ENERGY TRANSITION IN BRAZIL

PAINEL ENERGIA EÓLICA COMO ELEMENTO DE TRANSIÇÃO ENERGÉTICA

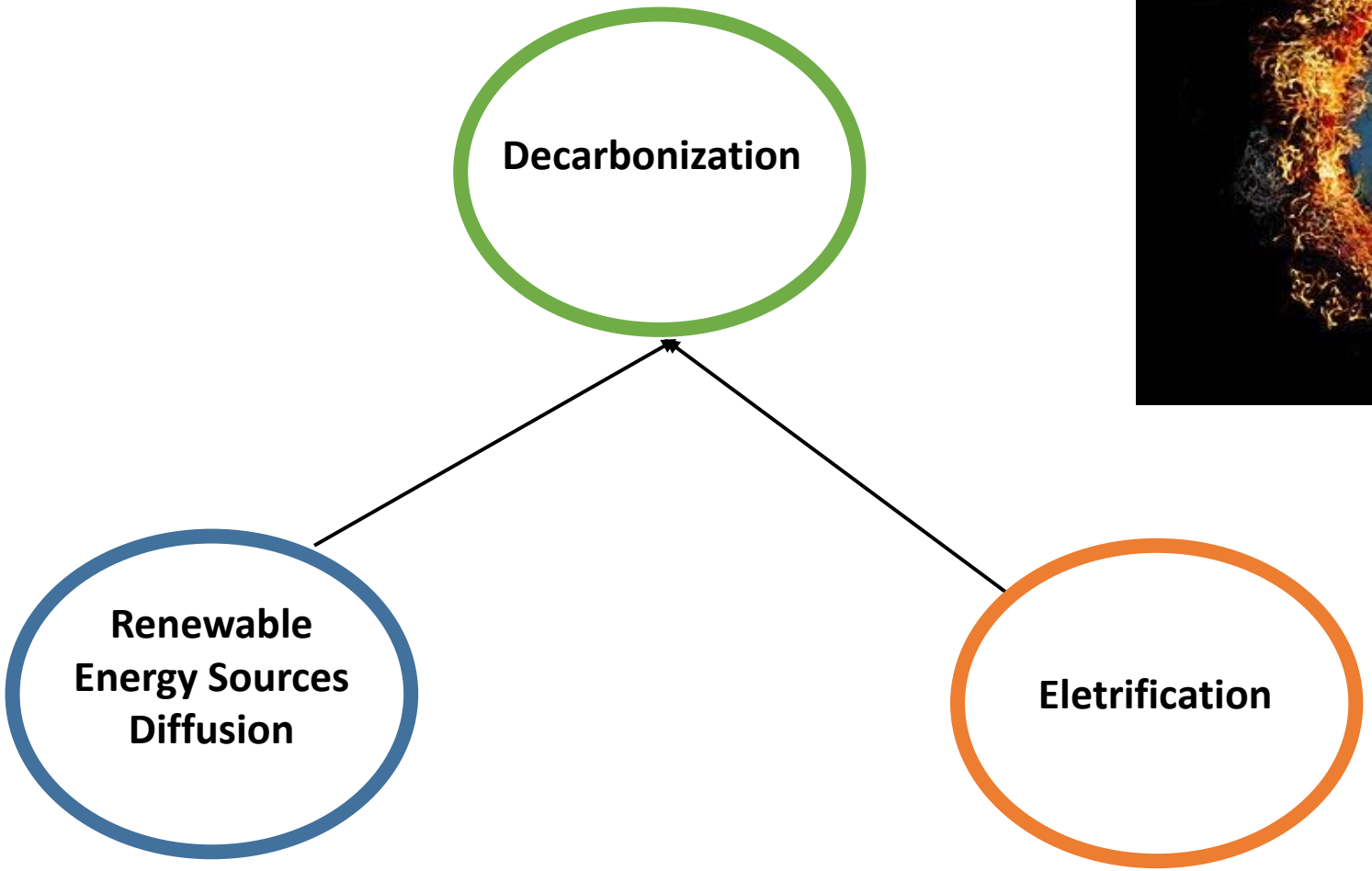
FÓRUM NACIONAL EÓLICO

CARTA DOS VENTOS

June 28, 2022

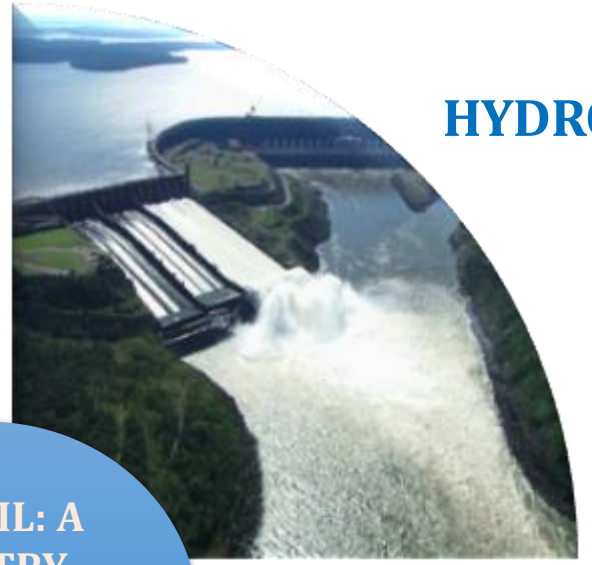
Mauricio T. Tolmasquim
Full Professor
Federal University of Rio de Janeiro – UFRJ

DECARBONIZATION



Own elaboration

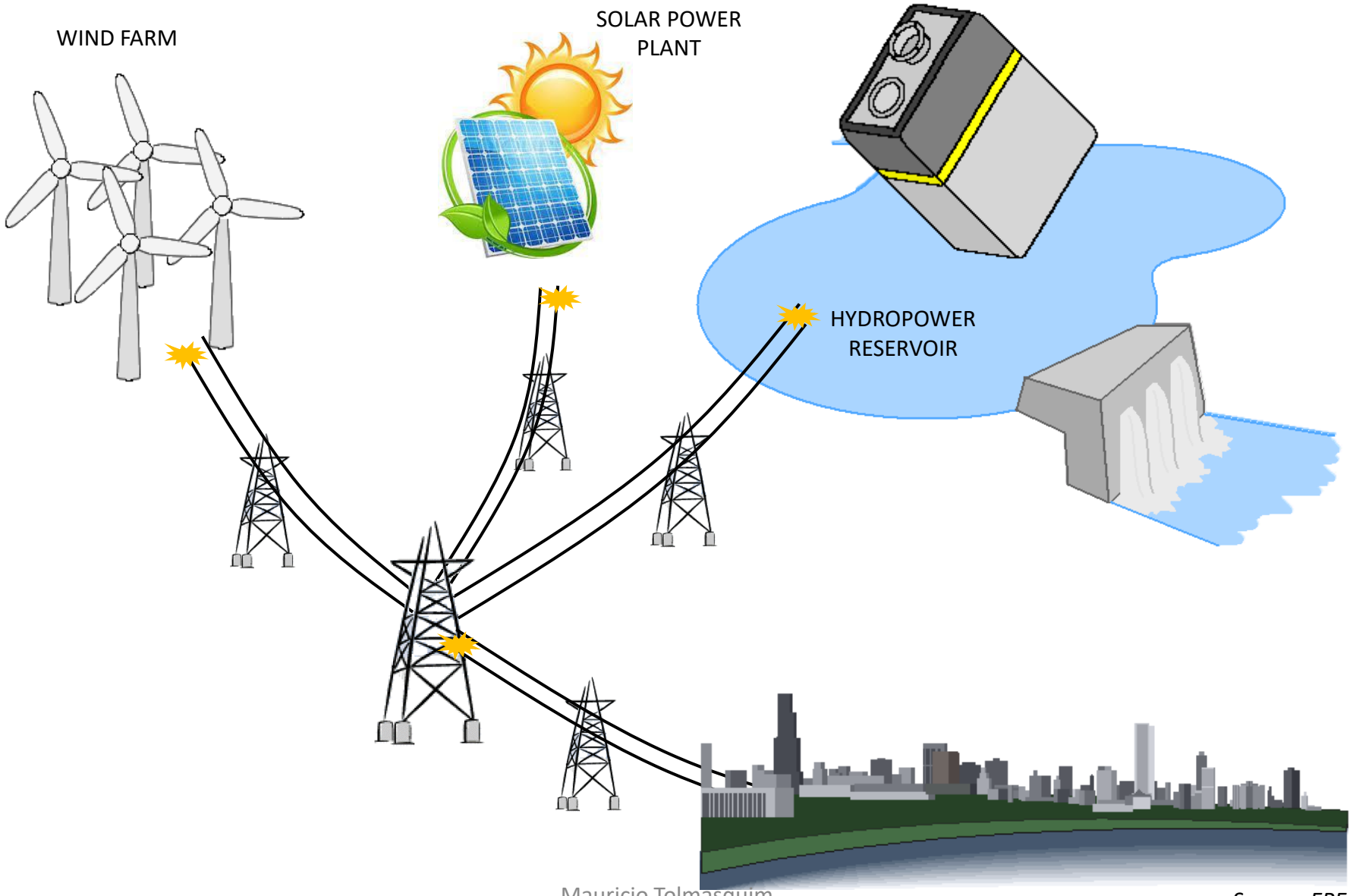
SOLAR
HYDRO
BRAZIL: A COUTRY RICH IN NATURAL RESOURCES
BIOMASSE
WIND



HYDRO

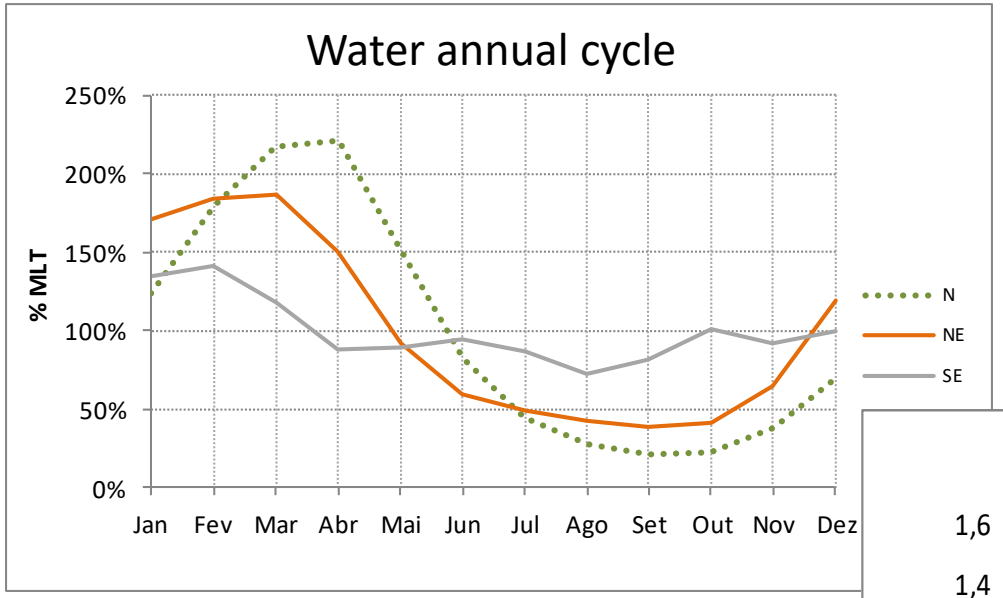
BRAZIL: A COUTRY RICH IN NATURAL RESOURCES

HYDROPOWER RESERVOIRS AS WIND FARMS AND BIOMASS POWER PLANTS BATTERIES

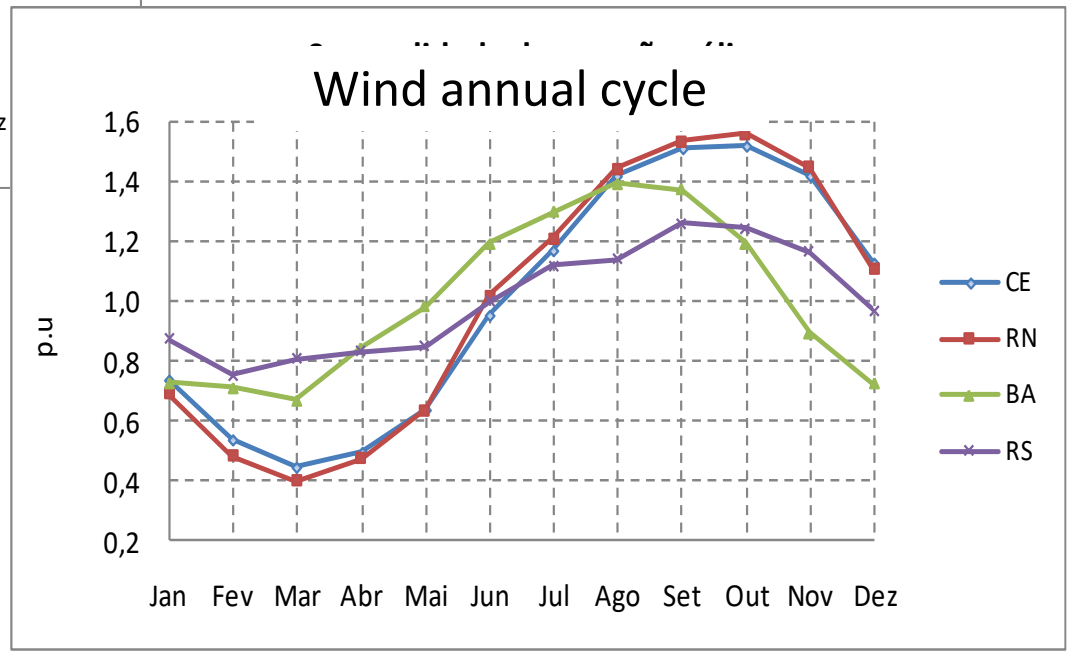


Source: EPE

HYDRO AND WIND POWER GENERATION COMPLEMENTARITY



Wind and water cycles are negatively correlated in the whole country but South Region

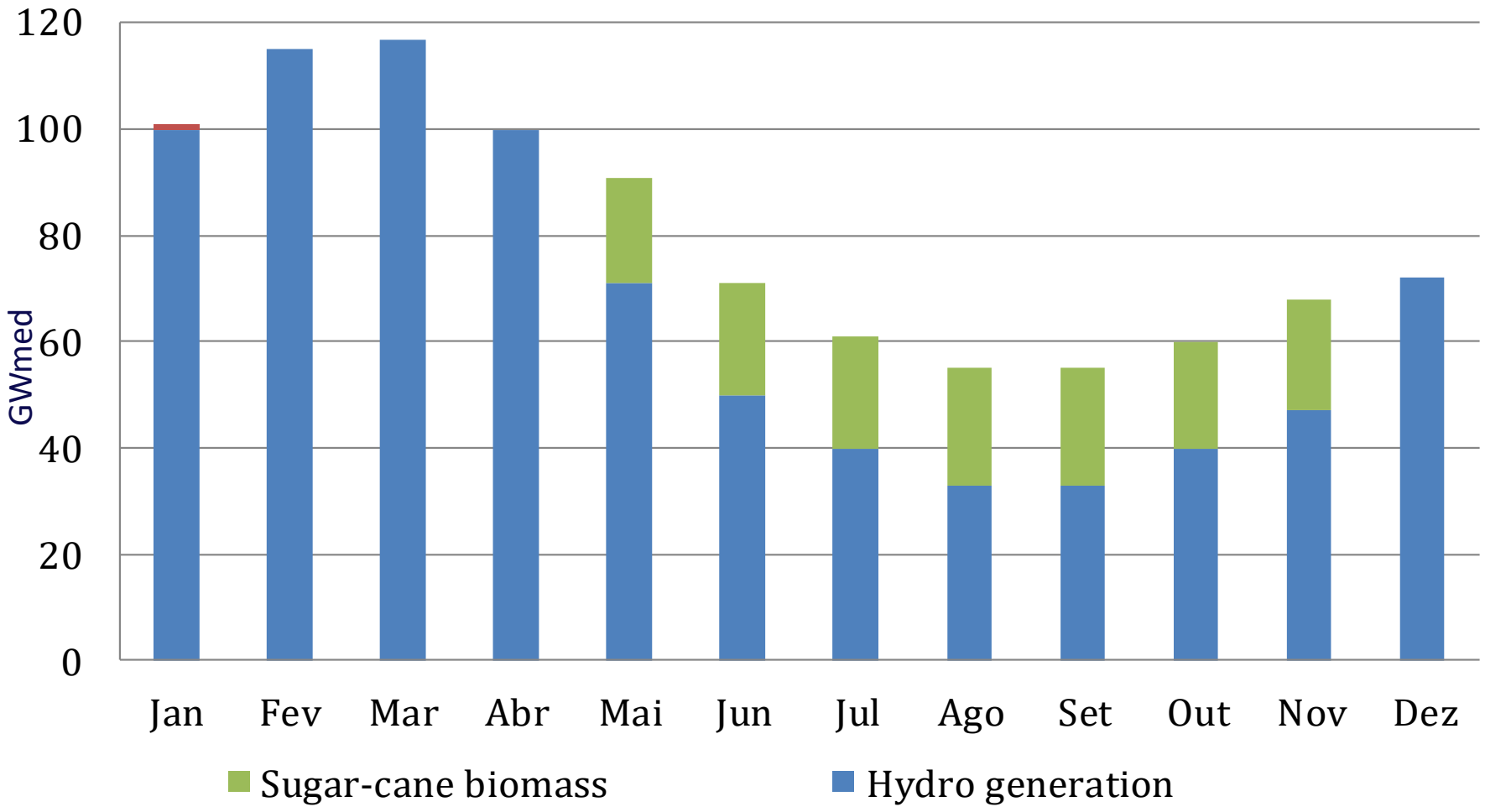


Source: EPE

BRAZIL: A COUTRY RICH IN NATURAL RESOURCES

BIOMASSE

COMPLEMENTARY BETWEEN HYDRO GENERATION AND BIOELECTRICITY



SOLAR

BRAZIL: A COUTRY RICH IN NATURAL RESOURCES

SOLAR RESOURCE ASSESSMENT IN BRAZIL

Country	Global Horizontal Radiation – Wh/m².day
Brazil	4400 – 6200
Germany	2500 – 3400
France	2500 – 4700
Spain	3300 – 5100

Utility-Scale Solar PV Technical Potential in anthropized areas

Global Horizontal Radiation (Wh/m².day)	Photovoltaic Capacity (GWp)	Energy Generated (TWh/ano)
4400-4800	24	32
4800-5100	747	1.034
5100-5400	4.803	6.918
5400-5500	2.618	3.908
5500-5600	3.406	5.178
5600-5800	10.101	15.739
5800-6000	6.513	10.542
6000-6200	307	506
Total	28.519	43857

