind farm developers have learned. Semi-private state oil company Petrobras led the way in 2003 when it built the 1.8MW Macau wind farm with three 600kW Wobben Windpower turbines.

In 2006, Iberdrola Renovables started to operate the 49.63MW Rio do Fogo farm with 22 900kW turbines from Wobben, which has factories in the states of São Paulo and Ceará.

Rio do Fogo was built under the government's alternative-energy programme. Prorift, the first major step in wind-power development, offering rates of about R\$260 (\$148) per MWh.

It was the first Latin American wind farm to be built using con-

crete, and has the most towers of any site in Brazil, says Dalader Bernardino de Oliveira, operations and maintenance engineer at Iberdrola.

The company built a 55km transmission line to an existing substation and secured a 20-year lease on 550 hectares, which belong to Irecia, the National Institute for Colonisation and Agrarian Reform.

High winds blow from August to October in the region, where the average annual wind speed is 7.9 metres per second.

Newcomer Bioenergy is building 12 wind farms to the north of the state capital, Natal, just beyond where football stars Pelé and David Beckham are involved in building resorts.

Bioenergy, a São Paulo-based company, is building 1623MW, which were sold at the December wind tender at an average rate of R\$152/MWh, and 200MW sold in a private deal with utility Centig for R\$145/MWh.

The group will invest in its own connections for all its wind farms, as it deems the government's substation and transmission plans too expensive. This investment will benefit any future wind farms it builds; and the company is planning to contract 300MW this year. By 2017, Bioenergy hopes to have 4GW of wind power installed.

No turbine maker has been chosen yet by Bioenergy, which is among the last companies from the 1.8GW tendered in 2009 still to close a deal.



RECHARGE Mario Sérgio da Silva Elias at a disused hotel site, where he will manage a wind farm

Energia Eólica transforma sudoeste da Bahia

Charles Fernandes, prefeito de Guanambi, conta como foi a chegada da Renova: "A partir de 2007, a economia da cidade tomou um novo rumo, com a proposta da energia eólica", explica. ...

Mas para que a cidade pudesse aproveitar na totalidade os benefícios da cadeia industrial eólica, foi necessário que a prefeitura investisse na realização de cursos profissionalizantes para qualificação de operários dos canteiros de obras, como pedreiros e tratoristas. ...

Quem também iria se transformar em personagens da chegada da energia eólica no sudoeste baiano seriam pessoas como Terezinha Costa, uma guanambiense de 45 anos que vivia da plantação de palma ou Leôncio Carvalho, que criava gado e plantava milho e feijão.

Dona Terezinha e seu Leôncio eram donos de terras sem valor econômico algum, mas que davam acesso a área de lay-down dos parques, que é aonde se implantam as torres. Com o arrendamento dessas terras, os proprietários recebem em torno de R\$ 5.500 por ano por aerogerador que fica nos seus terrenos. O pagamento é feito mensalmente, por meio de depósito bancário, feito desde janeiro de 2011, início das obras.

Pedro Aurélio Teixeira, da Agência CanalEnergia, de Guanambi (BA) 20/04/2012



Leilões de Energias Renováveis - Solar

Leilões de Solar Fotovoltaica	Data de Realização do Leilão	Data de Entrada em Operação	Brasil (MWinst)	Nordeste (MWinst)	Sudeste (MWinst)
LER - 2014	31/10/2014	01.10.2017	889,66	529,66	360,00
1º LER – 2015	28/08/2015	01.08.2017	833,80	678,80	155,00
2º LER - 2016	28/10/2016	01.11.2018	929,34	564,34	365,00
			2.653	1.773	880

Leilões de Energias Renováveis - Biomassa

Leilões de Biomassa	Data de Realização do Leilão	Data de Entrada em Operação	Brasil (MWinst)	Nordeste (MWinst)	Sudeste / Centro Oeste (MWinst)	Sul (MWinst)
1º LFA - 2005	16/12/2005	01.01.2010	432,00	---	402,00	30,00
1º LER - 2008	14/08/2008	01.01.2010	1.320,00	---	1.320,00	---
2º LFA - 2010	26/08/2010	01.01.2013	65,00	---	65,00	---
3º LER - 2010	25/08/2010	01.09.2013	647,90	---	647,00	---
3º LFA - 2015	27/04/2015	01.01.2016	389,40	---	389,40	---
4º LER - 2011	18/08/2011	01.07.2014	357,00	---	357,00	---
12º LEN - 2011	17/08/2011	01.03.2014	197,80	---	197,80	---
13º LEN - 2011	20/12/2011	01.01.2016	100,00	---	100,00	---
16º LEN - 2013	29/08/2013	01.01.2018	647,00	300,00	347,00	---
18º LEN - 2013	13/12/2013	01.05.2018	145,00	16,80	128,20	---
20º LEN - 2014	28/11/2014	01.01.2019	611,00	---	611,00	---
21º LEN - 2015	30/04/2015	01.01.2020	61,40	---	61,40	---
22º LEN - 2015	21/08/2015	01.01.2018	28,50	---	28,50	---
23º LEN - 2016	29/04/2016	01.01.2021	198,40	---	198,40	---
			5.200,40	316,80	4.852,70	30,0

Potencial por Fonte Renovável no Brasil

Fonte	Geração (MW)
Hidráulica	261.000
Biomassa	104.900
Eólica	350.000
Solar FV	1.773.933
Termossolar	177.393

Potencial de biomassa considera a plantação de cana-de-açúcar em uma área de 0,15% do país

Potencial solar médio do Brasil de 5 kWh/m² dia

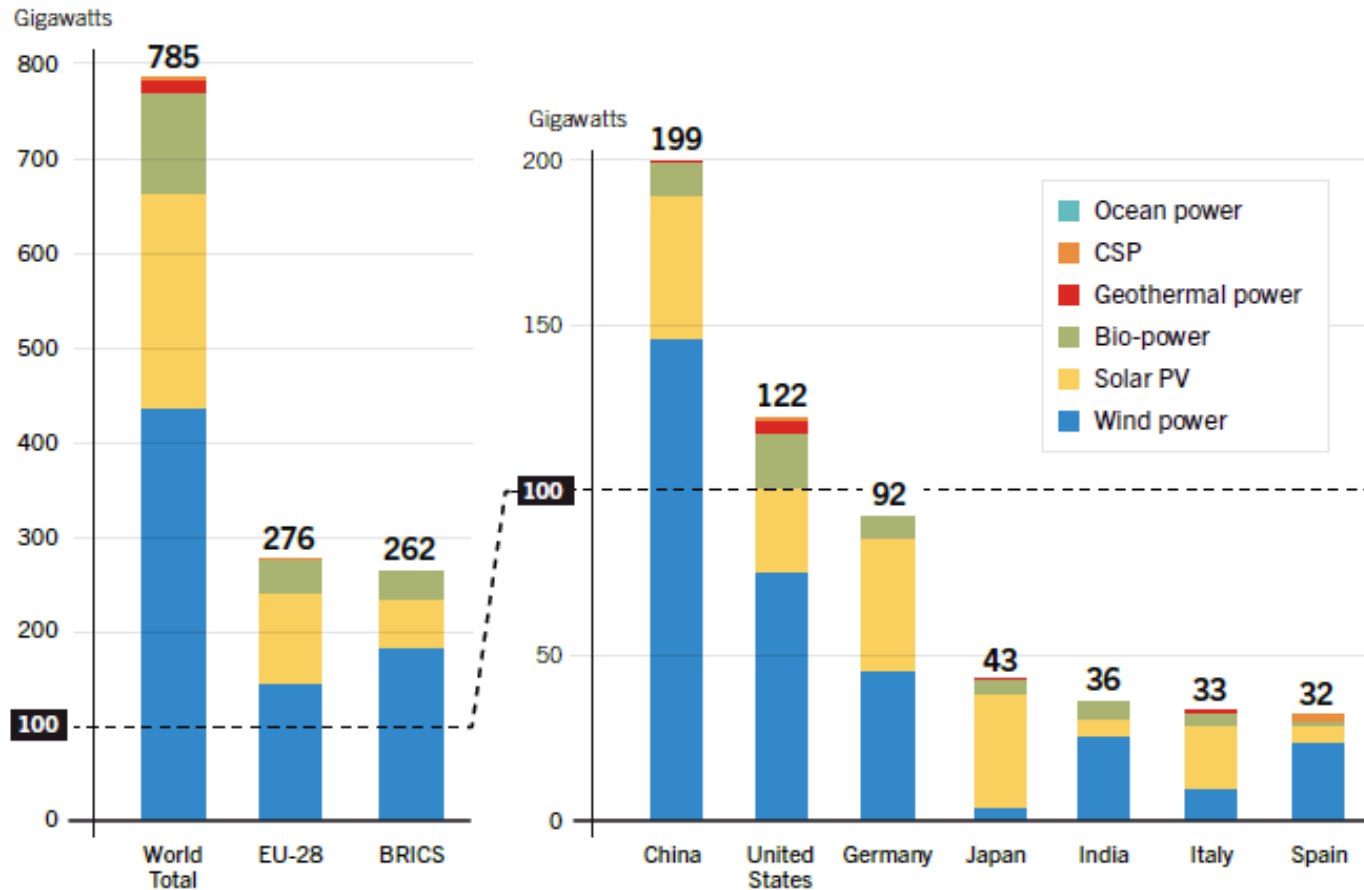
Potencial da energia fotovoltaica considera área de 0.1% do país