70 times the operating solar power capacity in the world in 2017

Source, EPE

Mauricio Tolmasquim

BRAZIL: A COUTRY RICH IN NATURAL RESOURCES

WIND

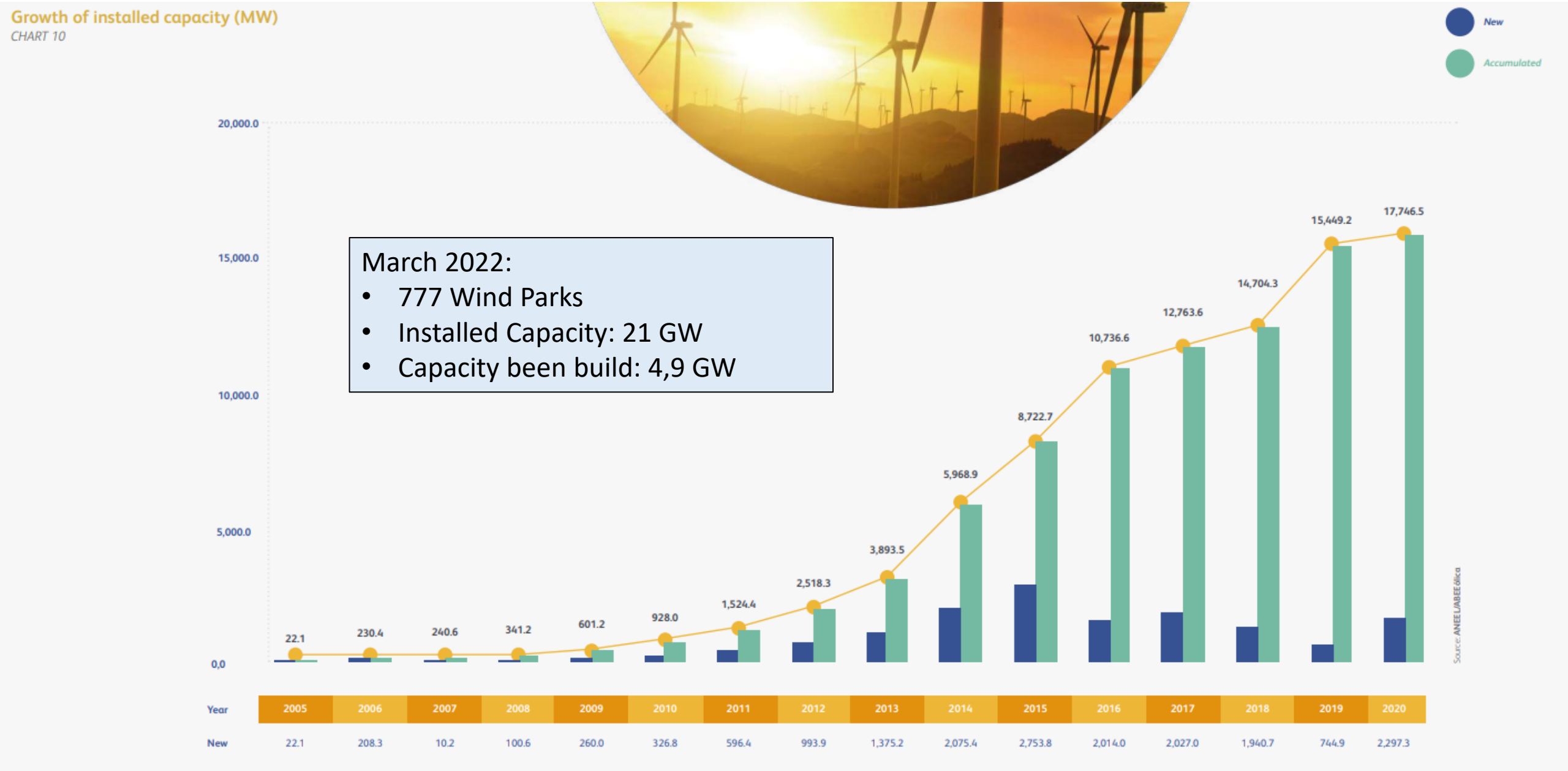
Onshore Wind Energy Potential

Estados	Data da Publicação	Potência Instalável (MW)			Energia Anual (GWh)		
	Altura	75m 80m* 70m**	100m	150m 140m*	75m 80m* 70m**	100m	150m 140m*
Alagoas	2008	336	649	n.d.	822	1.340	n.d.
Bahia	2013	38.600*	70.100	195.200	150.400*	273.500	766.500
Ceará	2019	23.144*	41.770	94.274	82.660*	153.065	362.162
Espírito Santo	2009	448	1.143	n.d.	1.073	2.397	n.d.
Minas Gerais	2010	24.742	39.043	n.d.	57.812	92.076	n.d.
Paraíba	2017	6.000**	14.700	42.100	23.690**	58.770	167.880
Paraná	2007	1.363	3.375	n.d.	3.756	9.386	n.d.
Pernambuco	2017	6.600*	10.725	20.830*	25.775*	42.100	84.159*
Rio de Janeiro	2002	1.524	2.813	n.d.	4.835	8.872	n.d.
Rio Grande do Norte	2003	19.431	27.080	n.d.	55.901	69.293	n.d.
Rio Grande do Sul	2014	n.d.	102.800	245.300	n.d.	382.000	911.000
São Paulo	2012	15	564	n.d.	48	1.753	n.d.
Total dos Atlas		**122.203**	**314.762**	**597.704**	**406.772**	**1.094.552**	**2.291.701**

More than 800 GW of onshore wind energy potential

Source: EPE

INSTALLED WIND POWER CAPACITY EVOLUTION IN BRAZIL



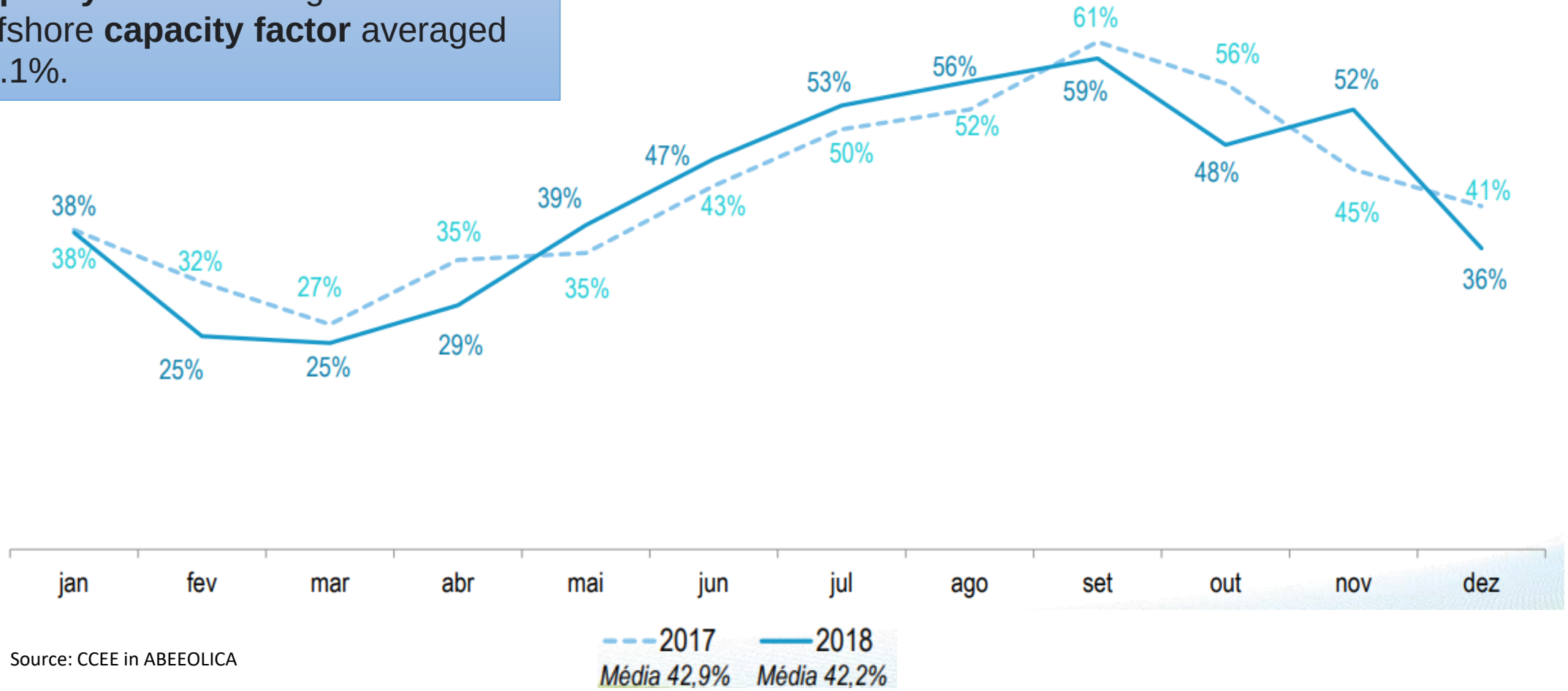
March 2022:

- 777 Wind Parks
- Installed Capacity: 21 GW
- Capacity been build: 4,9 GW

Source: ABEEÓLICA

Brazilian Onshore Wind Capacity Factor

In 2017, the **EU** land-based **wind capacity factor** averaged 21.7%. Offshore **capacity factor** averaged 41.1%.



Source: CCEE in ABEEOLICA

Brazilian offshore Wind Energy Potencial

Velocidade (m/s)	Batimetria (m)							
	0-20	20-50	50-100	>100	0-20	20-50	50-100	>100
	GW				TWh			
>6.0	628	641	531	9.100	1.789	2.048	1.576	30.140
>6.5	522	591	467	8.420	1.582	1.949	1.450	28.793
>7.0	276	421	237	5.833	1.008	1.528	902	21.872
>7.5	129	209	159	4.014	566	890	667	16.101
>8.0	100	147	137	2.056	456	664	587	8.934
>8.5	63	81	87	993	308	398	383	4.612
>9.0	15	28	7	399	82	149	38	1.929
>9.5	3	2	1	11	16	12	3	63

Source: EPE

700 GW potential, up to 50 meters deep and more than 7 m/s wind speed

Offshore Wind Energy Pr PROJECTS WITH ENVIRONMENTAL LICENSING PROCESSES AT IBAMA

	Código	Empreendimento	Empreendedor	Processo	Aberto em	Aerogerador	Pot.Unit (MW)	Quant.	Pot.Tot. (MW)
	CE-01	Caucaia - Bi Energia	Bi Energia Ltda	02001.003915/2016-68	10/08/2016	Haliade-X	12	48	576
	CE-03	Jangada	Força Eólica do Brasil	02001.035371/2019-46	27/01/2020	WTG-15.0-246	15	200	3.000
	CE-04	Camocim	Camocim Eirelli	02001.015445/2020-61	06/07/2020	Haliade-X	12	100	1.200
	CE-05	Dragão do Mar	Qair Marine Brasil	02001.015184/2021-61	22/07/2021	MHI Vestas 174	9,5	128	1.216
	CE-06	Alpha	Alpha Wind Morro Branco	02001.018580/2021-40	01/09/2021	V236-15MW	15	400	6.000
*	CE-07	Costa Nordeste	Geradora Eólica Brigadeiro I	02001.001545/2022-72	21/01/2022	V236-15.0MW	15	256	3.840
	CE-08	Asa Branca I	Eólica Brasil	02001.001606/2022-00	23/01/2022	VESTAS V236	15	72	1.080
	CE-09	Sopros do Ceará	Totalenergies Petroleo&Gas	02001.004068/2022-05	17/02/2022	V236-15.0 MW	15	200	3.000
*	CE-10	Projeto Pecém	Shell Brasil	02001.006219/2022-51	16/03/2022	SG-14-222-DD	14	215	3.010
*	ES-01	Votu Winds	Votu Winds	02001.029651/2020-59	28/12/2020	SG 10.0-193DD	10	144	1.440
	ES-02	Vitória Offshore	Geradora Eólica Brigadeiro II	02001.001043/2022-41	14/01/2022	V236-15.0MW	15	33	495
*	ES-03	Quesnelia	Bluefloat Energy do Brasil	02001.001549/2022-51	21/01/2022	WEC 265 20MW	20	62	1.240
	ES-04	Projeto Ubu	Shell Brasil	02001.006228/2022-42	16/03/2022	SG-14-222-DD	14	180	2.520
	PI-01	Vento Tupi	Ventos do Atlântico	02001.000178/2021-17	05/01/2021	NGT236	13,5	74	999
	PI-02	Palmas do Mar	Bosford Participações	02001.007423/2021-17	13/04/2021	V236-15MW	15	93	1.395
*	PI-03	Projeto Piauí	Shell Brasil	02001.006221/2022-21	16/03/2022	SG-14-222-DD	14	180	2.520
	RJ-01	Maravilha	Força Eólica do Brasil	02001.035364/2019-44	11/12/2019	WTG-15.0-246	15	200	3.000
	RJ-02	Aracatu	Equinor Brasil Energia	02001.019115/2020-45	20/08/2020	Não definido	12	320	3.840
	RJ-03	Ventos do Atlântico	Ventos do Atlântico	02001.000230/2021-27	06/01/2021	NGT236	13,5	371	5.008
	RJ-04	Ventos Fluminenses	Bosford Participações	02001.007463/2021-51	13/04/2021	V236-15MW	15	188	2.820
	RJ-05	Ventos do Açu	Prumo Logística	02001.016348/2021-77	06/08/2021	IEA Wind 15-MW	15	144	2.160
	RJ-06	Quaresmeira	Bluefloat Energy do Brasil	02001.001542/2022-39	21/01/2022	WEC 265 20MW	20	148	2.960
*	RJ-07	Bromélia	Bluefloat Energy do Brasil	02001.002115/2022-78	28/01/2022	WEC 265 20MW	20	85	1.700
*	RJ-08	Sopros do RJ	Totalenergies Petroleo&Gas	02001.004044/2022-48	17/02/2022	V236-15.0 MW	15	200	3.000
*	RJ-09	Projeto Açu	Shell Brasil	02001.006223/2022-10	16/03/2022	SG-14-222-DD	14	215	3.010
	RN-01	Pedra Grande	Pedra Grande	02001.027228/2020-14	30/11/2020	Haliade-X	12	52	624
	RN-02	Maral	Ventos do Atlântico	02001.000036/2021-41	04/01/2021	NGT236	13,5	149	2.011
*	RN-03	Alísios Potiguares	Bosford Participações	02001.007450/2021-81	13/04/2021	V236-15MW	15	123	1.845
*	RN-04	Ventos Potiguar	Internacional Energias	02001.008883/2021-54	03/05/2021	Haliade-X	12	207	2.484
	RN-05	Beta	Beta Wind Energias	02001.018349/2021-56	30/08/2021	V236-15MW	15	200	3.000
	RN-06	Água Marinha	Bluefloat Energy do Brasil	02001.001543/2022-83	21/01/2022	WEC 265 20MW	20	85	1.700
*	RN-07	Cattleya	Bluefloat Energy do Brasil	02001.001548/2022-14	21/01/2022	WEC 265 20MW	20	59	1.180
*	RN-08	Projeto Galinhos	Shell Brasil	02001.006459/2022-56	17/03/2022	SG-14-222-DD	14	215	3.010
	RS-01	Águas Claras	Força Eólica do Brasil	02001.035351/2019-75	10/12/2019	WTG-15.0-246	15	200	3.000
	RS-02	Ventos do Sul	Ventos do Atlântico	02001.000176/2021-10	05/01/2021	NGT236	13,5	482	6.507
	RS-03	Tramandaí Offshore	Ventos do Atlântico	02001.000177/2021-64	05/01/2021	NGT236	13,5	52	702
	RS-04	Ventos Litorâneos	Bosford Participações	02001.007465/2021-40	13/04/2021	V236-15MW	15	83	1.245
	RS-05	Bravo Vento	SPE Bravo Vento	02001.018521/2021-71	01/09/2021	V236-15 MW	15	77	1.155
	RS-06	Guarita Offshore	Geradora Eólica Brigadeiro III	02001.001399/2022-85	19/01/2022	V236-15.0MW	15	112	1.680
	RS-07	Cassino Offshore	Geradora Eólica Brigadeiro IV	02001.001427/2022-64	20/01/2022	V236-15.0MW	15	128	1.920
	ES-08	Rio Grande Offshore	Geradora Eólica Brigadeiro V	02001.001470/2022-20	20/01/2022	V236-15.0MW	15	80	1.200
	RS-09	Amazonita	Bluefloat Energy do Brasil	02001.001540/2022-40	21/01/2022	WEC 265 20MW	20	150	3.000
*	RS-10	Turmalina	Bluefloat Energy do Brasil	02001.001541/2022-94	21/01/2022	WEC 265 20MW	20	159	3.180
*	RS-11	Sopros do RS	Totalenergies Petroleo&Gas	02001.004065/2022-63	17/02/2022	V236-15.0 MW	15	200	3.000
	RS-12	Projeto White Shark	Shell Brasil	02001.006451/2022-90	17/03/2022	SG-14-222-DD	14	215	3.010
							TOTAIS	7.284	106.483