Potencial termossolar considera área de 0.01% do país

Potência Instalada com Energias Renováveis

Mundo, Comunidade Europeia e BRICS

Países com os maiores resultados

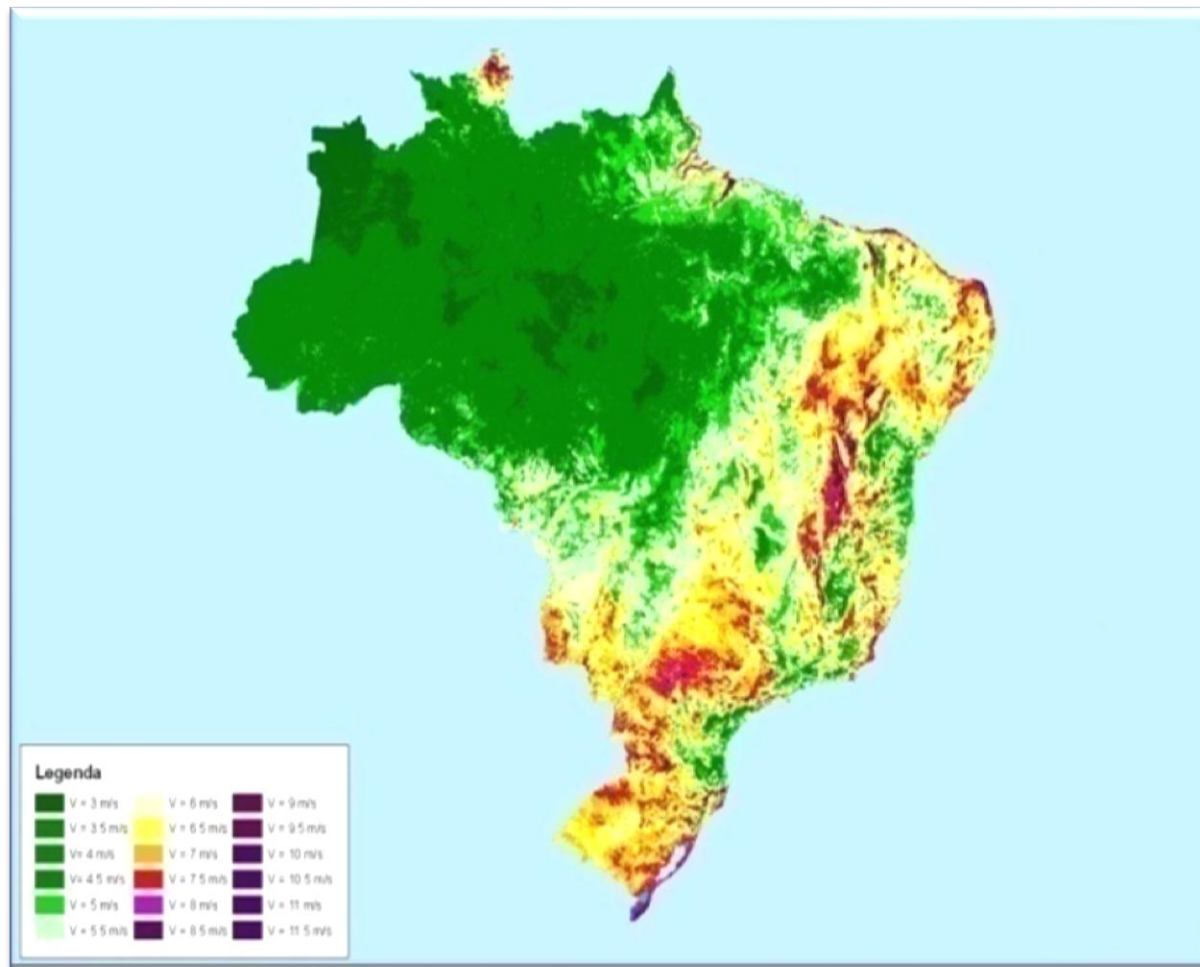


BRICS: Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul

Não inclui Hidroeletricidade

Fonte: REN21 – Global Status Report

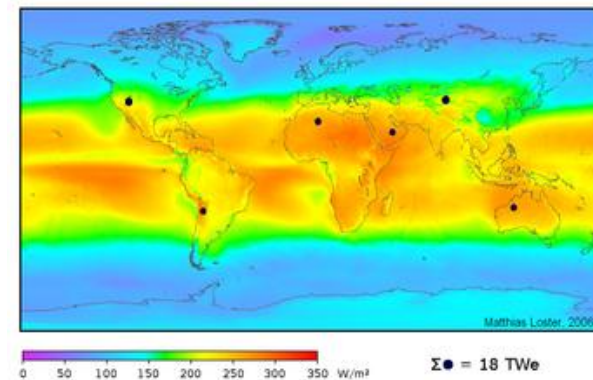
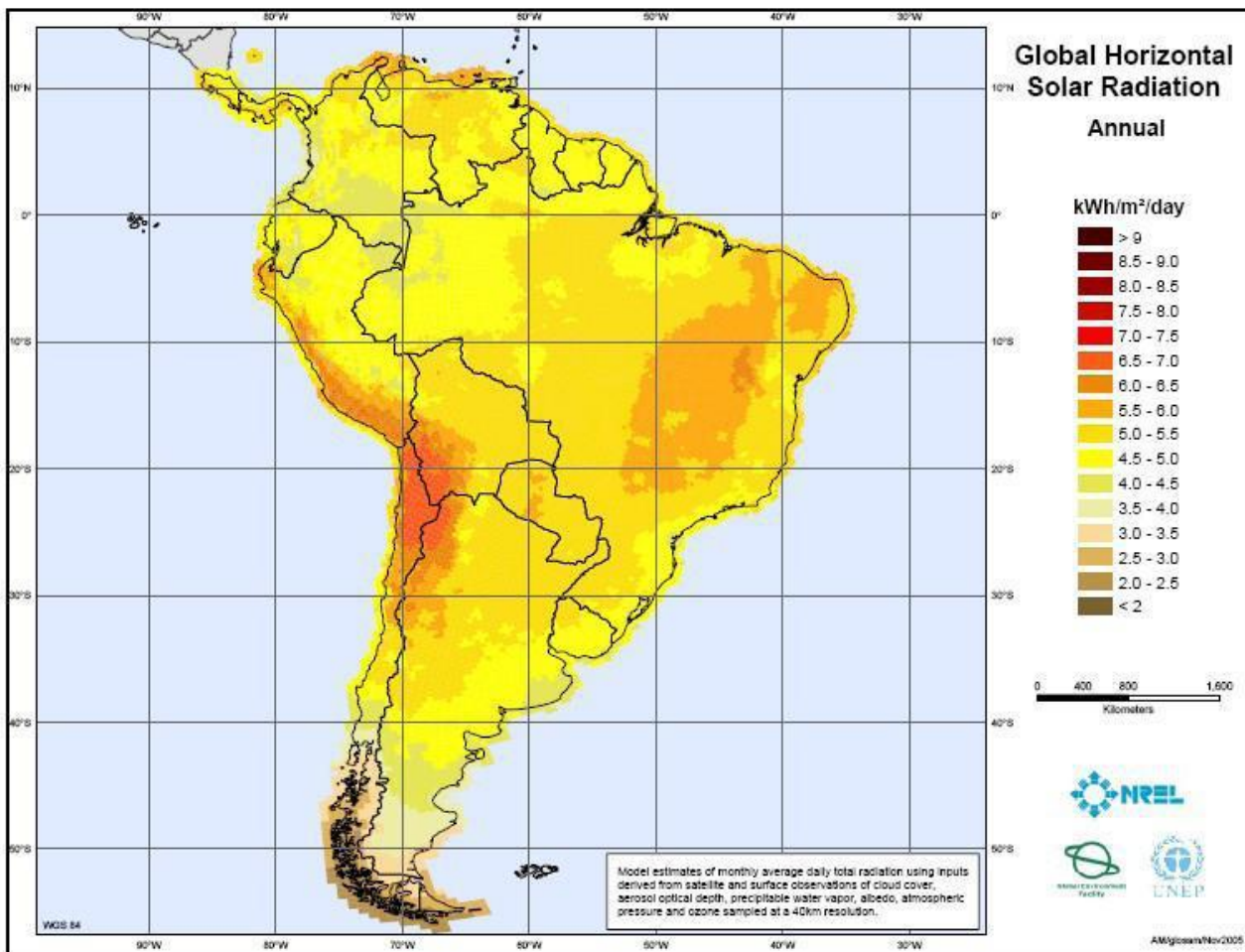
Potencial Eólico Brasileiro



> 300 GW

Fonte: Atlas do Potencial Eólico Brasileiro – Preliminar

POTENCIAL DA IRRADIAÇÃO SOLAR GLOBAL



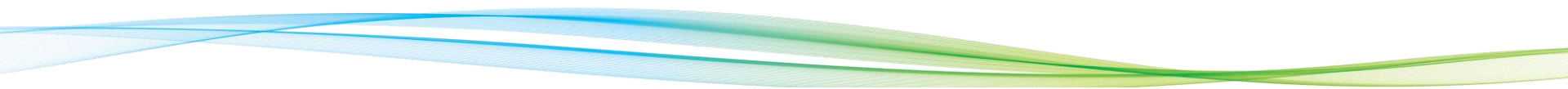
Brasil
Irradiação diária média anual entre
1.500 e 2.400 kWh/m²/ano

Alemanha: 900-1.250 kWh/m²/ano
França: 900-1.650 kWh/m²/ano
Espanha: 1.200-1.850 kWh/m²/ano

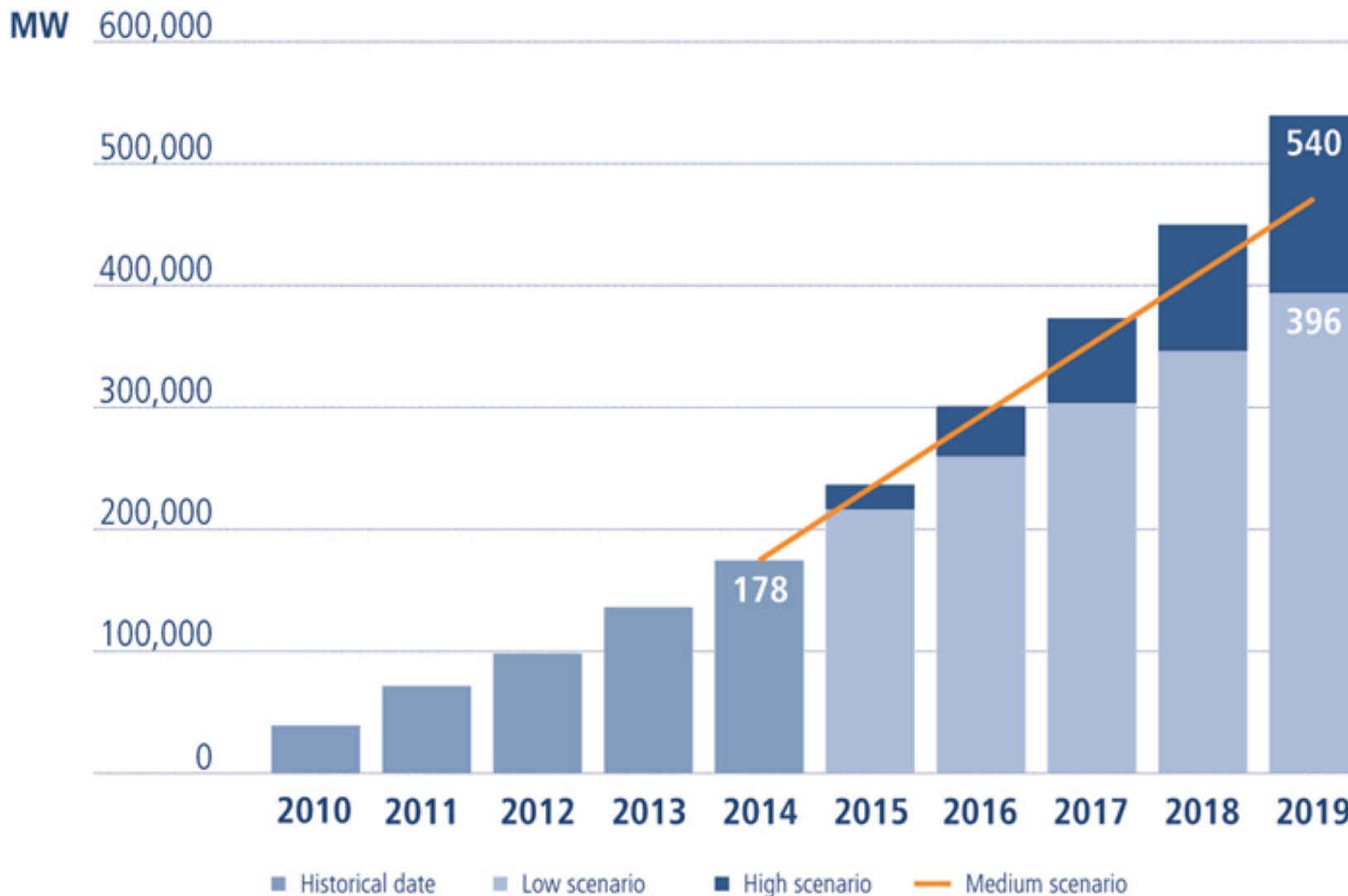
Potencial Solar Brasileiro GHI Médio: 5 kWh/m².dia

A irradiação solar média do Nordeste Brasileiro pode ser comparada à do Sudão (NE África).