45 Wind Energy Parks

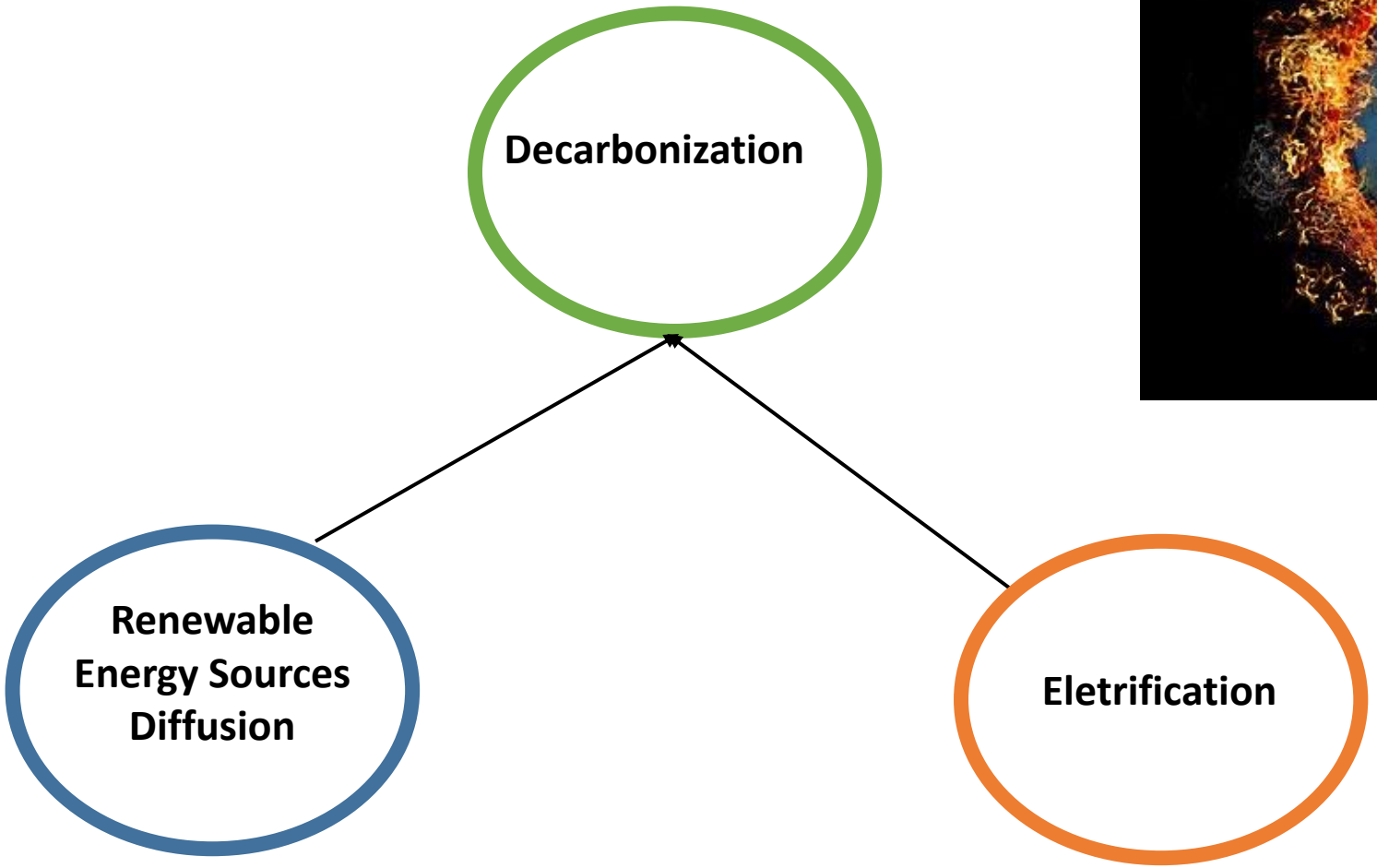
7.284 Wind Energy Generators

106.483 MW

Source: IBAMA

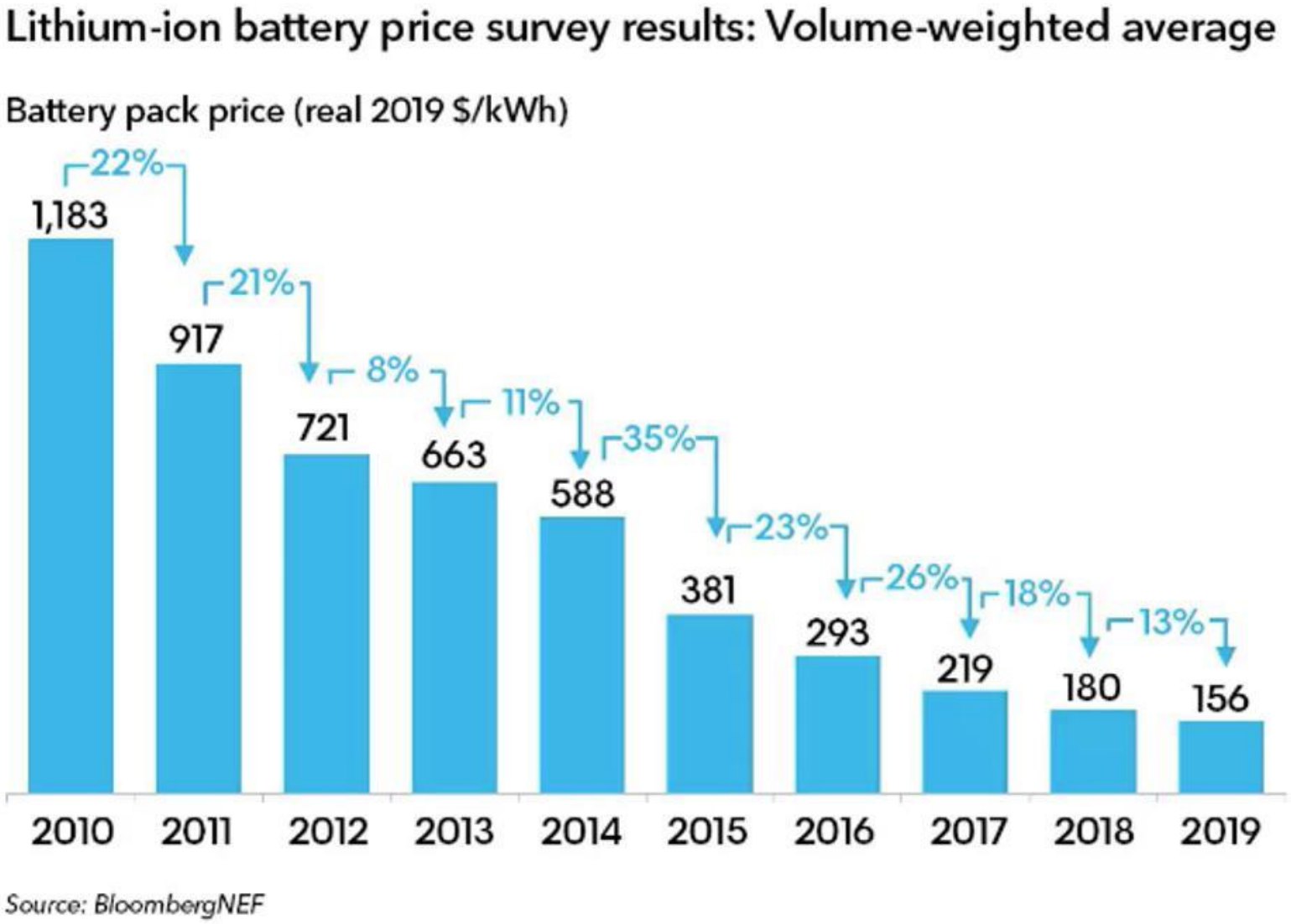
Mauricio Tolmasquim

DECARBONIZATION



Elaboração Própria

Baterias

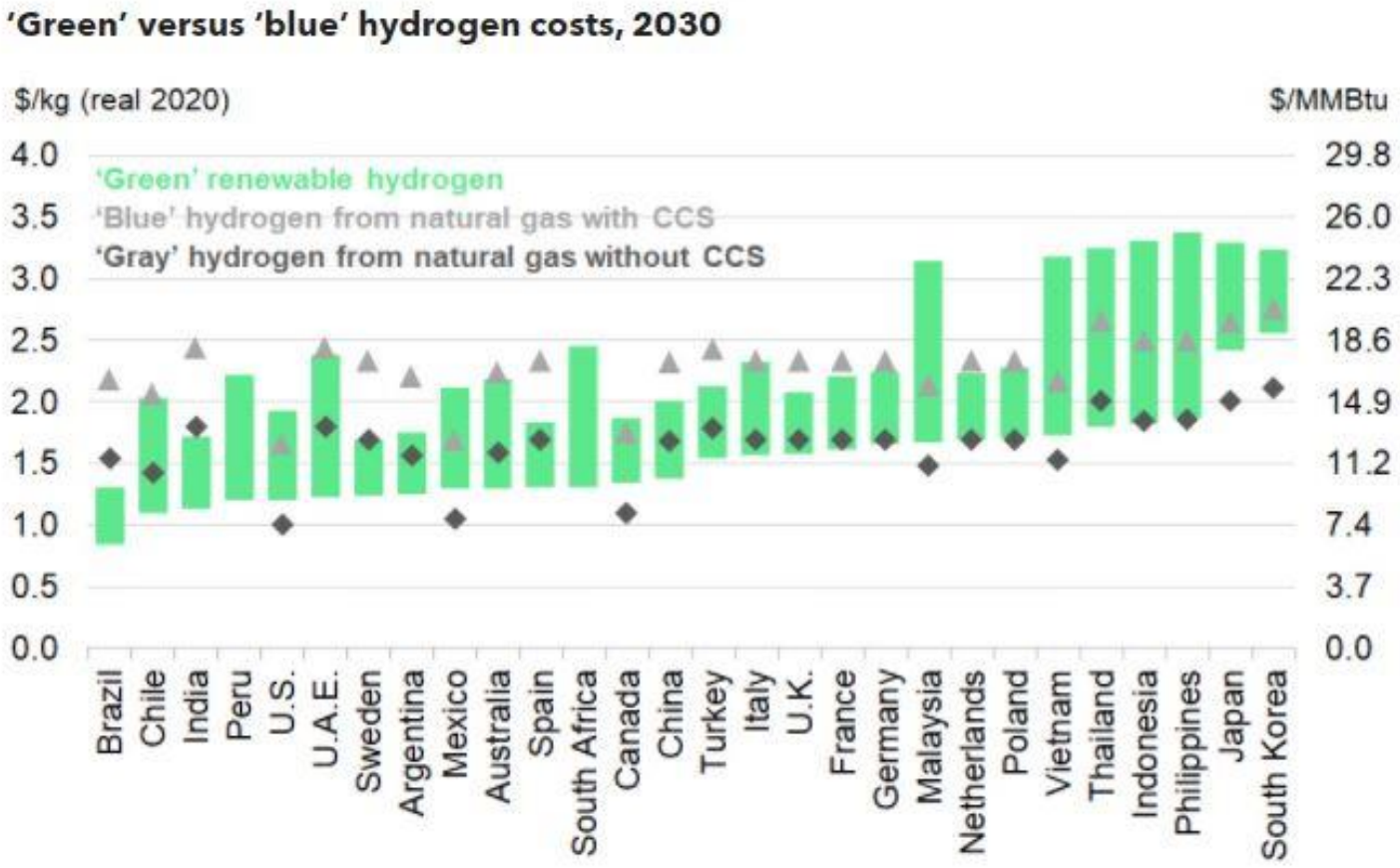


- Relatório da McKinsey & Co. de março 2019, indica que baterias com um custo de US$ 100/kWh (junto com algumas outras áreas de redução de custos) levaria a paridade de custo de fabricação de veículos elétricos versus motor de combustão interna.
- A McKinsey & Co. projetou que isso aconteceria em 2025, mas as reduções do custo da bateria podem estar acelerando muito isso.
- BNEF prevê que a indústria verá US$ 100/kWh até 2023.

“Hard-to-abate” sectors

Source: Energy Transition Commission, energypost.eu

‘Green’ Hydrogen to Outcompete ‘Blue’ Everywhere by 2030



Source: BloombergNEF

Note: Assumes our optimistic electrolyzer cost scenario. Renewable H2 cost range reflects a diversity of electrolyzer types, from Chinese alkaline (low) to PEM (high). Assumes equal CCS costs in all countries.

"Green Ammonia vs Green Ammonia (Effect of Russia-Ukraine War)

Obrigado !

tolmasquim@ppe.ufrj.br

RIO GRANDE DO NORTE

SEDEC - Secretaria Estadual de Desenvolvimento Econômico

Guido Salvi dos Santos
Coordenador da Assessoria Técnica
SEDEC

www.sedec.rn.gov.br

RIO GRANDE DO NORTE
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – SEDEC

SEDEC

PORQUE INVESTIR NO RIO GRANDE DO NORTE

RIO GRANDE DO NORTE
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – SEDEC

SEDEC

- **Incentivos** Fiscais diferenciados
- **Posição Geográfica** estratégica
- **Mineração**
- Polo **Cloroquímico**
- **Pesca e Aquicultura**
- **Turismo**

- Energias **Renováveis**

POSIÇÃO GEOGRÁFICA ESTRATÉGICA

RIO GRANDE DO NORTE
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – SEDEC

SEDEC

- **Posição Geográfica privilegiada e central** em relação à Europa, América do Norte, África e Oriente Médio;

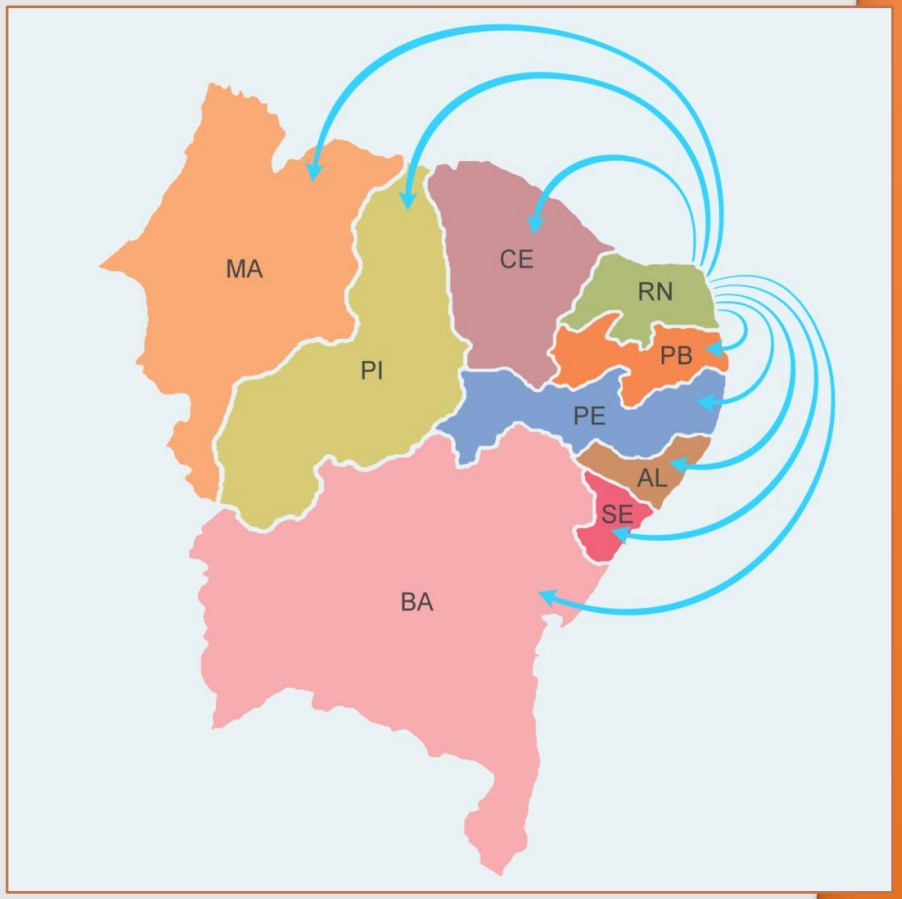
Nova York (EUA) - 6500 km
Miami (EUA) - 6000 km
Lisboa (Portugal) - 5600 km
Dakar (Senegal) - 3000 km
Cape Town (África do Sul) - 6300 km

POSIÇÃO GEOGRÁFICA ESTRATÉGICA

RIO GRANDE DO NORTE
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – SEDEC

SEDEC

- **Temperaturas anuais** variam entre 18º C e 32º C, com média de **mais de 300 dias de sol por ano**;
- **Clima** beneficiam a fruticultura, aquicultura e geração de energia solar e eólica;
- **O RN** tem uma posição geográfica **mais centralizada** na região, que facilita o alcance aos demais estados.



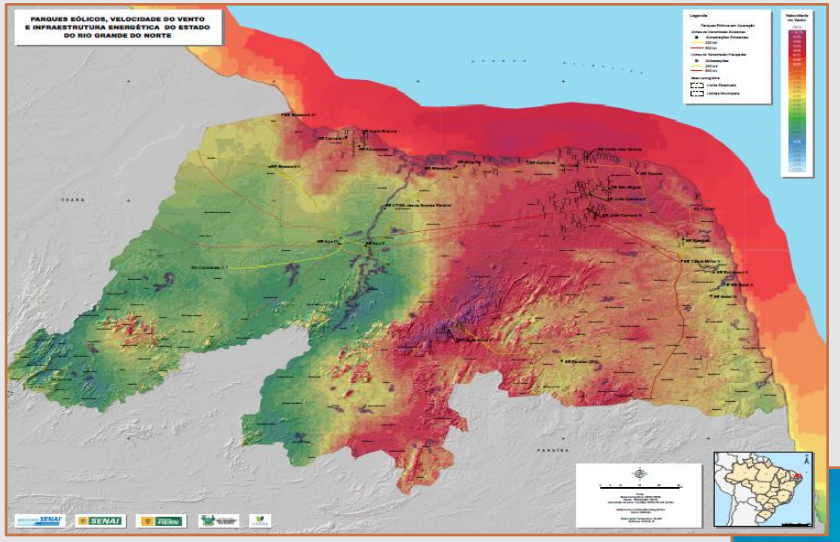
ENERGIAS RENOVÁVEIS

ENERGIA EÓLICA – Offshore e Onshore

RIO GRANDE DO NORTE
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – SEDEC

SEDEC

- **ENERGIA EÓLICA**
  - **Maior produtor do país** – 6,3 gigawatts de potência instalada e outros 4 G em andamento.
  - Possui 208 parques eólicos em operação, 45 em construção e 82 contratados (dados de abr/22).
- **Potencial** de, até, 140 gigawatts para eólica offshore,



Ventos fortes

Unidirecionais

Constantes

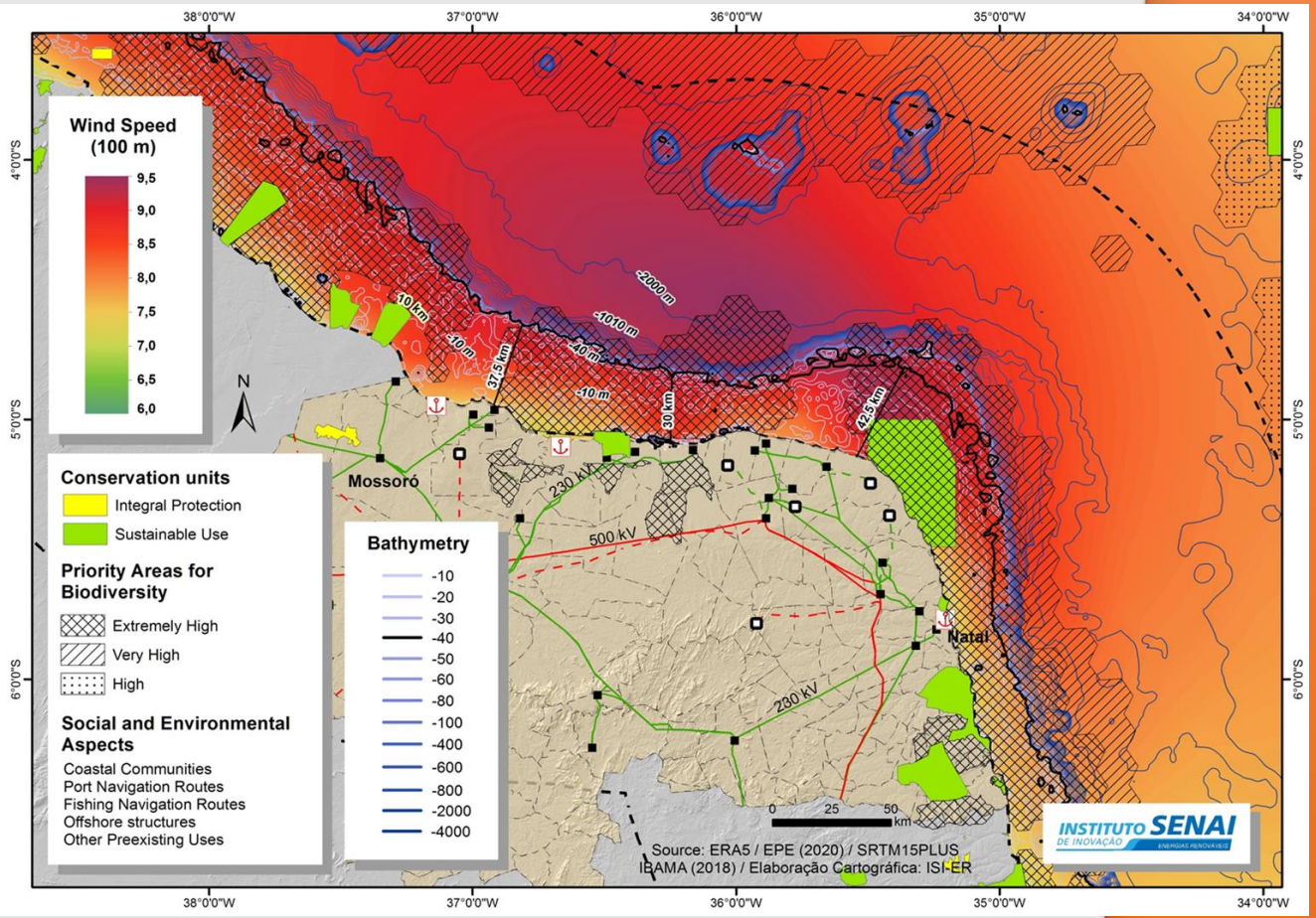
ENERGIAS RENOVÁVEIS

ENERGIA EÓLICA – Offshore e Onshore

RIO GRANDE DO NORTE
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – SEDEC

SEDEC

- Maior potencial de geração eólica offshore do Nordeste: aprox. **140 GW**;
- Fator de Capacidade médio anual de **61%**;
- Faixa de profundidade de 0 a 20m a uma distância de cerca de 20 km da costa;
- 7 projetos já em fase de licenciamento no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), com potência média instalada de 2 GW cada.