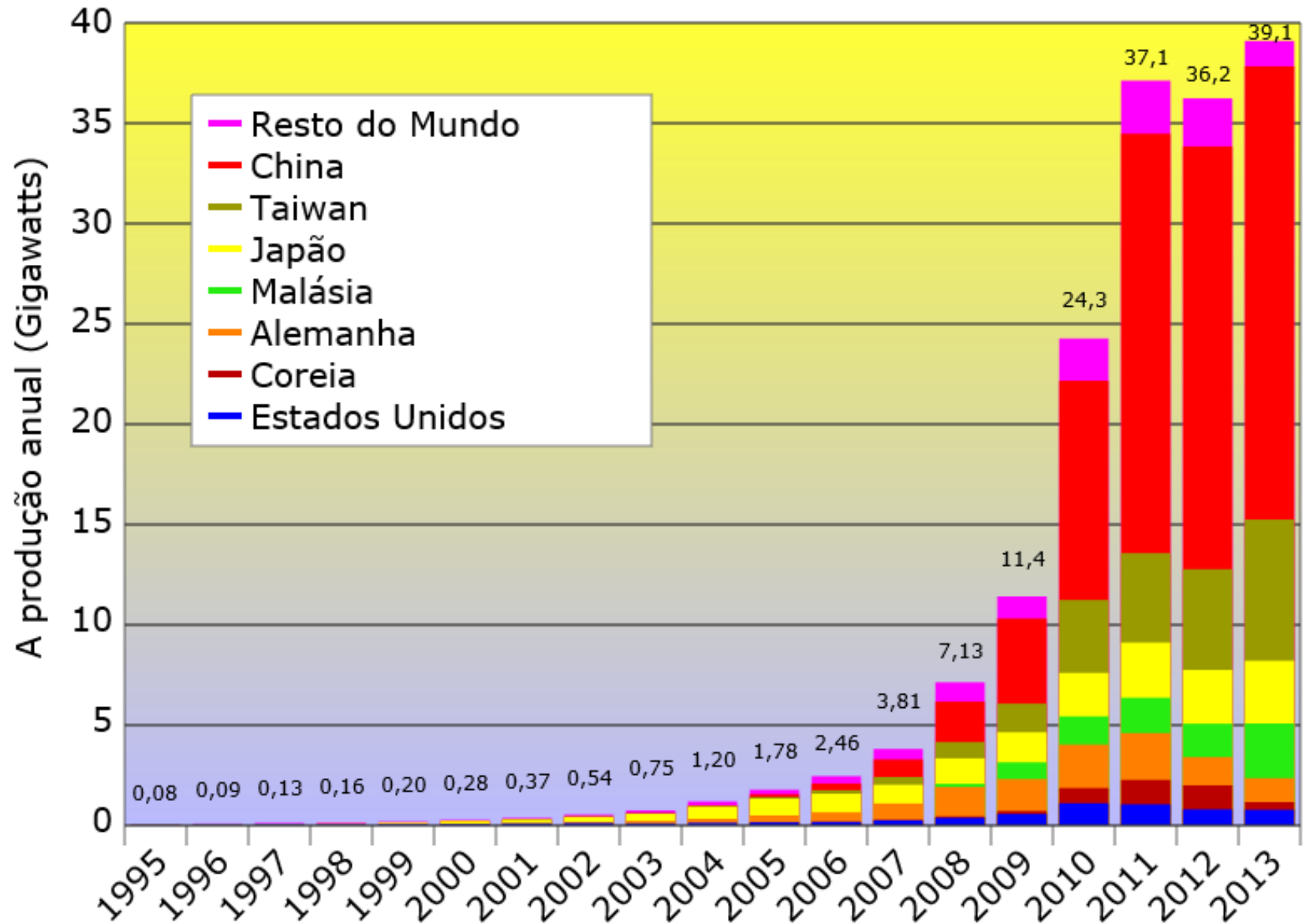
TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA



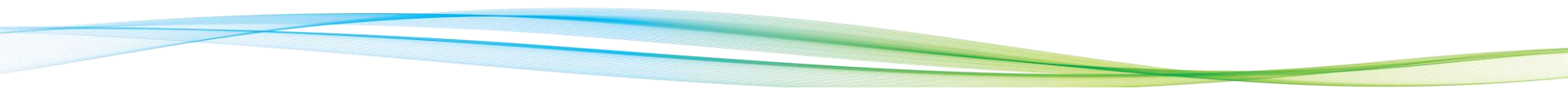
CENÁRIO DO MERCADO MUNDIAL DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA ATÉ 2019



PRODUÇÃO MUNDIAL DE CÉLULAS FOTOVOLTAICAS



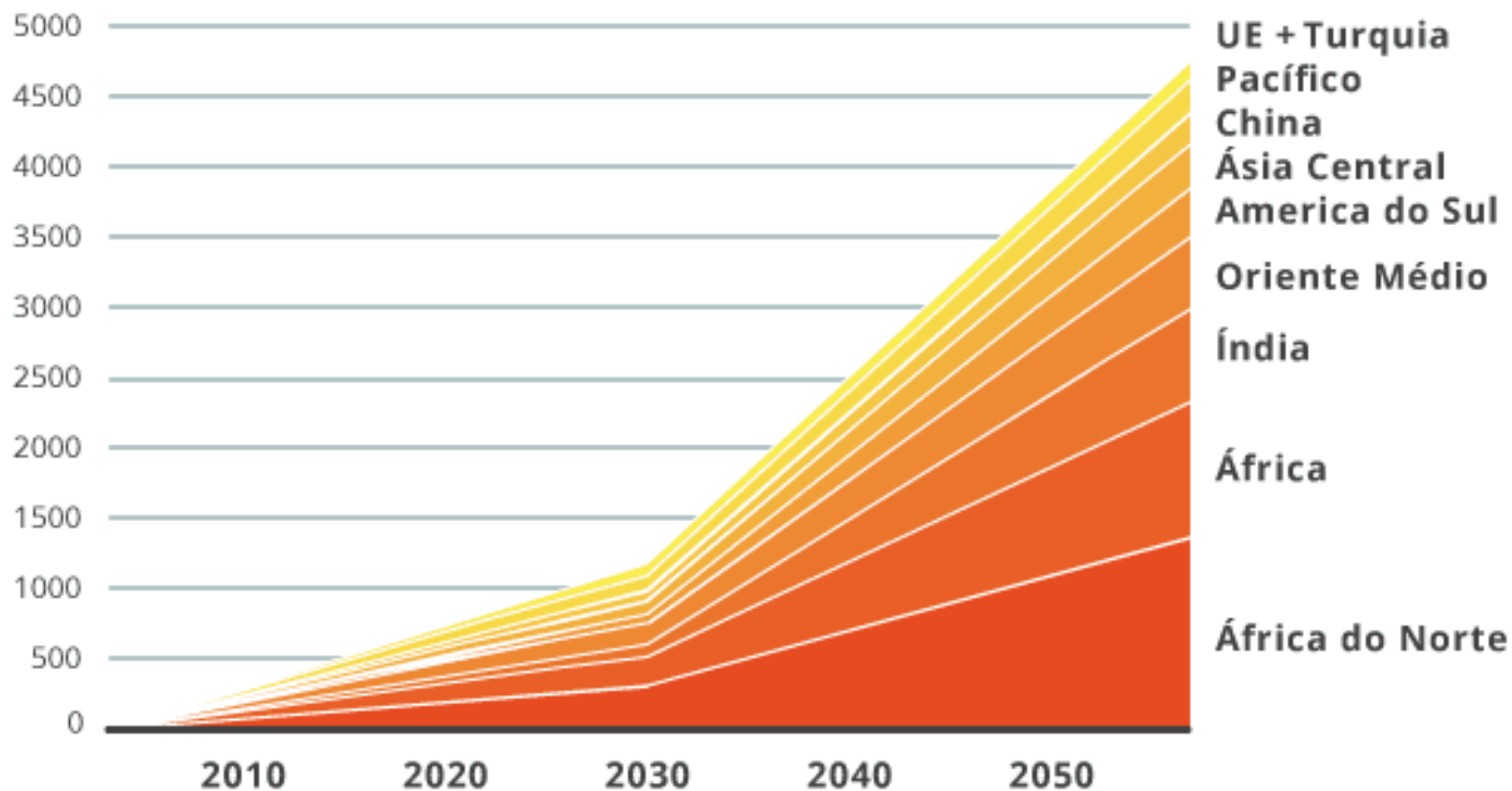
TECNOLOGIA HELIOTÉRMICA



PREVISÃO DO DESENVOLVIMENTO DA ENERGIA HELIOTÉRMICA NO MUNDO



TWh/Ano



Coletor Linear Fresnel



Torre Solar



Calha Parabólica



Disco Parabólico



Estudo do Potencial Solar para Aplicações Comerciais (Projetos de P&D)



Nome do projeto:

Exploração de Energia Solar em Lagos de Usinas Hidrelétricas

Início: 01/03/2016

Término planejado: 28/02/2019

Término atual: 28/02/2019

Descrição do projeto:

Projeto de P&D+I realizado em parceria com a Eletronorte, visando a implantação de duas Usinas Fotovoltaicas Flutuante de 5 MWp, uma no reservatório da Usina de Balbina e outra no reservatório de Sobradinho. Cada planta será dividido em duas etapas: 1º Ano – 1 MWp e no 2º e 3º anos mais 4 MWp.

Orçamento planejado:

R\$ 114.128.209,69 (Projeto Total)

R\$ 57.053.085,96 (Participação da Chesf)



Unidade Demonstrativa
de 4 kWp

ENERGIA GEOTÉRMICA



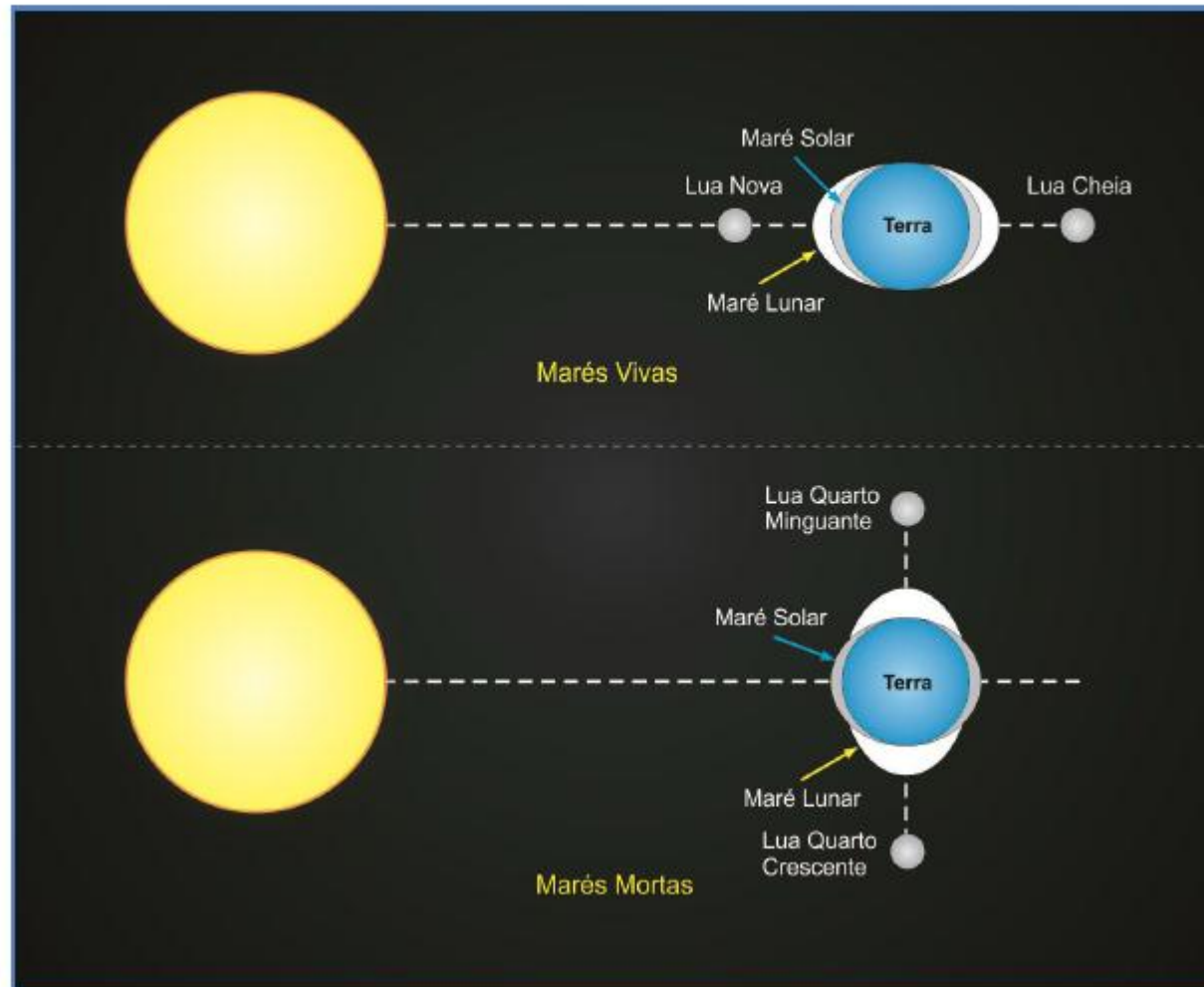
Energia Geotérmica



Dutos gigantes transportam vapor d'água superaquecido de uma região vulcânica para uma planta geotérmica na Islândia