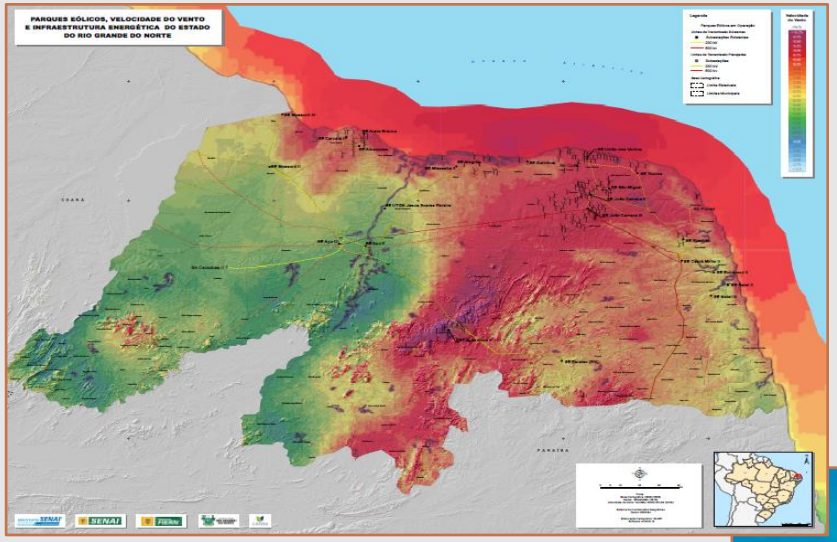
ENERGIAS RENOVÁVEIS

ENERGIA EÓLICA – Offshore e Onshore

RIO GRANDE DO NORTE
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – SEDEC

SEDEC

- Dados serão atualizados em tempo real e estão disponíveis desde março de 2022;
- Instalada torre anemométrica com 170 m de altura;
- Instalação de 6 estações meteorológicas para medição de irradiação solar;
- Instalação de estação de medição *offshore*



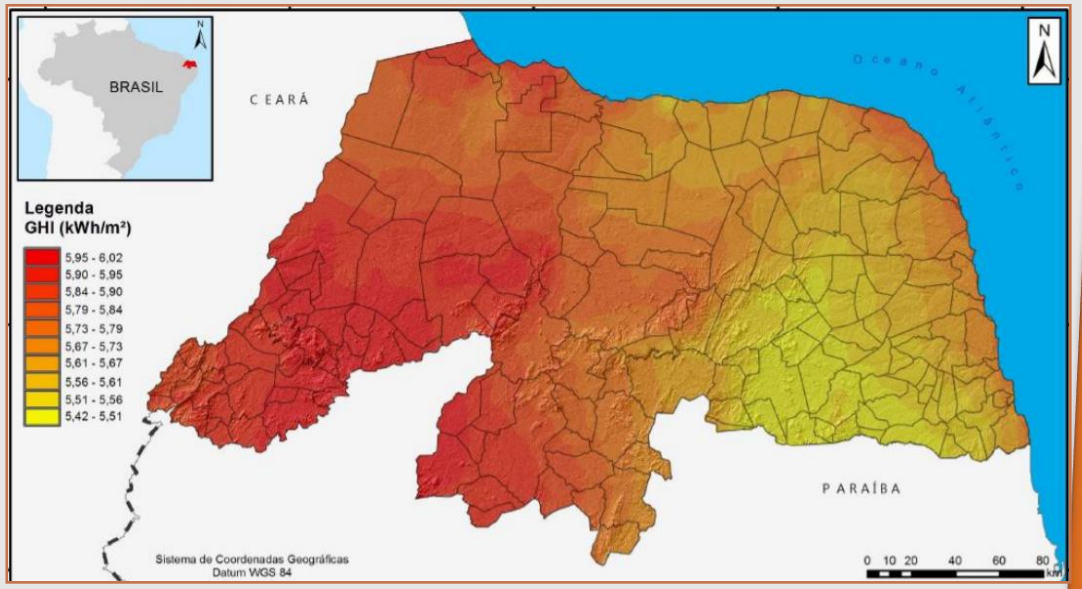
ATLAS EÓLICO E SOLAR DO RN

ENERGIAS RENOVÁVEIS

RIO GRANDE DO NORTE
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – SEDEC

SEDEC

- **ENERGIA SOLAR**
  - Clima adequado para o desenvolvimento de plantas solares, em todo estado;
  - 300 dias de sol por ano;
  - Plantas em operação: 12;
  - Plantas am andamento: 55



CAPACITAÇÃO

- Possui o maior centro de formação profissional do país em energias renováveis; 27 Instituições de Ensino Superior e 22 campi do Instituto Federal de Educação e Tecnologia.

ENERGIAS RENOVÁVEIS

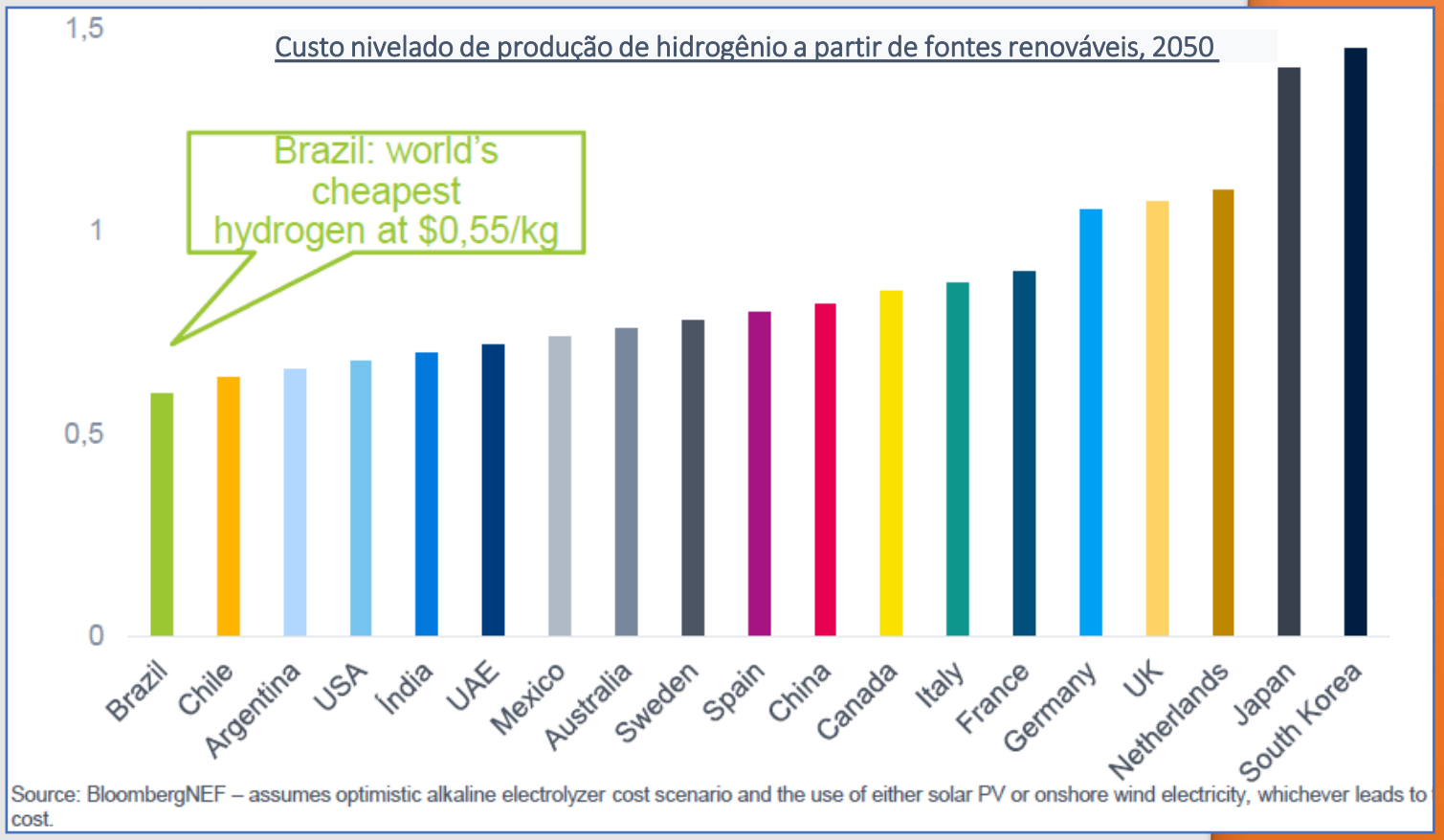
ENERGIA EÓLICA – Offshore e Onshore

SEDEC

Potencial do RN para a produção de hidrogênio verde, amônia verde, e-metanol

Estudos em andamento em diversas áreas

- viabilidade técnica, econômica, ambiental,
- infraestrutura,
- logística e
- cadeia de valor e sinergia com a energia eólica offshore



Fonte: BloombergNEF (2021)

ENERGIAS RENOVÁVEIS

ENERGIA EÓLICA – Offshore e Onshore

RIO GRANDE DO NORTE
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – SEDEC

SEDEC

Principais empresas mundiais presentes no RN

- Maior hub de serviços para instalação e manutenção de parque eólico do Nordeste;
- Centros de Distribuição de Peças e Componentes;
- 3 indústrias especializadas na construção de torres e bases de concreto;
- Maior bancada de testes de Caixas de Engrenagens da América Latina, até 2,5 MW.

WOBBEN WINDPOWER
ENERCO
Vestas
enel Green Power
ABS Wind Brasil
DIS DOIS A TOWER SYSTEM www.doisats.com
SERVENG ENERGIA VENTOS POTIGUARES
edp renováveis
NORDEX
acciona Windpower
Gamesa
SIEMENS
enerfín grupo elecnor

ENERGIAS RENOVÁVEIS

ENERGIA EÓLICA – Offshore e Onshore

RIO GRANDE DO NORTE
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – SEDEC

SEDEC

- **ENERGIA SOLAR**
  - CENTRO INTERNACIONAL DE OPERACIONALIZAÇÃO da VOLTALIA (Mossoró / RN);
  - Controla e gerencia a operacionalização e manutenção de plantas no Brasil e em mais 27 países.

voltalia

ENERGIAS RENOVÁVEIS

PARCERIAS

RIO GRANDE DO NORTE
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – SEDEC

SEDEC

Memorando de entendimento com a Ocean Winds para desenvolvimento de projetos eólicos offshore com associação de geração independente de hidrogênio verde

OW OCEAN WINDS

Memorando de entendimento para Implantação de planta de Armazenamento de energia gravitacional

ENERGY VAULT
Enabling a Renewable World

Memorando de entendimento para Implantação parque eólico offshore e produção de hidrogênio e amônia verde

ENTERPRIZE ENERGY

+

IER
Internacional Energias Renováveis

+

BI ENERGIA LTDA

ENERGIAS RENOVÁVEIS

PARCERIAS

RIO GRANDE DO NORTE
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – SEDEC

SEDEC

Desenvolvimento de Parcerias Internacionais

Ørsted

British Consulate-General

MERCOSUL AHK CÂMARA BRASIL ALEMANHA

edp renováveis

ENERGIAS RENOVÁVEIS

PARCERIAS

RIO GRANDE DO NORTE
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – SEDEC

SEDEC

Desenvolvimento de Parcerias Internacionais

Alísios Potiguares - RN

Capacidade registrada em FCA: 1.8 GW

Assinatura do Memorando de Entendimento com a CIP/COP para o desenvolvimento do projeto eólico offshore Alísios Potiguares e produção de hidrogênio verde

COP

CIP
COPENHAGEN INFRASTRUCTURE PARTNERS

POTENCIAL TECNOLÓGICO

(Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação)

RIO GRANDE DO NORTE
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – SEDEC

SEDEC

- Centros de formação para a área de energias renováveis: IFRN, UFRN, UERN e o ISI - Instituto SENAI de Inovação – Energias Renováveis e Gás Natural;
- Parque Científico e Tecnológico Augusto Severo (PAX) em implantação (operação prevista para 2023);
- Pesquisa sobre as potencialidades do estado: energias renováveis, minerais, cerâmicas, cosméticos e aeroespacial;
- LAIS – Laboratório de Inovação Tecnológica (Saúde);
- IMD – Instituto Metrópole Digital;
- Núcleo de Redes Avançadas – UFRN – Redes GigaNatal, GigaMetrópole e Infovia Potiguar;
- Centro Tecnológico Mineral do RN – IFRN – Cidade de Currais Novos.

Parque Científico e Tecnológico “Augusto Severo” (PAX)

CRIAÇÃO E MODERNIZAÇÃO DE INCENTIVOS FISCAIS

RIO GRANDE DO NORTE
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – SEDEC

SEDEC

- **PROEDI -** Programa de Estímulo ao **Desenvolvimento Industrial**

  Concessão de crédito presumido do ICMS (**por setor estratégico**): 90 a 95%

  - **Energia eólica e solar**
  - Química, farmacoquímica e petroquímica
  - Motores, autopeças, aeronaves, metalurgia
  - Eletro, eletrônicos, ópticos, informática
  - Têxtil, confecções e calçadista

CRIAÇÃO E MODERNIZAÇÃO DE INCENTIVOS FISCAIS

RIO GRANDE DO NORTE
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – SEDEC

SEDEC

- **PROEDI -** Programa de Estímulo ao **Desenvolvimento Industrial**

- Diferimento do ICMS, devido:
  - na importação e nas aquisições interestaduais de **máquinas e equipamentos**;
  - nas aquisições interestaduais de insumos utilizados como **matéria prima**.

OUTROS INCENTIVOS FISCAIS

RIO GRANDE DO NORTE
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – SEDEC

SEDEC

- **SUDENE**
  - Redução de 75% do IRPJ, como incentivo para investimentos instalados no Nordeste;

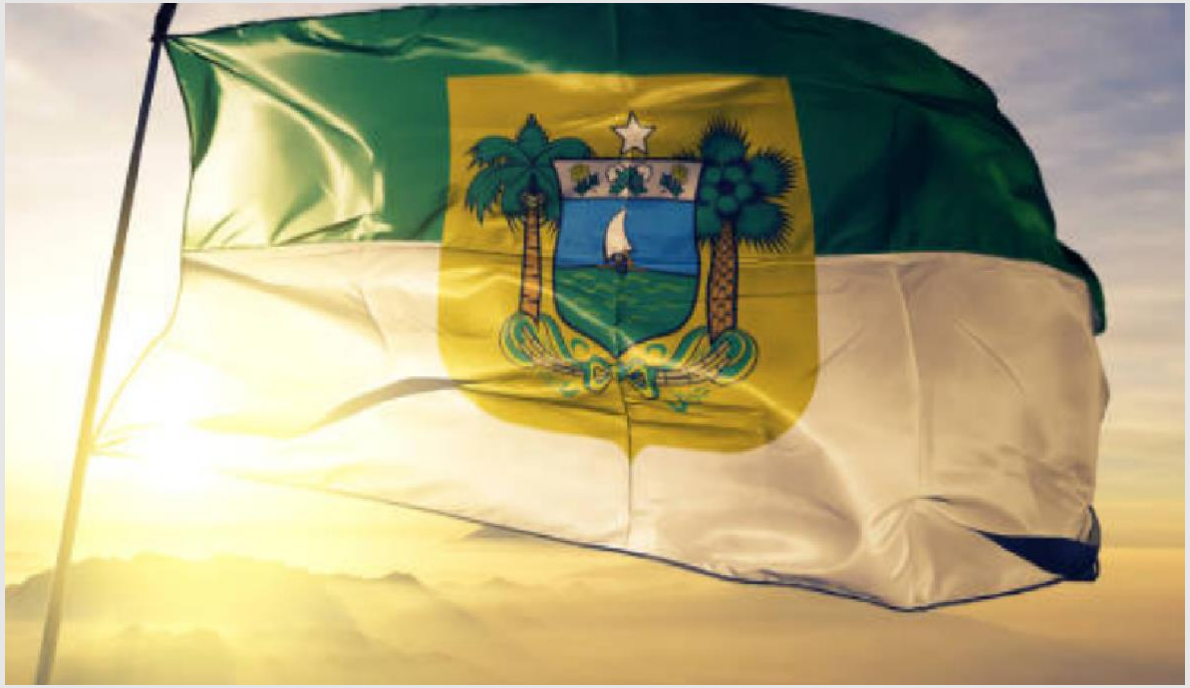
RIO GRANDE DO NORTE

UM NORTE PARA SEUS INVESTIMENTOS

SEDEC - Secretaria Estadual de Desenvolvimento Econômico

Guido Salvi dos Santos
Coordenador da Assessoria Técnica da SEDEC

sedec@rn.gov.br | +55 84 99962-3429
www.sedec.rn.gov.br



RIO GRANDE DO NORTE
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – SEDEC

SEDEC

29 de Junho de 2022

Energia eólica offshore e hidrogênio verde: as sinergias e os desafios que vemos

14º Fórum Nacional Eólico

Sylvain Jouhanneau

Engenheiro com 12 anos de experiência no setor de energia e no Grupo EDF(Électricité de France). Responsável pelo gerenciamento de equipes operacionais, desenvolvimento e liderança de projetos e unidades de negócios em várias regiões (França, Índia, Brasil, Uruguai, Peru, Senegal...). Atualmente é responsável pela área de Modelos Emergentes LATAM, como eólica offshore e hidrogênio, para a EDF Renewables do Brasil.

O Grupo EDF: uma empresa internacional especializada em energia elétrica de baixo carbono

Grupo EDF, líder mundial em energia[1]

165.200
Colaboradores

38,5 milhões
Clientes no mundo

Nº 1
Em renováveis na Europa

€71,3 bilhões
Receitas

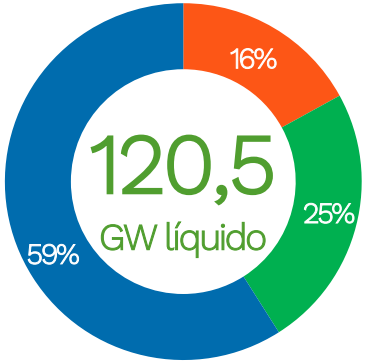
€713 milhões
Investidos em P&D

Nº 5
Em renováveis no mundo

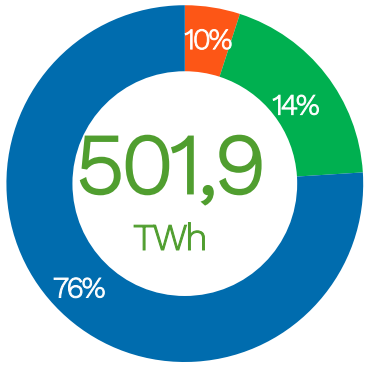
83,7%
Participação do governo francês

Um mix de geração 85% baseado em nucleares e renováveis

Potência instalada

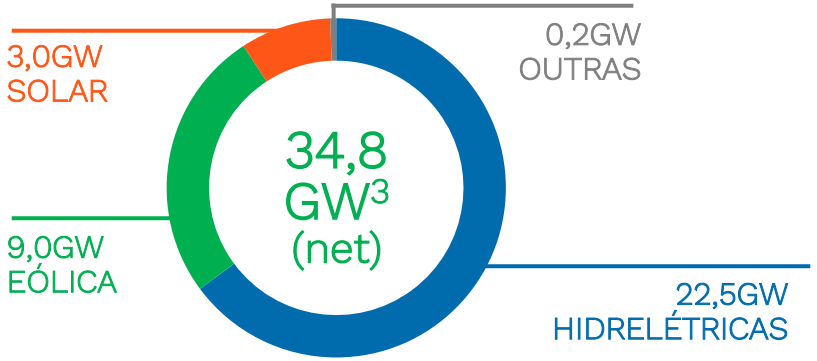


Energia gerada



Nuclear **Termelétrica** **Renováveis**
Hidro, eólica e solar

EDF Renewables, especialista em renováveis



A EDF Renewables tem a meta de dobrar a capacidade global em energia renovável e atingir 60 GW até 2030[2]

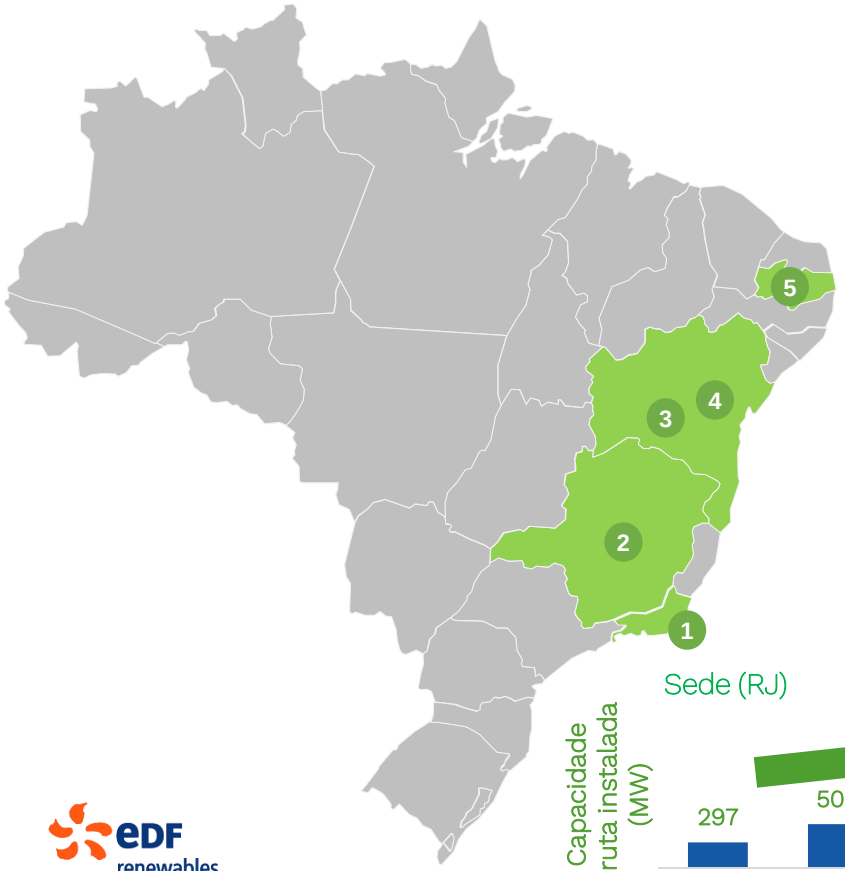
EDF renewables

[1]Valores referentes à Dez-21
[2]Incluindo hidrelétricas
[3]Incluindo projetos em desenvolvimento

EDF Renewables Brasil: uma subsidiária em rápido crescimento, especialista em desenvolvimento, construção e operação de parques eólicos e solares

Um caminho para continuar desenvolvendo projetos solares e eólicos e iniciar **a implantação de projetos eólicos offshore e de hidrogênio verde**.

EDFR no Brasil

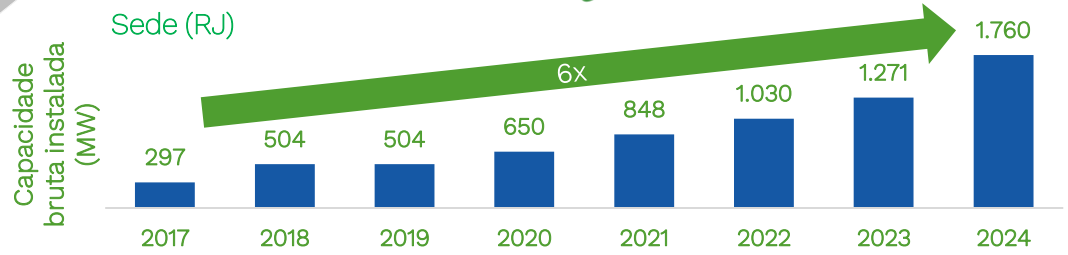


2 Complexo Solar Pirapora (MG)

3 Parque Eólico Ventos da Bahia (BA)

4 Complexo Eólico Folha Larga Norte (BA)

5 PARQUE EÓLICO SERRA DO SERIDÓ



≈ 1.760 MW*
Pipeline

423 MW
Capacidade em construção

1 GW
Capacidade bruta em operação

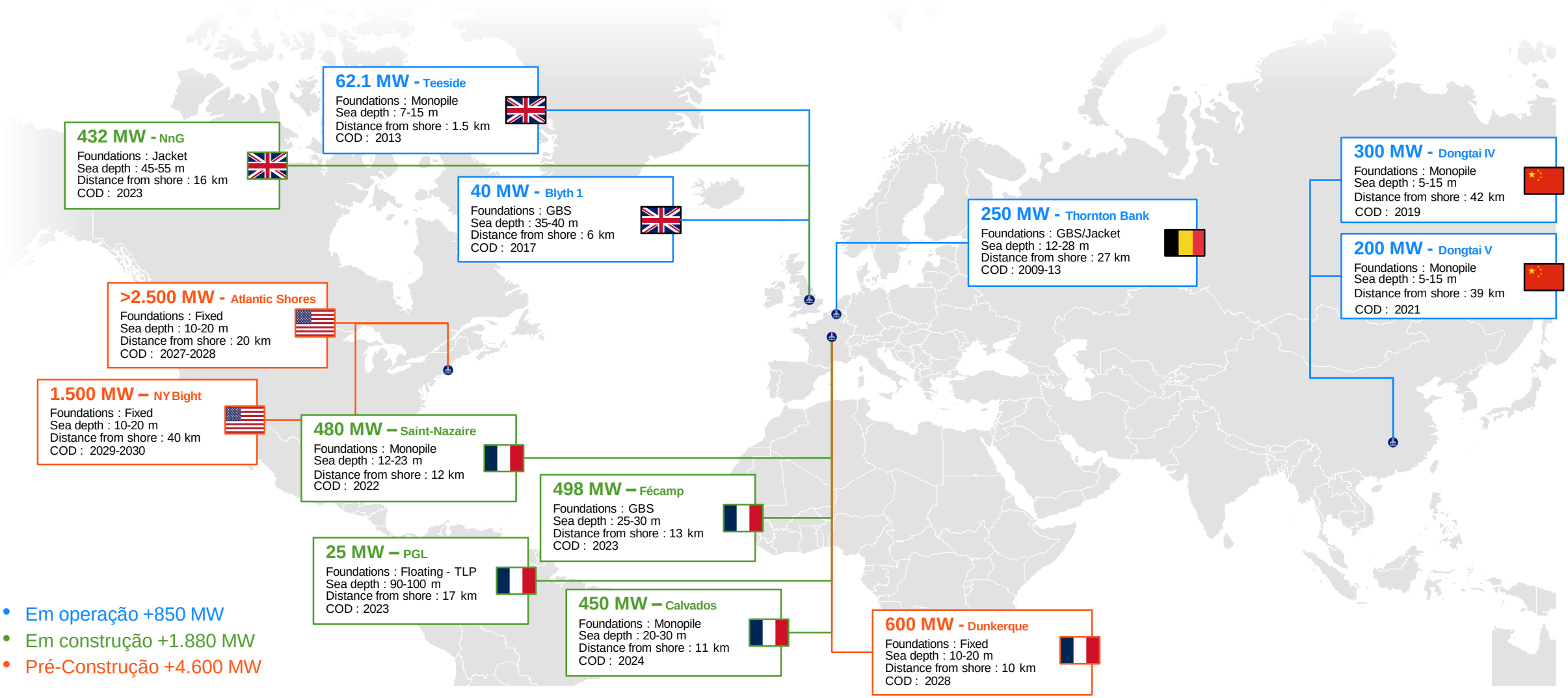
Mais de 100
Funcionários

Expertise
Para desenvolver os projetos mais competitivos (greenfield & brownfield)

** Considera parques em desenvolvimento, em construção e em operação.*

Assista nosso vídeo institucional

No mundo, possuímos um robusto portfólio de projetos de energia eólica offshore



- Em operação +850 MW
- Em construção +1.880 MW
- Pré-Construção +4.600 MW

Contamos com um pipeline de projetos eólico offshore de +13 GW*

** Considera parques em desenvolvimento, em construção e em operação.*

Hidrogênio verde: parte da estratégia da EDF desde 2000 e temos como ambição alcançar 3GW instalados até 2030

Uma organização eficiente dentro do Grupo para projetos de H2V

EDF renewables

Desenvolver projetos de H2V mundialmente.

- **N°1 na Europa** em geração de energia renovável
- Negócio principal: **desenvolver renováveis competitivas**, adaptável pelo cronograma e por localidade
- **Organização interna eficiente** com times experientes e locais
- Pipeline de projetos de H_2 e derivados (x5) nas regiões de **EUA, RU, AL e MENA**

hynamics EDF GROUP

Desenvolver projetos de hidrogênio de baixo carbono na França e na Europa desde 2019.

- Criada em 2019
- H2 produzido pela eletrólise da água, distribuído e comercializado
- Soluções "All-in-one" (projeto, desenvolvimento, financiamento, construção e O&M)
- Expertise sobre electrolizers e 1º projeto operacional em 2021

EDF R&D team

Suportar as subsidiárias do grupo no desenvolvimento de projetos de H2V

- Expertise sobre o estado da arte com **22 anos de experiência em P&D**
- Projetos piloto na Europa por meio de sua subsidiária Eifer
- Presença internacional

McPhy

- Um parceiro industrial e comercial, **liderando o mercado de tecnologias em electrolizadores** para o desenvolvimento de soluções de hidrogênio sem carbono desde 2018
- Em 2018, a EDF investiu 16 milhões de euro na McPhy por 21% da empresa

Nosso objetivo é contribuir com o uso de H2V para a descarbonização dos principais setores da economia

Projetos de grande mobilidade

1-10 MW

Um ou vários clientes localizado na mesma zona

3 anos de desenvolvimento + construção

Sempre o mesmo layout: produção local + armazenamento + estação de distribuição

Off takes organizados por maturidade:

Agora — 2025 — 2027

Projetos industriais

>20 MW

Um parceiro industrial importante

>5 anos de desenvolvimento + construção

Layout depende das necessidades do cliente, com a planta de H2 diretamente feita em suas áreas

Pequeno porte (1-20MW)
- Vidro
- Metalurgia
- Químicos

Grande porte (20-2.000MW)
- Produção de amônia/fertilizante
- Metanol a partir de CO2 (cimento)
- Refinarias
- Redução Direta de Ferro

Atualmente, somos um dos poucos players com projetos de hidrogênio verde operacionais

➢ Nós desenvolvemos uma expertise para replicar projetos semelhantes em outras geografias, com uma capacidade única de mitigar os riscos e superar as dificuldades desses projetos complexos

- Um projeto industrial no Reino Unido: Design básico

40 MW de capacidade instalada em 2025 a partir dos 62 MW do projeto Teesside Offshore Wind Farm em operação combinados com uma nova UFV de 40MW

- **Objetivo** : Produção de H2V em Teesside se tornar o primeiro hub industrial e de transporte de hidrogênio do Reino Unido.
  - ➢ O site foi projetado para ser capaz de expandir para mais 500MW
- **Parceiros** : *EDF Renewables, Hynamics* (EDF Group) e EDF Energy
- **Potencial** : Muitos offtakers de hidrogênio em ambos setores, de transporte e industrial (fabricantes de amônia e fertilizantes, químicos, mineração....)

- Um projeto de mobilidade na França AuxHYGen

Estação de **1 MW** (3MW em 2025) **400 kg** de H_2/d (1.200 kg/d em 2025)

- **100% alimentado por energia renovável**
- **5 ônibus municipais** (+4 em 2025)
- Um **trem de H_2** (em 2025)

- Um projeto industrial na Alemanha WESTKÜSTE 100

30MW em 2023 para **500MW** em 2025 e

2,1GW em 2030

- **Objetivo:** Substituir o hidrogênio cinza de uma refinaria, criar um hub de produção com metanol & hidrocarbonetos sintéticos e injeção de gás na rede
- **Transporte**: Parte do H2V será transportado por gasodutos dedicados à hidrogênio
- **Joint venture** formada pela Hynamics, Ørsted e a Refinaria de Heide (1ª fase – 30 MW). No total, 10 parceiros "Westküste 100" também irão trabalhar em uma segunda fase com electrolizadores de larga escala (múltiplos GW).

E nós queremos ir mais longe, liderando o mercado e contribuindo para a transição energética mundial

H2V: possuímos um sólido conhecimento

2000 — eifer
EDF R&D
Ingéum

- P&D sobre as tecnologias dos **eletrolisadores** e das **celulas a combustível**
- Estudos de engenharia e sobre o mercado de hidrogênio
- Participação em **projetos europeus de renome** (H2Ships, Cosmhyc, H2ME, SOEC...)

2018 — McPhy

- EDF investiu 16MMEUR na McPhy para obter 21% de participação
- Teste de um eletrolisador da McPhy nos laboratórios em **Les Renardieres**

2019 — hynamics EDF GROUP

- Criação da **Hynamics**

2020 — EDF renewables

- Primeira oportunidade para projetos de H2 mundialmente para a **EDF Renewables** (Oriente Médio, EUA, China, LATAM)

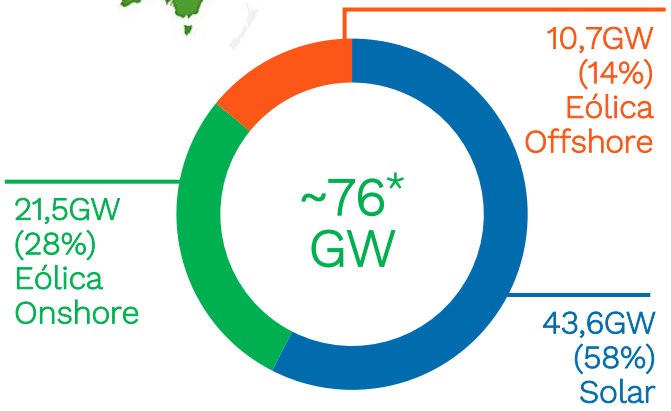
2022 — EDF

- O Grupo EDF anunciou a meta de 3GW de eletrolisadores instalados até 2030

Renováveis: queremos dobrar nossa capacidade instalada

Com um portfolio diversificado geograficamente..

... E entre fontes.



Meta de crescimento em renováveis

60 GW
de capacidade líquida renovável mundialmente em 2030

EDF renewables

Considerando projetos em operação, desenvolvimento e prospecção

Eólica offshore + hidrogênio verde: um mar de oportunidades a frente

Geração de energia

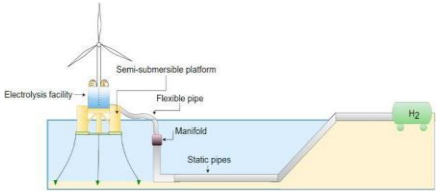
EOL OFFSHORE

Duas estruturas:
- Fixa
- Flutuante

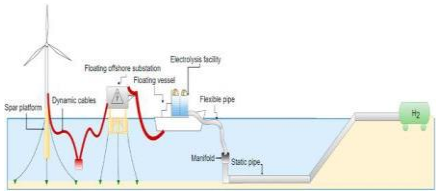
Suas vantagens
- + Energia
- + Estável

Produção de H_2
(tipos de arranjos geração + eletrólise)

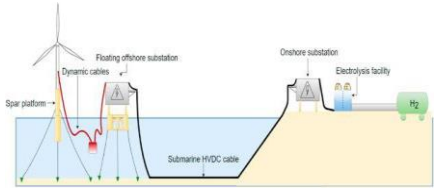
Descentralizada



Centralizada – fixa / flutuante



Centralizada – onshore



Armazenamento/ conversão de H_2

C

Compressão:

220, 350 ou 700 bar

- Vasos de pressão
- Cavernas salinas
- Outros

L

Liquefação:

A T = 20K

- Reservatórios de H_2 líquido

A

Produção de amônia:

1 kg H_2 – 5,6 kg NH_3

Transporte

C — Gasodutos off/onshore de H_2

C — Embarcações com H_2 comprimido

C — Rodoviário de H_2 comprimido

L — Embarcações com H_2 líquido

A — Embarcações com amônia

Usos
(com maior potencial no curto/médio prazo)

Indústria de transportes (urbano, rodoviário, aquaviário, etc)

Químicos/ Petroquímicos/ Fertilizantes

Geração de energia

Químicos/ Fertilizantes

Eólica offshore + hidrogênio verde: como o Brasil pode se tornar um player central com o desenvolvimento do setor

Os diferenciais brasileiros:

- Potencial eólico offshore (700 GW segundo a EPE)
- Grande disponibilidade de recursos renováveis
- Cadeia logística offshore de O&G bem desenvolvida
- Ambiente favorável para exportação e consumo local de H2V (e derivados)

Principais Sinergias

- Principais projetos de H2V serão próximos da costa, **aproximando a produção de hidrogênio da geração eólica offshore**
- Portos irão desenvolver **infraestrutura para empreendimentos eólicos e de hidrogênio visando a construção, conexão e exportação**
- **Perfil de geração eólica (volume + curva flat)** é benéfico para o suplemento de energia dos eletrolisadores
- **H2V será um road-to-market para a eólica offshore**, com a produção de vários produtos (não apenas de eletricidade)
- **Otimização do espaço** (onshore e offshore) brasileiro para a produção de H2V

Próximos desafios a serem superados para a energia eólica offshore e o hidrogênio verde entrarem em operação no Brasil

Eólica Offshore & H2V	Eólica Offshore	Hidrogênio Verde
• Decisões ágeis para não perdemos o "timing" do mercado	• Definição dos critérios e condições para assegurar as zonas de operação das eólicas offshore e a realização de um leilão robusto	• Legislação específica e clara a respeito da certificação de H2V • Regulação interna e mundial em linha para favorecer a exportação de H2V
• Regras de licenciamento claras • Processos bem definidos e ágeis	• Desenvolvimento dos componentes e da tecnologia necessária localmente	• Identificação dos custos e condições operativas dos modelos de conexão das plantas de H2V
• Interface de conexão offshore/onshore	• Definição sobre tipos de contratos (ACR vs ACL, modelos de bids, volumes, duração de contratos, etc)	• Desenvolvimento do mercado local • Grandes consumidores atuais migrando para o H2V
• Infraestruturas portuárias • Importação e/ou fabricação local dos equipamentos • Treinamentos e capacitação profissional • Transportes marítimos/terrestres disponíveis		

1 O desafio regulatório é o mais urgente e deve ser resolvido por todos os agentes do setor em conjunto

2 O desafio comercial é o próximo passo, a fim de garantir a viabilidade e criar a demanda necessária para esses produtos

EDF renewables

Brasil, 2022:

O momento e o lugar certos para se preparar e se posicionar como uma potência mundial de exportação de H2V (e seus derivados), acelerando a transição energética local e contribuindo como um dos líderes da transição energética do global.

Obrigado!