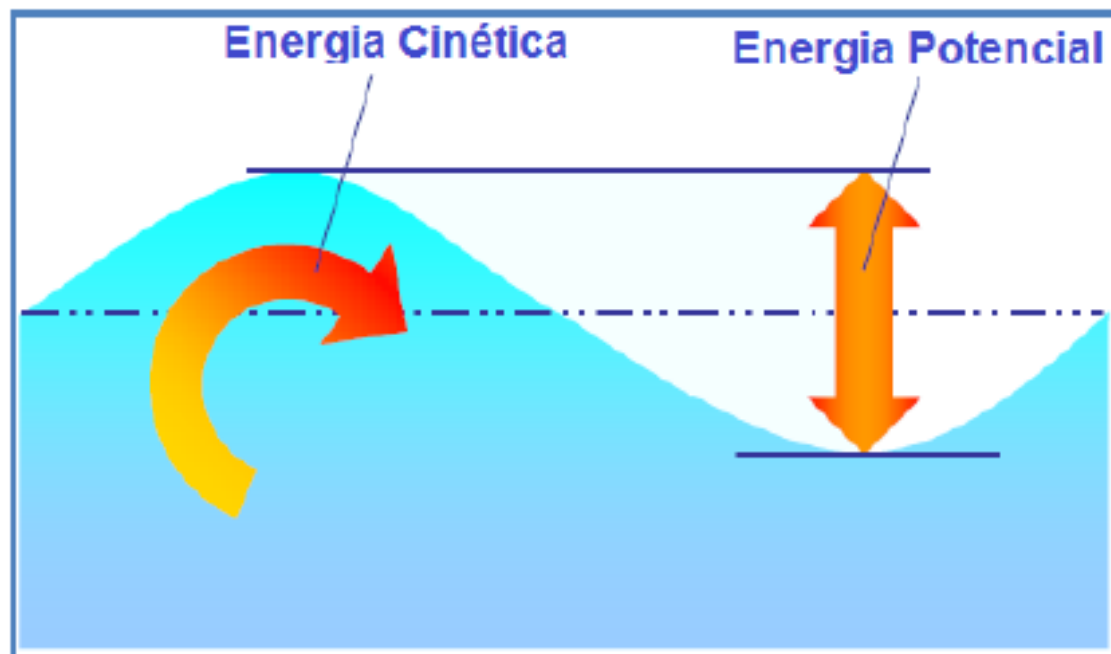
ENERGIA DAS ONDAS, DAS MARÉS E OCEÂNICA

Maré Astronômica

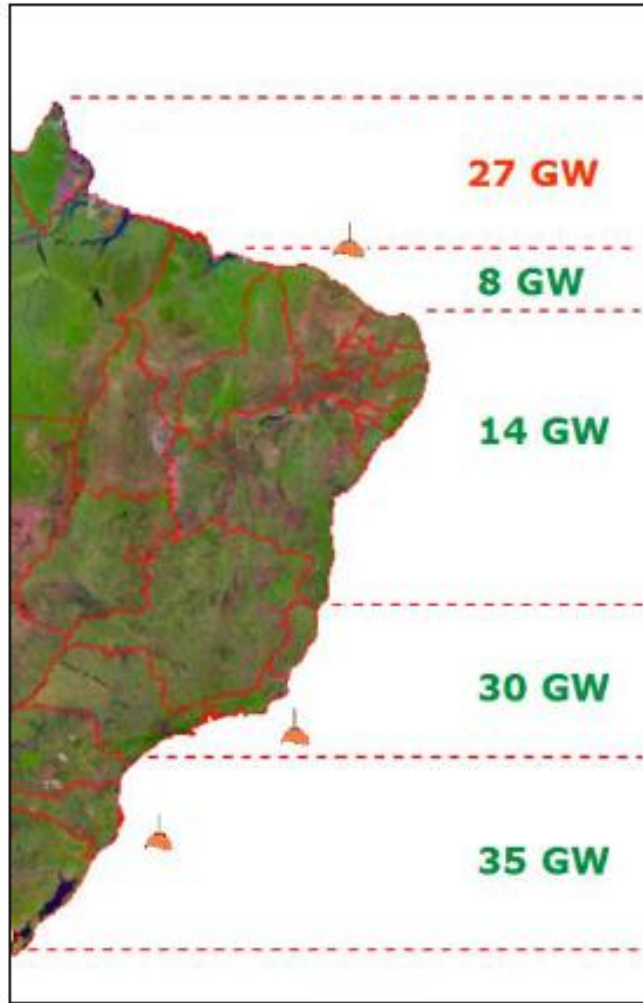


Energia das Ondas e Marés

Representação das duas formas de energia das ondas



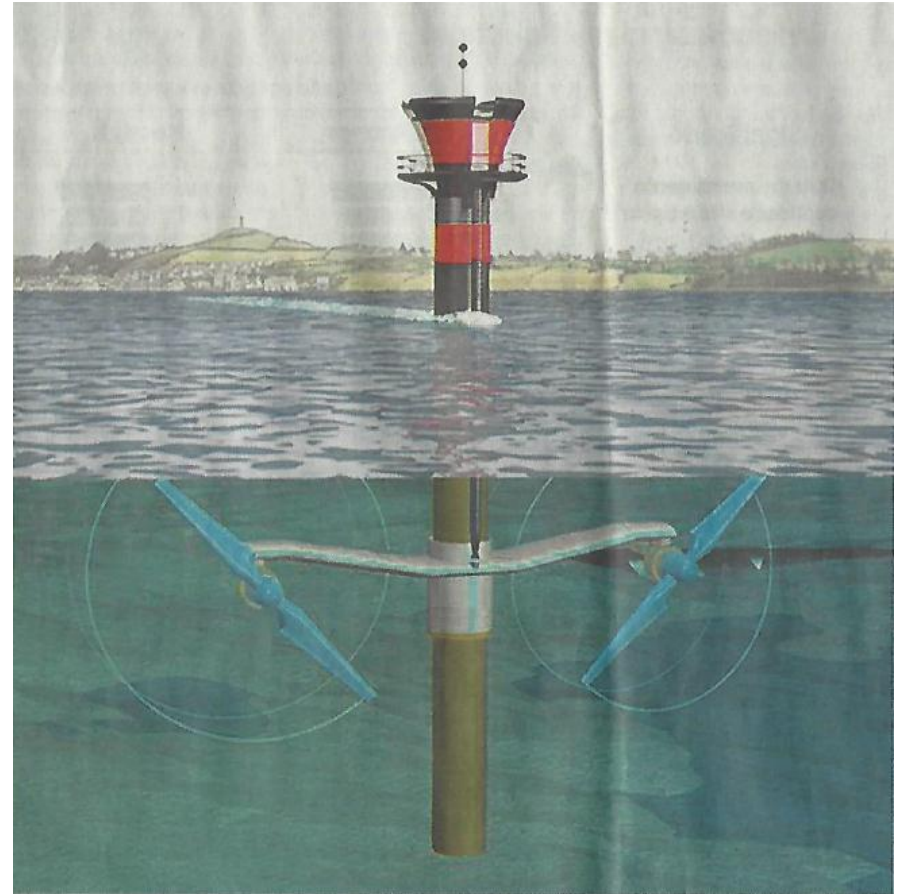
Energia das Ondas e Marés



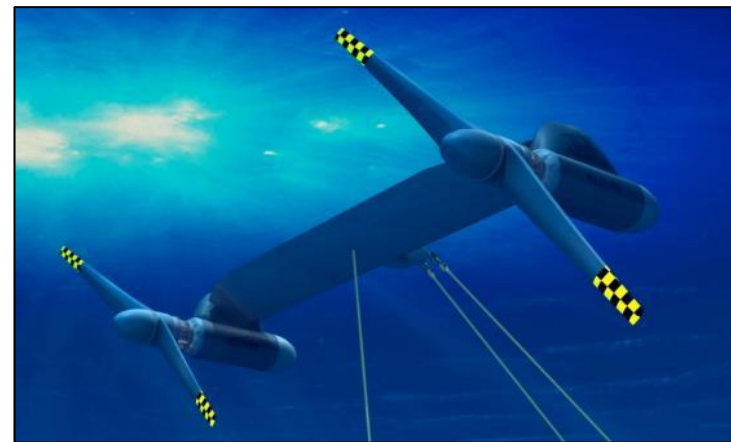
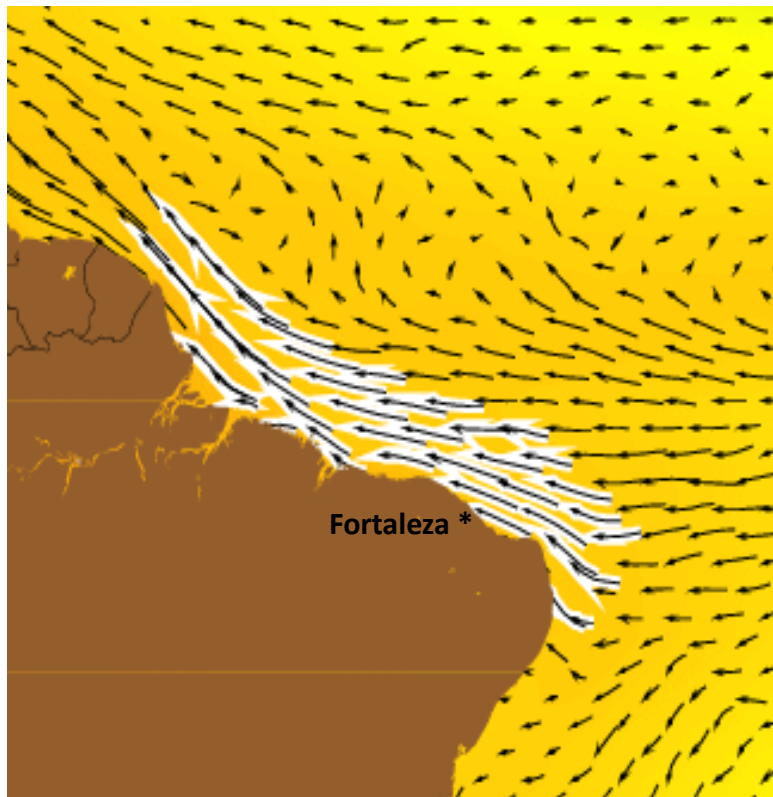
UF	Potencial (MW)
Alagoas	3.600
Amapá	7.810
Bahia	14.100
Ceará	8.380
Espírito Santo	5.940
Maranhão	8.350
Pará	7.300
Paraíba	1.840