Sylvain Jouhanneau
sylvain.jouhanneau@edf-re.com.br
+55 21 99871 3541

voltalia

O&M and Technologies

May 10th, 2022

SOLAR WIND HYDRO BIOMASS STORAGE

www.voltalia.com

Key Figures LATAM

2.0 GW
in operation
IPP + 3rd party

5.0 GW
pipeline of projects
PV + Wind

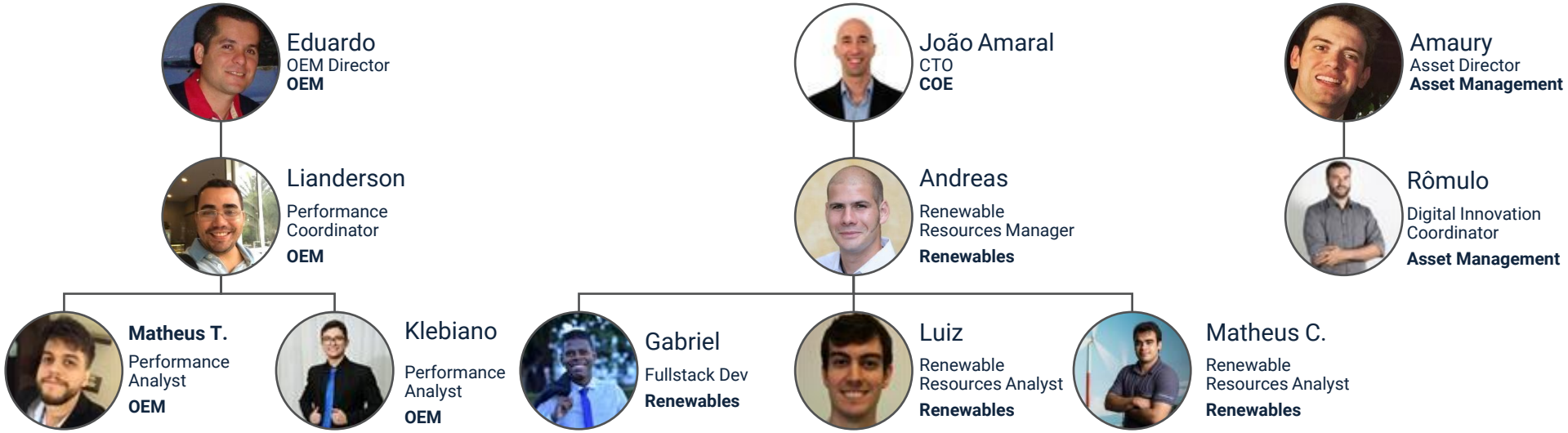
4
countries
In Americas

67
dedicated employees

As of 31.12.2021

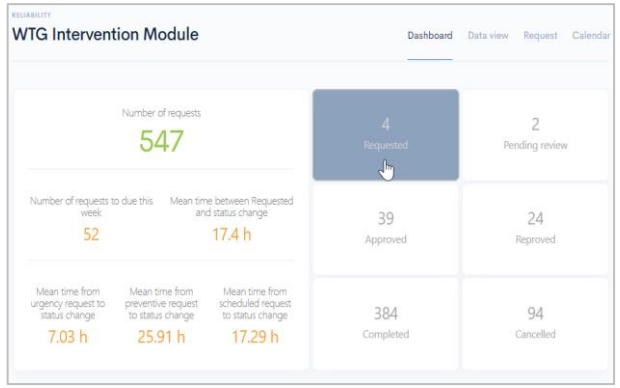
Analytics Engine Enviroment

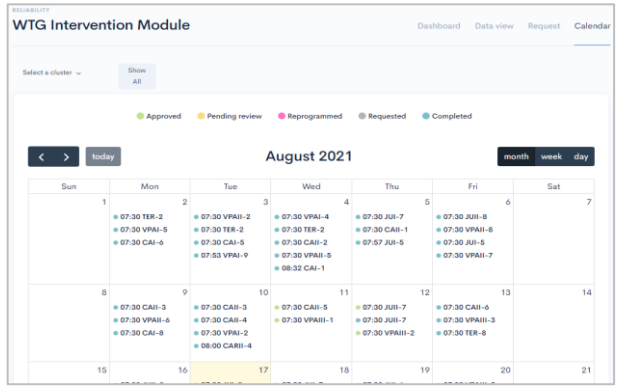
Analytics Team



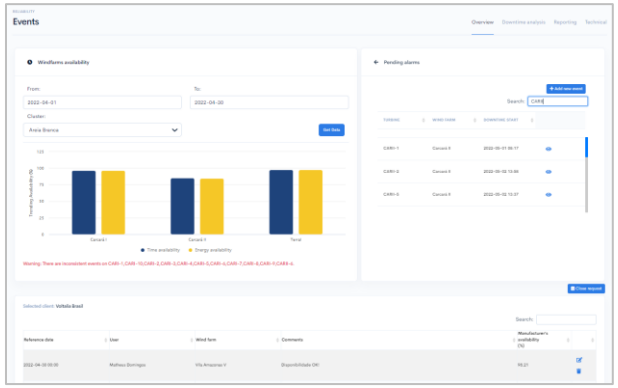
Analytics Engine Overview

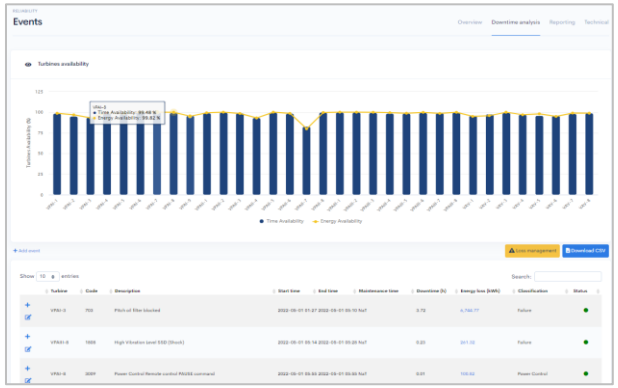
Intervention System





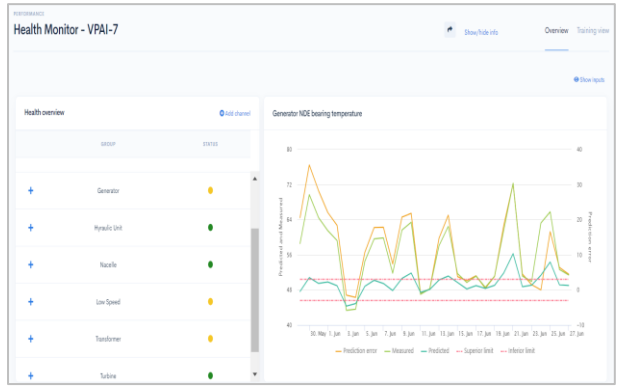
Events Management

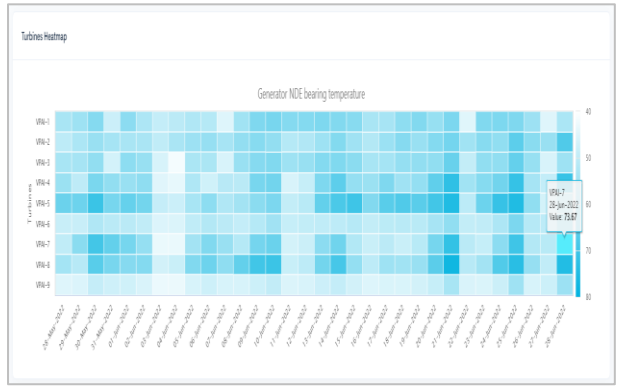




Turbine Performance

Health Monitor





Failures on Wind Turbines

Rework

- Autoreset alarms
- Bad troubleshooting
- Monitorable by maintenance KPIs

Pitch / hydraulic system leak

- Turbine auto off/on
- Monitorable by oil level sensor

Generator brushes / ring

- Older ones degraded very fast, not much of a problem anymore

Power Curve

- Anemometer degradation
- Yaw misalignment
- Yaw offset
- Monitorable by the operational curve and historical

Gearbox / Bearings

- Cracks/damage due to wear cause increased friction
- Temperature increases over time
- Predictable!

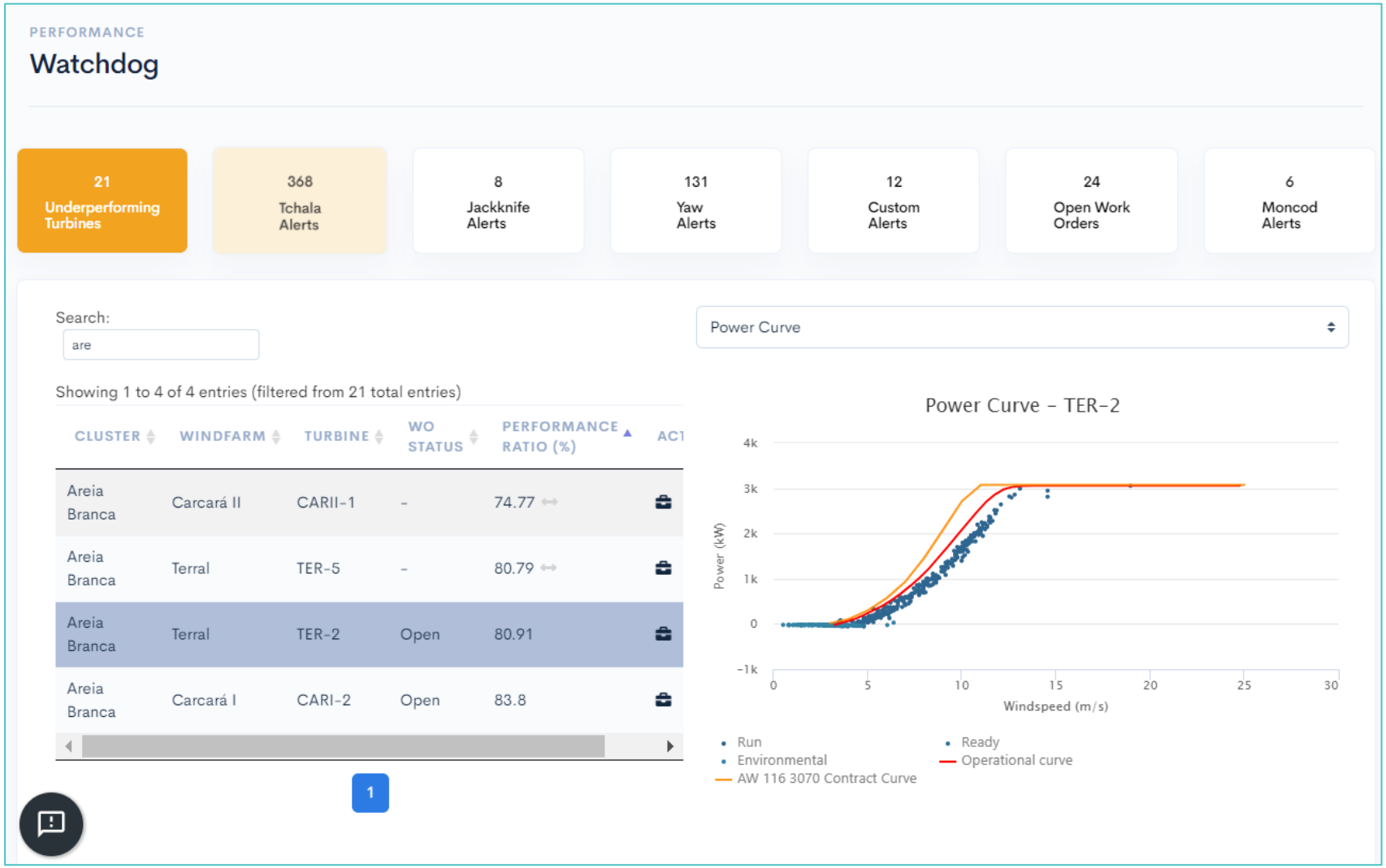
Generator / Transformer

- Insulation problems, parasitic currents
- Temperature increases / currents become unbalanced over time
- Predictable!

Info from turbine SCADA:

- Status code
- Alarms
  - Operation mode change
  - Simple thresholds

Hub Issues: Watchdog



Consolidated dashboard with main metrics and warnings monitored by system. All the points of interests are available on the web page.

Remarkable alerts:

- Underperformance;
- Yaw misalignment;
- Health alerts;
- Unsolved tickets;
- Customizable temperature alerts;
- Recurrent failures.

Cases

Fleet of 10 WTGs – 30MW – over a year – 0.5% EAP saving

Notification Date	Turbine	Deviation	PPA (R$/MWh)	Derating (KWh)	Duration Estimated (Hours)	CF Period (%)	Save (R$)	Description
20190515	CAR106	Power curve above normal	R$ 151.04	3070	30	45%	R$ 6,212.56	In our reality, the most of anemometer problems don't cause immediate problems, but could affect the wind turbine control, leading to a power curtail or failures.
20190604	CAR107	Power curve below normal	R$ 151.04	3070	30	40%	R$ 5,517.02	In our reality, the most of anemometer problems don't cause immediate problems, but could affect the wind turbine control, leading to a power curtail or failures.
20191112	CAR105	Turbine dont reach rated power	R$ 151.04	70	8760	57%	R$ 52,440.16	A wrong parameter setup led to a power constraint. This kind of problem could take some years to be fixed. We assumpted one year in our analysis
20191112	CAR103	Turbine dont reach rated power	R$ 151.04	70	8760	57%	R$ 52,440.16	A wrong parameter setup led to a power constraint. This kind of problem could take some years to be fixed. We assumpted one year in our analysis
20191112	CAR109	Turbine dont reach rated power	R$ 151.04	70	8760	57%	R$ 52,440.16	A wrong parameter setup led to a power constraint. This kind of problem could take some years to be fixed. We assumpted one year in our analysis
							R$ 169,050.05	

Thank You!

Contacts

la.ribeiro@voltalia.com

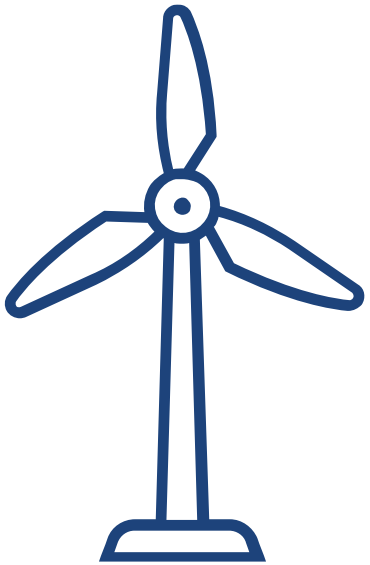
Performance Coordinator

Av. Professor Antônio Campos, Mossoró – RN
+55 84 98180 7346

www.voltalia.com

Available Information

A LOT of data!



Power

Wind Speed

RPM

Temperatures

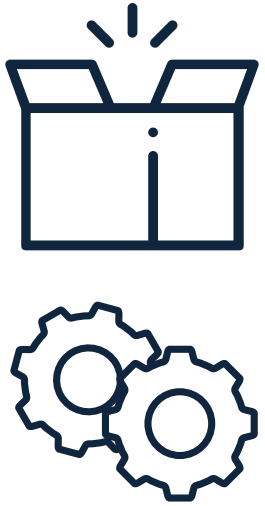
.....

Machine Learning

Decision Make Grid

Power Curve Monitoring

...



Is it working as it should?

Or is it abnormal?

OK

Alert

MANUTENÇÃO DE REDES DE MÉDIA TENSÃO SUBTERRÂNEAS COM BASE EM CONDIÇÕES DO SISTEMA DE CABOS: MÉTODOS DE DIAGNÓSTICOS.

Engº Alexandre Pinheiro da Silva[1]
Engº Luiz Gonzaga de Medeiros Filho [2]

SIMM Soluções, Departamento de Comissionamento, Divisão de Testes e Diagnósticos em Cabos Isolados

Av. Prudente de Moraes 4140 – Lagoa Nova – Natal/RN

alexandre.pinheiro@simmsolucoes.com.br

luiz.medeiros@simmsolucoes.com.br

RESUMO

Redes de média tensão subterrâneas são ativos importantes em sistemas de distribuição e geração de energia. Os cabos de média tensão são desenvolvidos e projetados para uma vida útil de 20 a 30 anos de serviço contínuo. No entanto, com uma exigência cada vez maior por disponibilidade da rede, avaliações periódicas de cabos, emendas e terminações são necessárias para serem realizadas manutenções preditivas baseadas na real “saúde” do sistema.

Com a finalidade de se fazer um levantamento da operacionalidade de redes subterrâneas, são utilizados métodos de diagnósticos em cabos isolados com o intuito de prover informações relevantes do estado de degradação de seu isolante e desta forma aplicar programas eficientes de manutenções baseado nos resultados de ensaios elétricos. O teste de tensão aplicada em baixa frequência VLF (*Very Low Frequency*) juntamente com as ferramentas de medição de fator de dissipação (ou tangente de delta) e descargas parciais, são aliados dos engenheiros de testes, facilitando uma tomada de decisão mais embasada em quando e onde intervir.

O método de diagnóstico de descarga parcial *offline* trata-se de uma ferramenta muito poderosa para manutenção com base em condição (CBM, do inglês) em redes de cabos de média tensão. Num futuro próximo, também serão considerados medições parcial on-line de descarga parciais em circuitos energizados. O diagnostico on-line de descarga parcial darão a possiblidade ao rede proprietário do empreendimento operar sua rede de cabo próximo aos limites de operação, no sentido de reparo em tempo ótimo: nem muito cedo nem muito tarde. A gestão de ativos de cabo se tornará ainda mais eficaz. As vantagens de se utilizar essas tecnologias em conjunto são ilustradas nesse trabalho.

Palavras-chave: *Redes de média tensão, manutenção preditiva, diagnóstico em cabos, fator de dissipação, tangente de delta, descargas parciais, Very Low Frequency, Manutenção com base em condições.*

ABSTRACT

Medium voltage underground networks are important assets in distribution and power generation systems. Medium voltage cables are designed and manufactured to have a life expectancy of 20-30 years of continuous service. However, with an increasing demand for network availability, periodic evaluations of cables, joints and terminations are required to perform predictive maintenance based on the actual “health” of the system.

In order to perform a survey about the reliability of underground systems, diagnostics methods are used in medium voltage cables to provide relevant informations on the degradation status of its insulations and to apply efficient maintenance programs based on the results of electrical tests. The Very Low Frequency (VLF) applied voltage test together with the dissipation factor (or tangent delta) and partial discharge measurements are the test engineers’ allied, facilitating more informed decision in when and where to intervene.

The partial discharge diagnostic method has shown to be a very powerful tool for CBM on medium voltage cable networks. In the near future, also on-line partial discharge diagnostic measurements on MV cable circuits will be realised. On-line partial discharge diagnostic measurements will enable the network owner to operate his cable network near to the upper limits, in the meaning of repair not too early and not too late. Management of cable assets will become even more effective.

The advantages of using these technologies together areillustrated in this paper.

Keywords: *Medium voltage underground cables, predictive maintenance, cable diagnostics, dissipation fator, tangente delta, partial discharge, Very Low Frequency (VLF), Conditionated Based Maintanance (CBM).*

I. INTRODUÇÃO

O mercado de energia renovável está à beira de um crescimento substancial, já que a maioria dos governos estabelecem cotas ambiciosas para inventivos fiscais na produção de energia renovável. O setor de energia eólica, em particular, deverá enfrentar um crescimento recorde até 2030. Claramente, tempos aureos estão à frente para os fornecedores de energia verde em termos de demanda. No entanto, para entregar os níveis de energia solicitados, a maioria dos empreendimentos precisarão encontrar melhores maneiras de gerenciar seus ativos.

Manutenção Baseada em Condições (CBM) é uma parte importante da gestão de ativos nesse mercado liberalizado da geração descentralizada de energia elétrica. Para sistemas coletores da energia gerada, em parques eólicos, que se utiliza de circuitos de cabo de média tensão em operação, é possível realizar avaliação condicional da rede subterranea por meio de ferramentas de diagnósticos. Resultados desta avaliação são dados de entrada para análise técnica e economica, resultando numa política de manutenção preditiva total da rede.

Será possível reparar antes da falha, após a determinação da condição local do cabo em operação. A possibilidade de identificação e intervenção para reparo antes da falha acontecer, reduz custos operacionais, aumenta a disponibilidade e confiabilidade do sistema. Para novos circuitos de cabo MT, certas ferramentas de diagnósticos podem ser aplicados durante a fase de comissionamento, para verificar condição atual dos cabos após a instalação e para habilitar aplicação da *CBM* no futuro.

II. Manutenção com base em condições (*CBM)* como parte de gerenciamento de ativos

CBM em cabos de potência tem como foco principal circuitos de cabos antigos. No entanto, tais diagnósticos de medições podem ser aplicados em novos circuitos de modo a permitir a introdução posterior destes novos ativos para o programa CBM.

a) Sistemas de cabos novos

- **Cabos Novos tipo papel impregnado (PILC).** Após instalação de circuitos novos de cabos em papel impregnado, o teste tensão aplicada DC (*hipot):* 4U0 durante 15 minutos. No entanto, cabos novos PILC são raramente instalados nos ultimos anos.
- **Cabos Novos tipos XLPE/EPR.** Após instalação de circuitos novos com cabos XLPE são testados como segue, em acordo com guia IEEE 400-2.
    - Teste de suportabilidade tensão aplicada VLF @ 0,1Hz (2,2Uo ; 60 min)
    - Teste de revestimento tensão negativa (- DC) até 10kV: 4kV por milimetro de cobertura durante 1 minuto.
    - Medição do fator dissipação (Tangente Delta) a 0,1Hz
    - Medição de Descargas Parciais para detecção de erro de execução em acessórios, ou pontos frágil ao longo do cabo.

b) Circuitos em operação – "Service aged cables"

A manutenção com base condicional em sistema de cabos, inicia-se com análise do histórico dos circuitos, em especial histórico de falhas durante operação da usina geradora. Informações adicionais fornecidadas pela equipe de O&M do parque, como relatos das condições de lançamento durante a implantação da rede subterranea, importancia do circuito na rede, são cruciais na tomada de decisão para implementação de testes de diagnóstico da rede subterranea. Em caso de testes de diagnósticos, o resultado será recomendações a respeito das condições operacionais do sistema de cabos. Adicionalmente aos resultados dos ensaios, leva-se em consideração também as condições de instalação, importancia do circuito em termos de carga de geração e requisitos de disponilbildade da usina. Estes resultados auxiliam na tomada de decisões em reparos antes da falha ocorrer, assim como possíveis investimentos em ações que mitigarão possíveis falhas e indisponibilidades dos circuitos. O fluxograma a seguir, demonstra a metodologia da CBM em redes subterraneas de MT:

A seleção de circuitos prioritarios para intervenção dependem de alguns fatores listados abaixo:

- Hitórico de falhas do circuito;
- Tipo de cabo, emendas, terminações e tempo de operação;
- Taxa de falha dos circuitos (cabos + acessórios) relevantes;
- Condições de acomodação: tipo de solo, aspectos térmicos (ampacidade) dos leitos de cabos;
- Importancia do segmento de cabo: alimentador, cabos entre aerogeradores;
- Natureza do contrato de comercialização de energia: mercado livre ou mercado regulado;
- Custo de fornecimento de energia, em caso de indisponibiladade da planta.

c) Ferramentas de Diagnósticos em sistemas de cabos

A seguir será apresentado ferramentas de testes em redes subterraneas de média tensão, que se complementam formando uma metodologia de diagnostico com elevada eficiencia:

- Teste de Tensão aplicada VLF *(Very low frequency)*: Até alguns anos atrás, constumava-se utilizar o teste de tensão aplicada *Hipot* em corrente contínua como ensaio de comissionamento em cabos novos. Esse ensaio consiste em aplicar uma tensão muito elevada entre o condutor e sua blindagem por um determinado período. Se houver uma ruptura dielétrica durante o ensaio, o cabo é classificado como reprovado. Devido aos efeitos de descargas parciais e redução da vida útil do isolante, esse teste não é mais recomendado. Testes em corrente alternada, preferencialmente com forma de onda senoidal, são preferíveis. O teste de tensão aplicada VLF se estabeleceu nos últimos anos e vem sendo utilizado em escala mundial pela maioria das empresas do setor elétrico, devido as suas vantagem em relação as demais tecnogias disponíveis. Como se sabe, durante um teste, o cabo é submetido a uma tensão elétrica elevada com o intuito de detectar possíveis defeitos e pontos fracos. O teste de tensão aplicada VLF realizado de acordo com as normas internacionais (Ex. IEEE 400.2: 2013 IEEE Guide for Field Testing of Shielded Power Cable Systems Using Very Low Frequency) é descrito como um teste destrutivo, onde pontos fracos no cabo tendem a serem rompidos [1].
- Medição do Fator de Dissipação (Tangente de Delta): O teste de tensão aplicada VLF aliado a medição de tangente de delta é um dos métodos mais utilizados para diagnósticos de cabos em campo. A medição de tangente de delta ou fator de dissipação é uma medição do grau de potêcia dissipada no meio dielétrico. Dessa forma, este ensaio constitui-se em uma avaliação geral da integridade do isolante. O valor médio de tan delta(VLF-MTD), desvio padrão tan delta (VLF-SDTD) e delta tan delta (VLF-DTD) são utilizados parao monitoramento de envelhecimento e deterioração de sistemas de cabos [3].Uma das vantagens da medição tan delta é a influência do ingresso de umidade em emendas. Normalmente, é possível através da análise dos valores de desvio padrão VLF-SDTD e o acompanhamento de cada valor instantâneo de tan delta chegar a conclusão que há ingesso de

umidade em emendas. Na maioria dos casos, a medição de tangente de delta é o único ensaio capaz de detectar essa anomalia na rede, pois nesse estágio ainda não há emissão de descargasparciais.

Emendas com ingresso de umidade podem possuir os seguintes comportamentos:

- Alta variação de valores tan delta ao longo de cada nível de tensão: com um alto grau de penetração de umidade em emendas, valores discrepantes são indicadores dessa ocorrência;
- Tendência de diminuição dos valores de tan delta em cada nível de tensão: pequenas quantidades de umidade em emendas ou terminações evaporando durante a aplicação de tensão;
- Elevado aumento dos valores de tan delta ao longo de cada nível de tensão – arborescência elétrica ocorrendo em emendas.

- Medição de Descargas Parciais: Um montante considerável das redes de cabos estão próximos dos limites estatísticos de sua vida útil, como tambem a frequência de falhas vem aumentando nos últimos anos. Estratégias eficientes de manutenções são agora necessárias, principalmente para detecção cuidadosa de pontos fracos na isolação de redes antigas. Muitas redes com idade avançada ainda estão em boas condições de operação e podem ser classificadas como seguras após correção dos pontos avariados [2].

  A medição e localização de descargas parciais (DP) é um ensaio realizado, principalmente a nível de manutenções de redes subterrâneas, com o intuito de avaliar o estado de cabos, terminações e principalmente emendas. A medição DP auxilia na localização de pontos fracos no isolante.

  Atraves da tecnologia TDR (*Time Domain Reflectometry*) existente nos equipamentos PD os engenheiros de testes conseguem analisar os gráficos gerados e determinar a localização precisado ponto emissor de descargas.

IV. Estudo de casos

Nesta seção será abordado dois casos de sucesso, de intervenções em redes subterraneas programadas com base em codições reais do sistema de cabos, evidenciados por meio das ferramentas de diagnósticos anteriomente apresentadas.

a) ESTUDO DE CASO N° 01

- **AVALIAÇÃO TD**

Dados do cabo: 651 metros de comprimento, isolação XLPE, classe de tensão 20/35 kV, seção de 400 mm2 , uma emenda a 481 da subestação.

Interpretação dos resultados de tangente de delta:

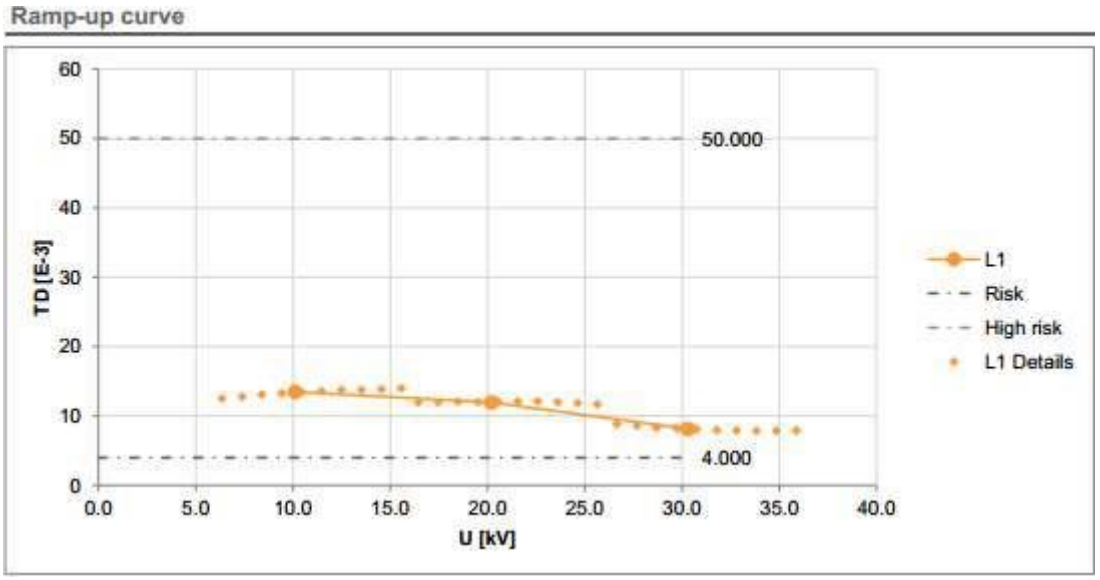


Figura 1 – Gráfico TD, medições realizadas em 0,5*U_0, 1,0*U_0, 1,5*U_0

Tabela 2 – Observado comportamento de diminuição dos valores TD ao longo do estágio de1,5*U_0

	L1 Time	U [kV]	I [mA]	TD [E-3]
1	13:27:10	30.75	2.36	8.87
2	13:27:20	30.74	2.35	8.61
3	13:27:30	30.73	2.35	8.30
4	13:27:40	30.73	2.35	8.21
5	13:27:50	30.73	2.35	8.10
6	13:28:00	30.73	2.35	8.00
7	13:28:10	30.73	2.35	7.92
8	13:28:20	30.73	2.35	7.85
9	13:28:30	30.73	2.35	7.88
10	13:28:40	30.73	2.35	7.91

Tabela 3 – Desvio padrão elevado nos três degraus de tensão

Ramp-up measurement results

Voltage	0.5 * U0			1.0 * U0			1.5 * U0								
	10.1 kV			20.2 kV			30.3 kV								
	MTD [E-3]	ΔTD [E-3]	SDTD [E-3]	MTD [E-3]	ΔTD [E-3]	SDTD [E-3]	MTD [E-3]	ΔTD [E-3]	SDTD [E-3]	MTD [E-3]	ΔTD [E-3]	SDTD [E-3]	MTD [E-3]	ΔTD [E-3]	SDTD [E-3]
L1	13.469		0.510	11.942		0.201	8.142	-5.327	0.333						
L2															
L3															

Conforme ilustrado na Figura 1, o cabo em questão apresentou indícios de ingresso de umidade em emenda. Alem de um desvio padrão alto nos três degrais de tensão (Tabela 3), observa-se uma tendência de diminuição do valor TD ao longo dos níveis e também para uma tensão constante, como pode ser visto na Tabela 2. De acordo com o critério de avaliação para cabos em operação da IEEE 400.2: 2013, esse cabo está classificado como “recomendado estudo adicional”.

- **AVALIAÇÃO DP**

Interpretação dos resultados da medição DP:

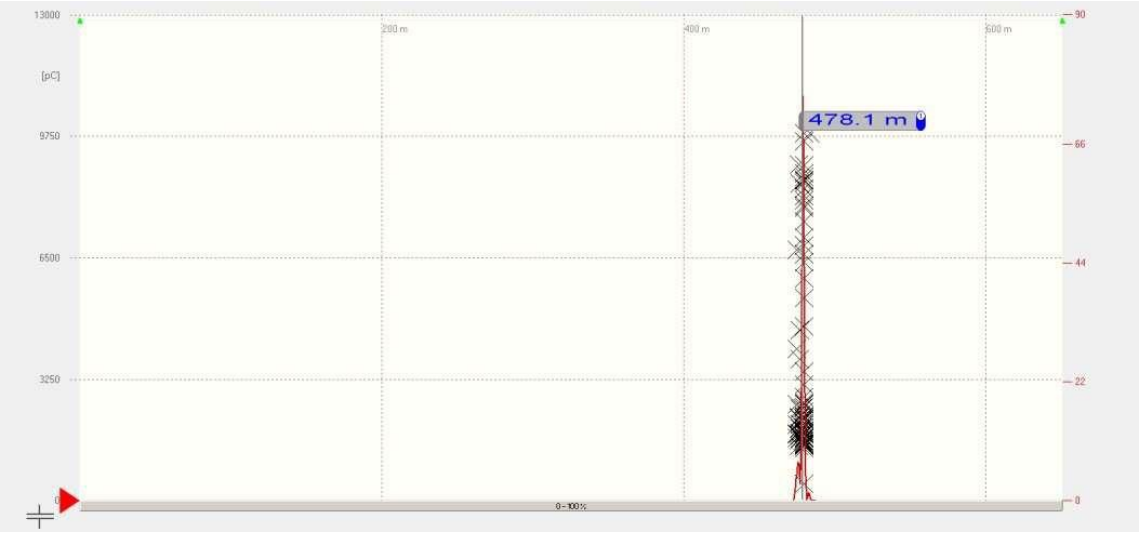


Figura 3 – Descargas parciais a 1,5*U_0 a uma distância de 478 metros da subestação

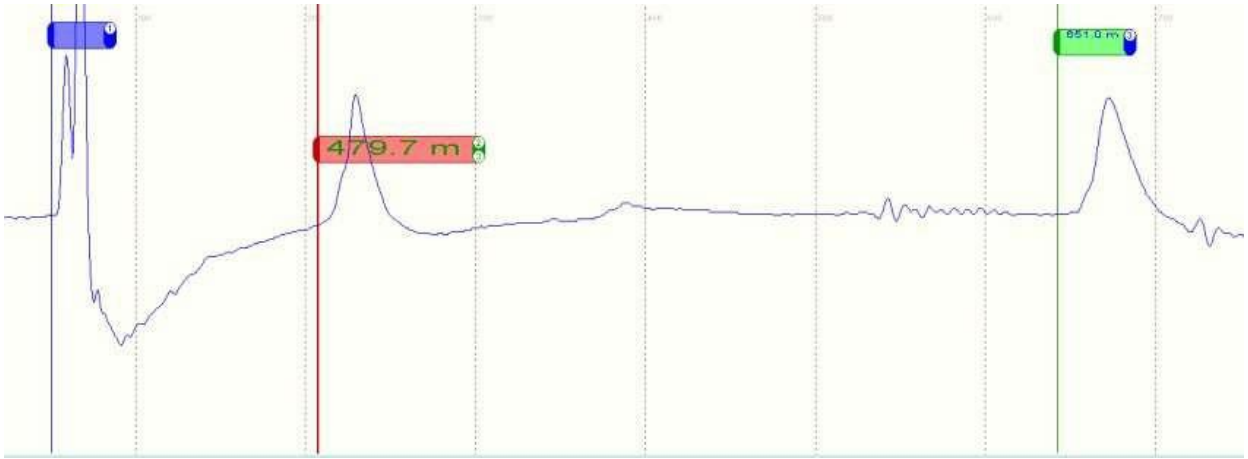


Figura 4 – Gráfico TDR com a localização da descarga

O cabo do estudo N° 01 apresentou resultados suspeitos de haver irregularidades durante medição de tangente delta. Atraves das medições de descargas parciais, foi evidenciado o motivo dos gráficos TD tenderem para um comportamento de existência de árvore elétrica e ressecamento em emenda. O gráfico TDR mostrou existência de descargas parciais a uma distância de aproximadamente 478 metros da subestação. Com base nos ensaois, o proprietário do empreendimento acatou a sugetão de programar intervenção para substituição da emenda e realização de um novo teste de tensão aplicada VLF, medição TD e PD.

Foi realizado reparo na referida emenda, e observou-se que esta ja apresentava estado avançado de degradação, na eminencia de falha, conforme pode ser observado na figura abaixo:

Após reparo, um novo teste foi realizado e os resultados das medições TD + DP apresentaram comportamentos satisfatórios.

b) ESTUDO DE CASO N° 02

Dados do cabo: 8764 metros de comprimento, isolação XLPE, classe de tensão 20/35 kV, seção de 400mm^2 , quantidade de emendas desconhecida.

Interpretação dos resultados de tangente de delta:

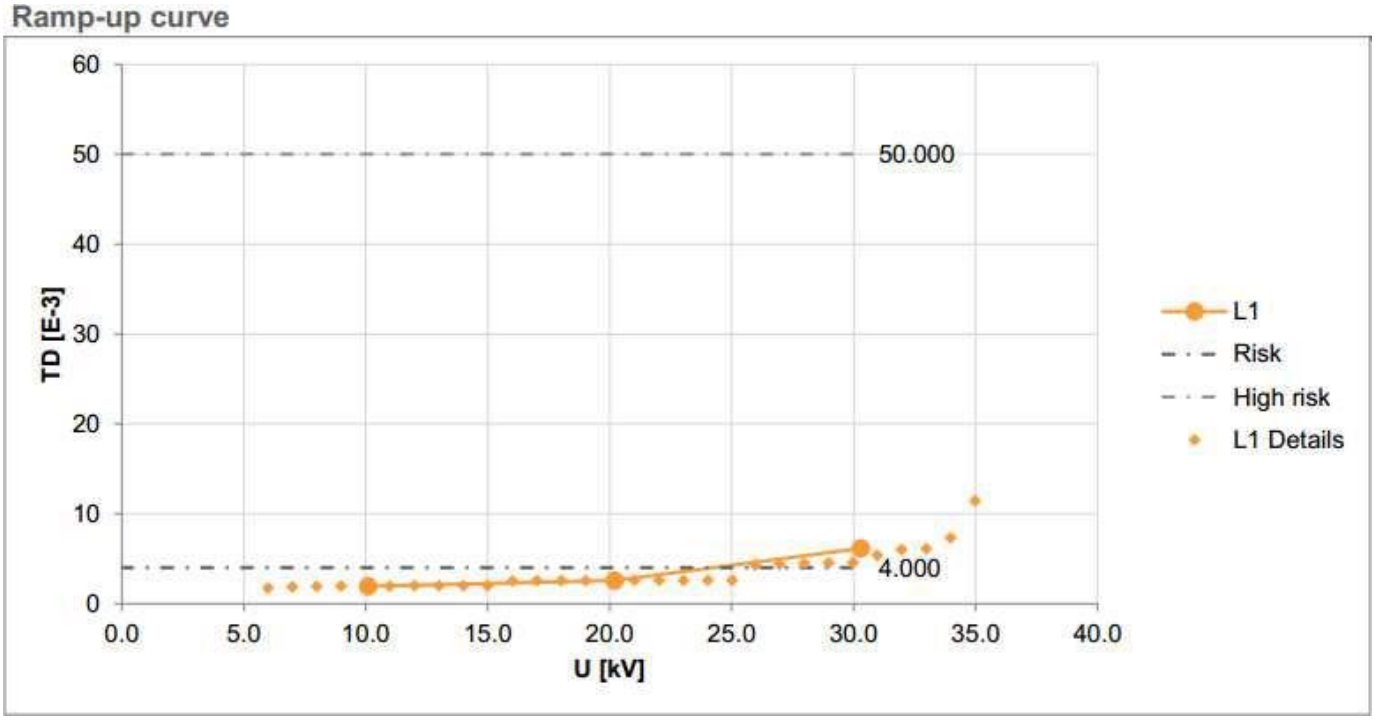


Figura 5 – Gráfico TD, fase L1, medições realizadas em 0,5*U_0, 1,0*U_0, 1,5*U_0

Tabela 4 – Observado comportamento de aumento dos valores TD ao longo do estágio de $1,5*U_0$

	L1 Time	U [kV]	I [mA]	TD [E-3]
1	07:39:55	30.01	21.31	4.25
2	07:40:04	30.01	21.31	4.37
3	07:40:15	30.01	21.31	4.48
4	07:40:24	30.01	21.31	4.52
5	07:40:35	30.01	21.31	4.58
6	07:40:45	29.99	21.29	5.35
7	07:40:54	29.97	21.28	5.99
8	07:41:04	29.97	21.27	6.12
9	07:41:14	29.94	21.25	7.30
10	07:41:25	29.83	21.17	11.44

O estudo de caso N°02 foi realizado em um cabo alimentador de um circuito em um parque eólico. Mais uma vez, a medição de tangente de delta aliada ao ensaio de descargas parcias se complementaram. Como pode ser observado pelo gráfico TD na Figura 5, houve um aumento drástico nos valores de tangente de delta a $1,5*U_0$. Esse aumento TD é um forte indicativo de arborescência elétrica em emenda. Na Tabela 4, vemos que o aumento do tangente de delta foi bastante elevado.

Na Figura 6, temos o gráfico das medições de descargas parciais realizado nas três fases (L1, L2, L3). Nos três testes, foi possível identificar a presença de descargas parciais em um grupo de emendas localizadas a aproximadamente 6332 metros da subestação. Pode-se observar que em algumas fases, há presença de descargas parciais inclusive na tensão nominal do cabo, o que é altamente perigoso. Foi sugerido ao proprietário do parque uma intervenção imediata para substituição das emendas avariadas.