Pernambuco	2.940
Piauí	960
Paraná	1.510
Rio de Janeiro	9.800
Rio Grande do Norte	6.000
Rio Grande do Sul	12.800
Santa Catarina	10.900
São Paulo	9.600
Sergipe	2.470
Brasil	114.300

Legenda: Verde = ondas; vermelho = marés

Energia Oceânica



Energia Oceânica



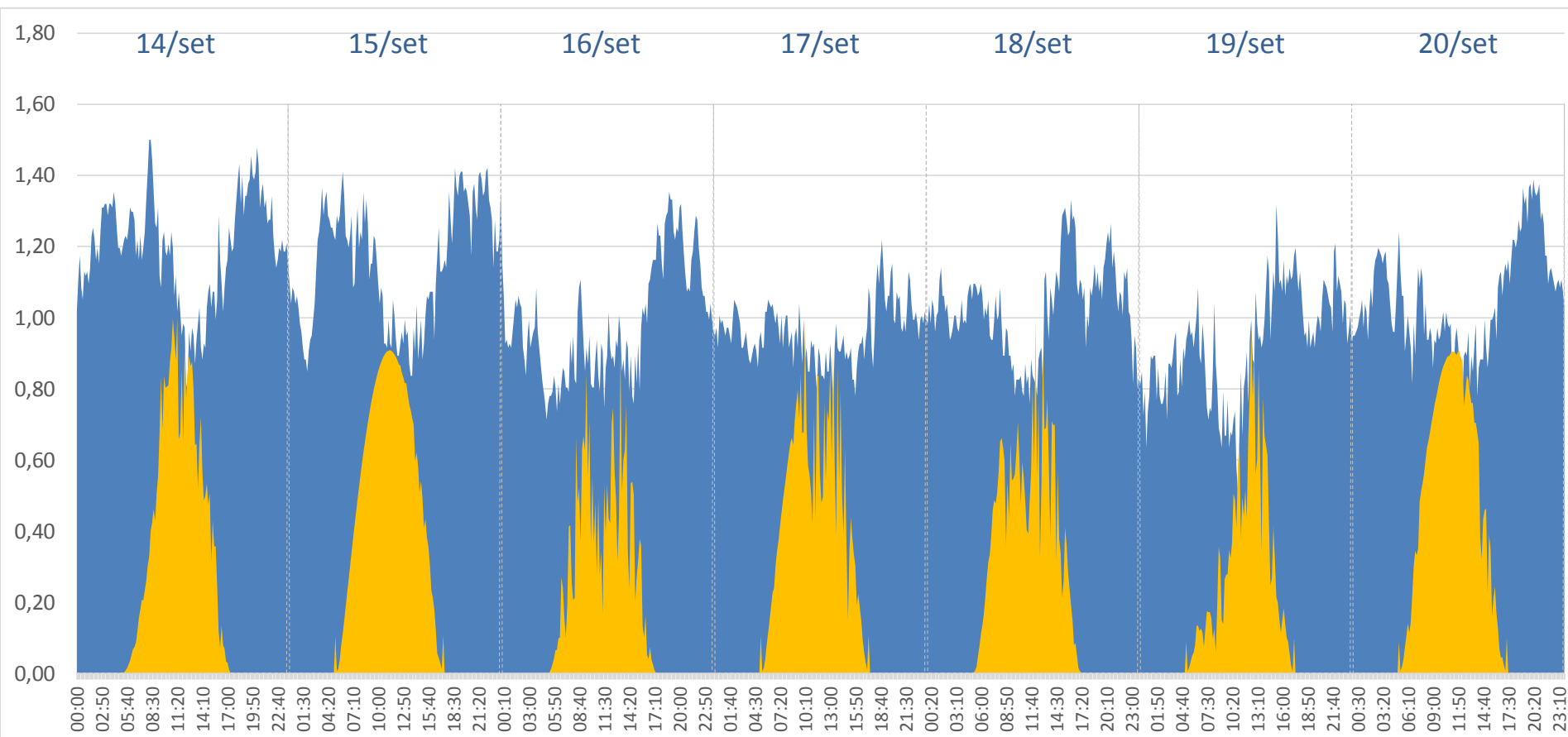
O Brasil possui uma das maiores correntes de energia oceânica do mundo, com características de fluxo semelhantes às correntes de Yucatan (México), Gulf Stream (USA), Agulhas (África do Sul) e Kuroshio (Japão).

REGIME DE COMPLEMENTARIDADE DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS

Velocidade do Vento e Radiação Global(GHI) Normalizadas: De 14 a 20 de Setembro de 2014



- comparação qualitativa da complementaridade diária -

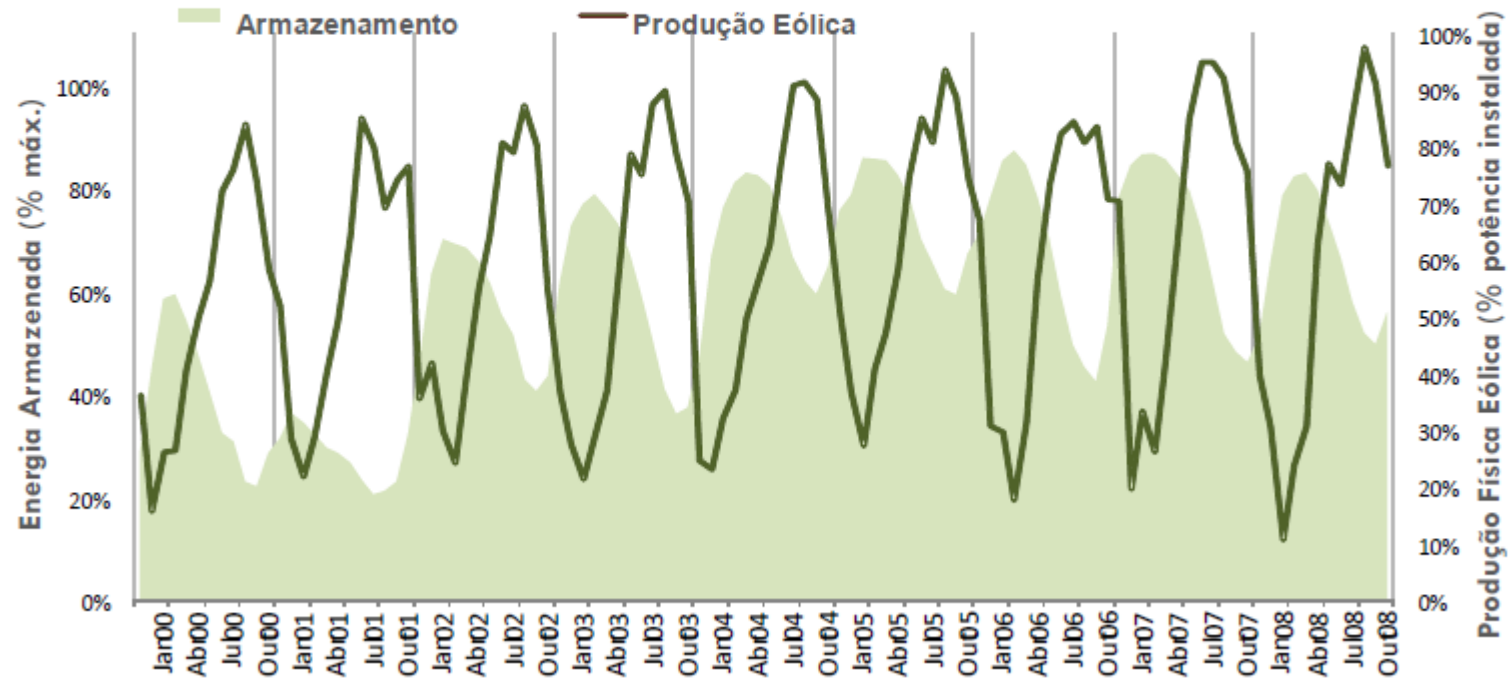


Dados de torre anemométrica e Estação solarimétrica da Chesf, médias de 10 minutos

Hidrelétrica X Eólica

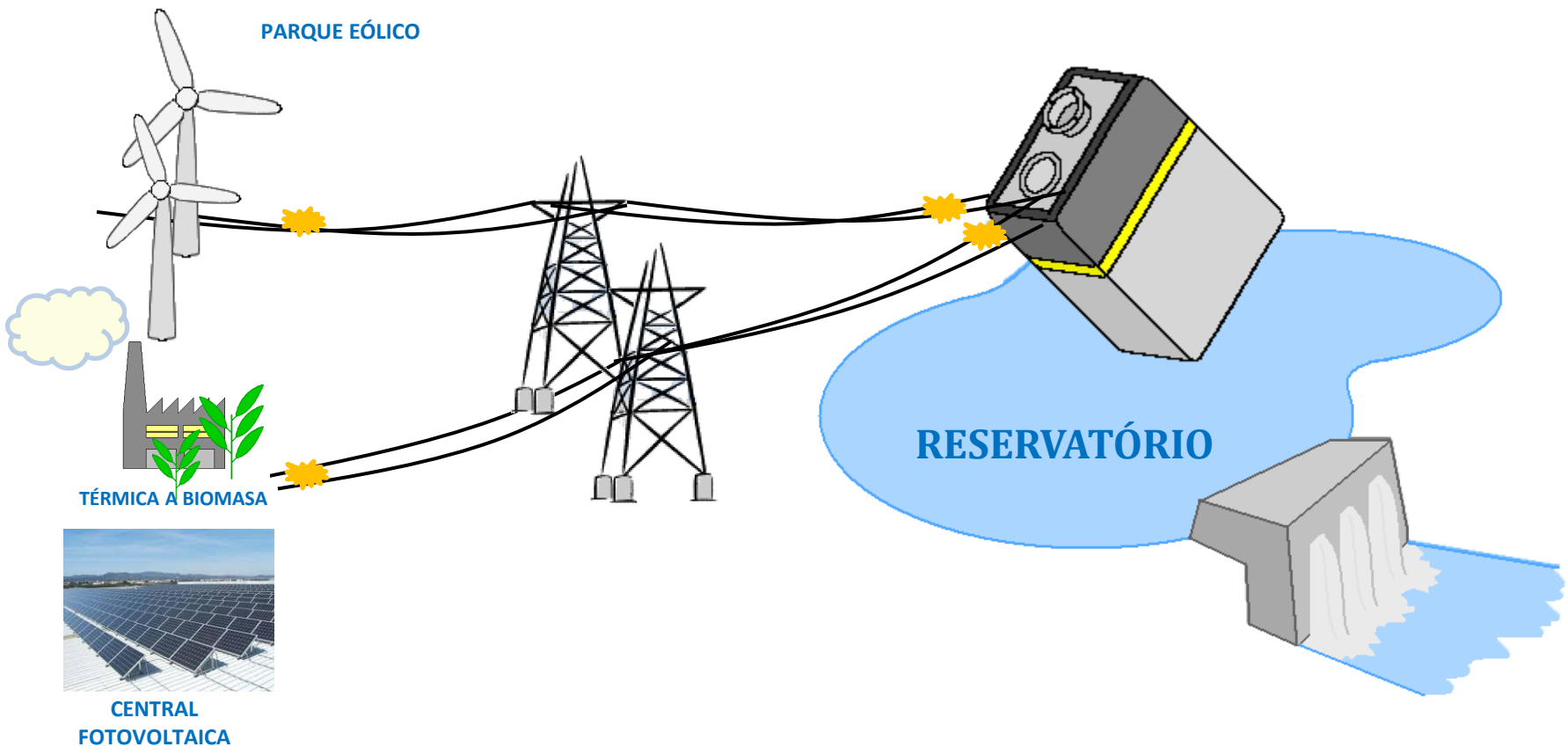
A “sazonalidade inversa” da eólica representa um aumento virtual da capacidade de armazenamento das hidrelétricas.

Temos que aproveitar essa complementaridade entre as fontes!



Reservatório das Hidrelétricas

BATERIAS DOS
PARQUES EÓLICOS
TÉRMICAS A BIOMASA
CENTRAIS SOLARES



Geração Distribuída

Residencial conectado a rede



**1ª Resolução Normativa da ANEEL, nº 482, de 17/04/2012,
estabelecendo as condições gerais para o acesso
de microgeração e minigeração distribuída
aos sistemas de distribuição de energia elétrica.**



Fundo de Energia do Nordeste

**Fundo de Titularidade da Chesf
Criado pela Lei 13.182
de 03/11/2015**



Chesf

Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

Grato pela atenção

miranda.farias@chesf.gov.br