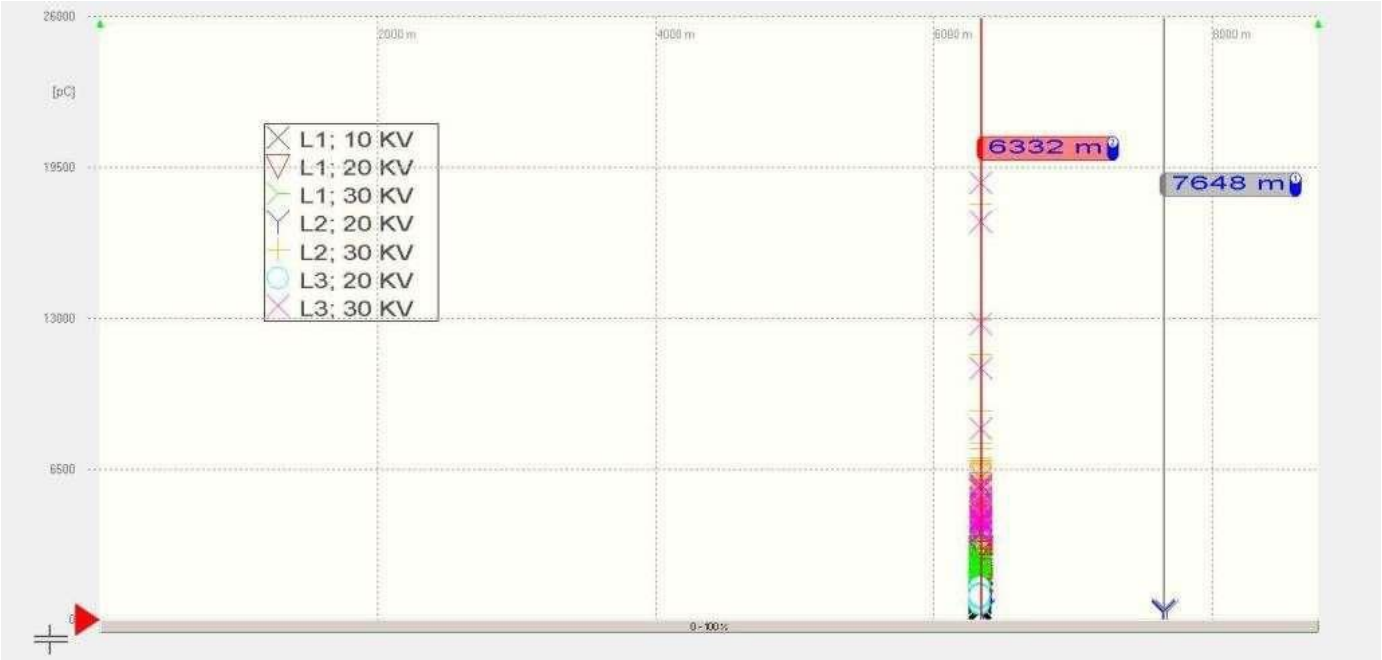


Figura 6 – Descargas parciais nas três fases em emendas a 6332 metros da subestação

V. CONCLUSÃO

Os dois estudos de caso mencionados nesse trabalho nos mostram que é possível compreender, de forma detalhada, a situação de um sistema de média tensão subterrânea e implementar programas adequados de manutenções preditivas. Mesmo em redes complexas, como é o caso de sistemas antigos e de grandes extensões, é possível, com o uso de ferramentas de diagnósticos avançados (Teste de tensão aplicada VLF, medição de tangente de delta e descargas parciais) e profissionais experientes, auxiliar os gerentes de manutenções na tomadade decisão.

A medição de tangente de delta é o único método capaz de identificar existência de arborescências aquosas no isolante e emendas. Nos dois casos estudados, o teste foi importante na interpretação da situação da rede. A medição de descargas parciais, em ambos exemplos, veio para complementar de forma perfeita o diagnóstico. Com ela os pontos fracos foram identificados, e possibilitou ao responsável da instalação programar uma intervenção para realizar a manutenção de sua rede.

VI. REFERÊNCIAS

[1] IEEE Standard 400.2 TM – 2013, IEEE Guide for Field Testing of Shielded Power Cable Systems Using Very Low Frequency (VLF), IEEE Power Energy Society, May 2013

[2] M. Bawart, C. Ferrer, J. K. Gamez, A. Villalonga, J. L. Ferreres (2015). Improving Cable System Reliability with Monitored Withstand Diagnostics – featuring high efficiency at reduced test time, 9th International Conference on Insulated Power Cables.

[3] T. Neier, A. Gerstner, M. Jenny (2012). Identification of joints affected by water ingress in complex hybrid MV cable networks, BAUR Pruf – und Messtechnik GmbH.

[4] A. Gerstner, A. Borlinghaus, C. Goy (2011). Integral cable condition assessment, 21st International Conference on Electricity Distribution, Frankfurt.

[5] T. Neier, M. Jenny (2014). Combined Application of Diagnostics Tools for MV Underground Cables, Electricity Distribution Conference – South East Asia, Malaysia.

[6] J. L. Ferreres (2008). ENSAYO DE LAS CUBIERTAS DE LOS CABLES NUEVOS DE AISLAMIENTO SECO DE M. T. DESPUÉS DEL TENDIDO, Martin Baur, S.A. / Barcelona.

14ª EDIÇÃO
FÓRUM NACIONAL EÓLICO
CARTA DOS VENTOS

INSTITUTO FEDERAL
Rio Grande do Norte
Campus João Câmara

cerne
CENTRO DE ESTRATÉGIAS EM RECURSOS NATURAIS & ENERGIA

Washington Jr.

Coordenador de Engenharia e Manutenção & Conselheiro do CONSUP (IFRN)
Licenciando em Física (IFRN/CT-EÓLICO/JC)
Especialista em Laboratórios de Pesquisas e Estudos (ENAP)
Atuei como Eletrotécnico (Wobben) & (Vestas)
Consultor Técnico na Consultoria Técnica de Energias LTDA (CONSUTEC)
Professor de eletroeletrônica no Centro Tecnológico do RN (CENTERN)

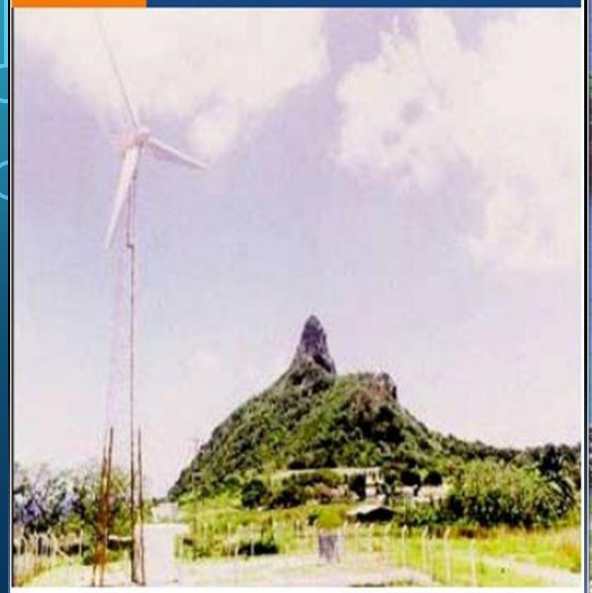
washington.junior@ifrn.edu.br (84) 987226767 https://www.linkedin.com/in/washington-j-a116104b/

Análise da Atualização dos Requisitos para Operação e Manutenção Frente aos Novos Aerogeradores.

Os primeiros parques eólicos brasileiros foram instalados nos anos 90. A tecnologia da época trabalhava com altura do eixo do cubo menor que 50 metros e turbinas com potência inferior a 1 MW. Assim foi o início da indústria eólica brasileira.

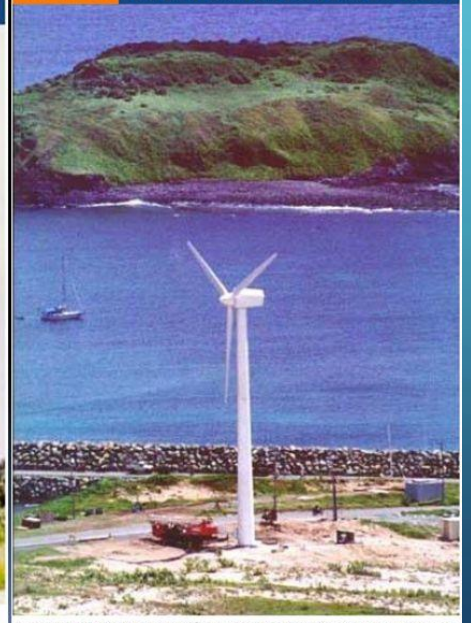
ALGUNS PROJETOS NO BRASIL:

FIGURA 6.7 Primeira turbina eólica de Fernando de Noronha



Fonte: MEMÓRIA DA ELETRICIDADE. Primeira turbina eólica de Fernando de Noronha: 2000.

FIGURA 6.8 Segunda turbina eólica de Fernando de Noronha



Fonte: CENTRO BRASILEIRO DE ENERGIA EÓLICA – CBEE / UFPE. 2000. Disponível em: www.eolica.com.br.

Em junho de 1992 foi instalada a primeira turbina com 17 m de diâmetro das pás e torre treliçada quadrangular de 23 m de altura e gerava 75 KW (V17 Vestas).
A segunda turbina que já possuía torre tubular e produzia 225 KW teve sua instalação em maio de 2000 e operação em 2001.
O empreendimento foi fruto de uma parceria da Companhia Energética de Pernambuco (Celpe), com o grupo de energia eólica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e o Folkcenter, Instituto de Pesquisas Dinamarquês, que financiou o projeto.

washington.junior@ifrn.edu.br

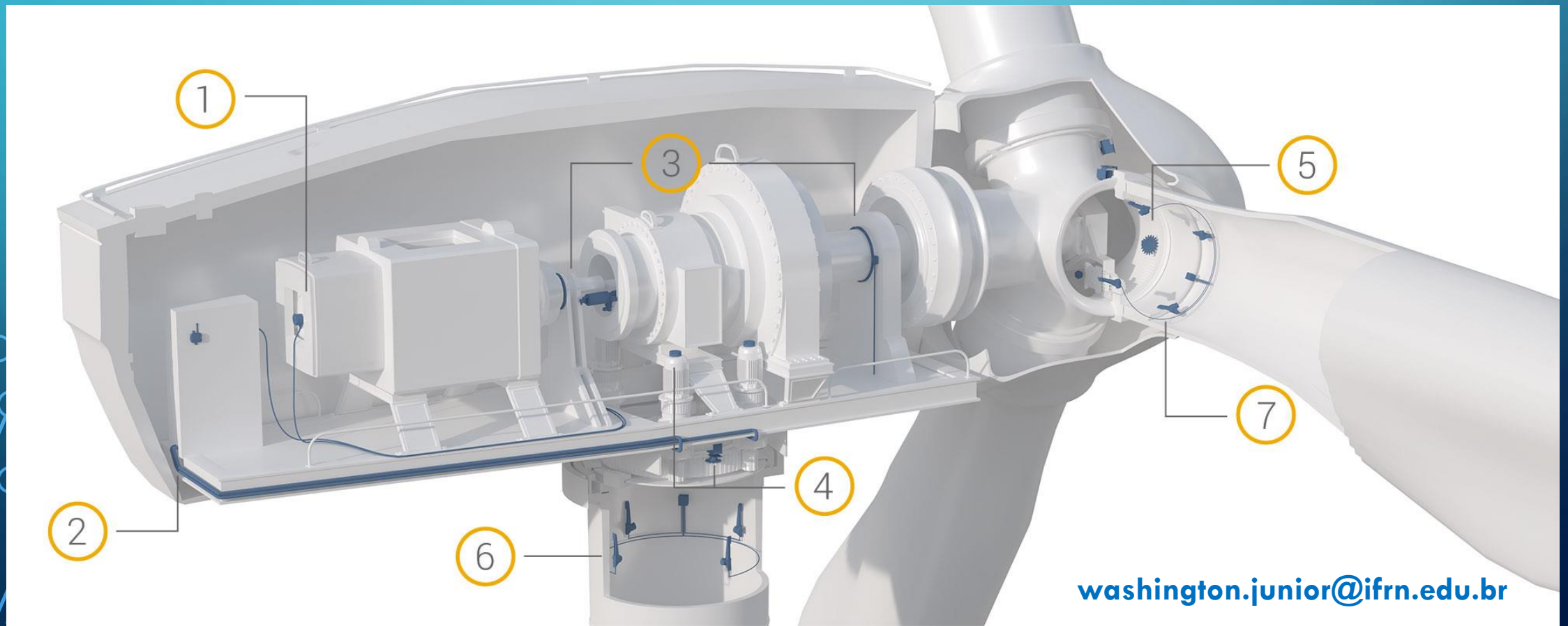
Operação e Manutenção e as Novas Tecnologias

Uma das vertentes da manutenção é a da detecção e correção de falhas. Neste âmbito, existem equipamentos de aquisição de dados que permitem monitorizar determinadas variáveis características de cada equipamento.

washington.junior@ifrn.edu.br

Operação e Manutenção e as Novas Tecnologias

Um algoritmo de modelização que tem a possibilidade de prever o comportamento de sistemas complexos é o CMMS (Sistema de Manutenção de Monitoramento de Condição). Este método baseia-se em exemplos de boa operação dos equipamentos para sintetizar equações que permitam descrever o sistema.



washington.junior@ifrn.edu.br

Novas Tecnologias em Apoio às Atividades de O&M

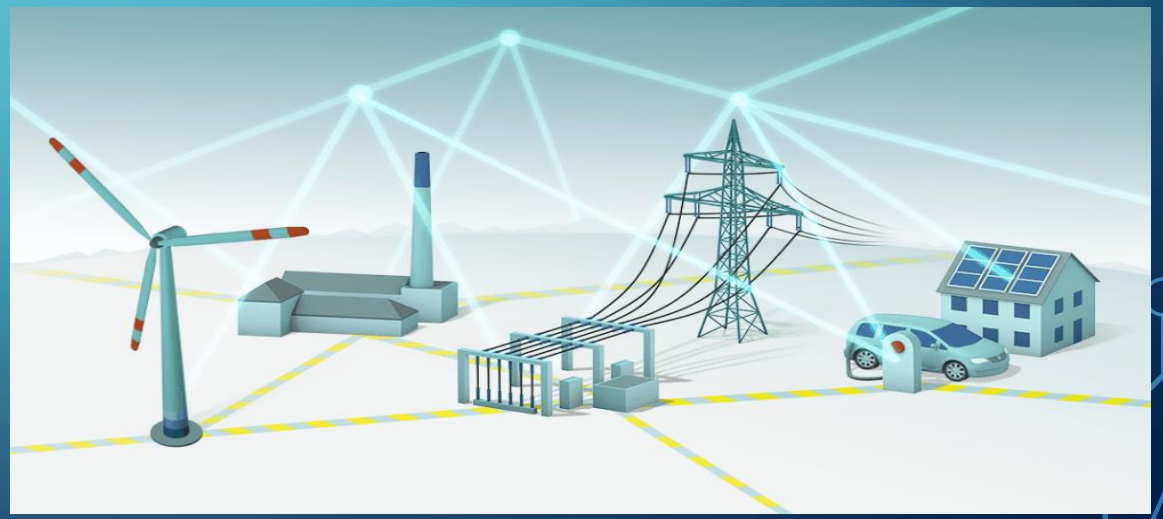
As técnicas de monitorização tradicionais têm sido usadas por fabricantes, com ligeiras alterações, permitindo fazer uma boa manutenção. Existe, no entanto, uma técnica utilizada que monitoriza os equipamentos através do som, utilizando uma análise em alta-frequência da onda.

Este software trabalha numa rede IP distribuída e vem integrado com o CMMS.

washington.junior@ifrn.edu.br

Novas Tecnologias em Apoio às Atividades de O&M

Na Universidade de Michigan foram efetuados estudos de implementação da manutenção utilizando informação sobre o estado de funcionamento do sistema. Neste caso, são apresentados diferentes exemplos no domínio de sistemas mecânicos utilizando, entre outras ferramentas, as redes neuronais.



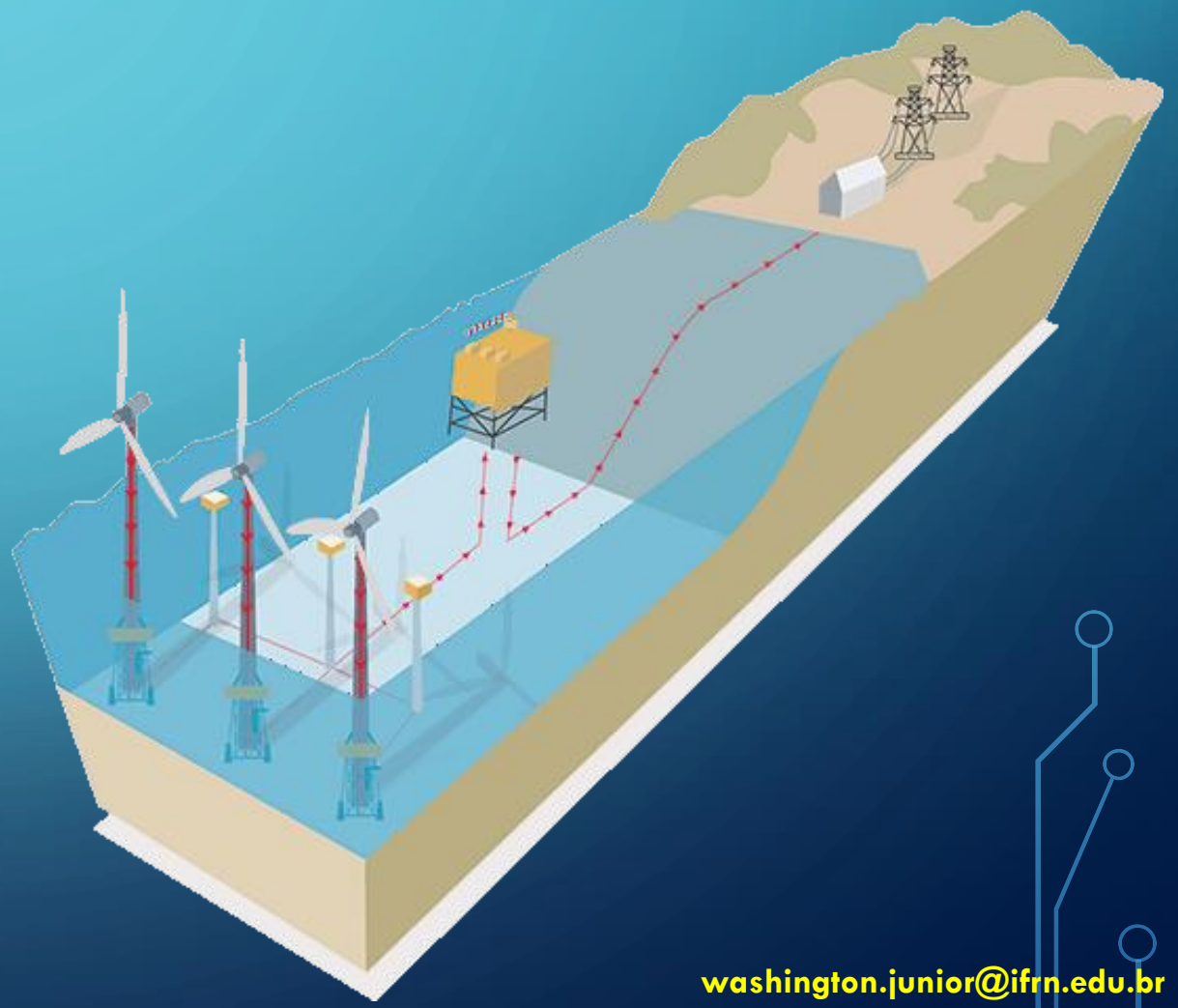
washington.junior@ifrn.edu.br

Novas Tecnologias em Apoio às Atividades de O&M

A manutenção inteligente ou manutenção condicionada dos aerogeradores é realizada seguindo um predeterminado acontecimento, ou seja, sensores emitem informações ao painel de sistema onde técnicos poderão acompanhar todo o processo, o autodiagnostico possibilita a manutenção eficiente e rápida dos aerogeradores.

Aspectos de O&M em Ambiente Offshore

Atualmente, os parques eólicos offshore estão localizados em águas não muito profundas (até 60 metros de calado) e afastados da costa, das rotas de tráfego marinho, das instalações estratégicas navais e dos espaços de interesse ecológico.



washington.junior@ifrn.edu.br

Aspectos de O&M em Ambiente Offshore

O grande foco tecnológico da indústria eólica mundial é o desenvolvimento de aerogeradores e componentes voltados ao mercado offshore.

Para instalações offshore são utilizados grandes aerogeradores, sendo que já há modelos de até 7,5 MW em operação e projetos em desenvolvimento com potências de 10 a 16 MW. A Mingyang Smart Energy Group, de Guangdong na China construiu uma WTG de 16 megawatts/hora chamada de MySE 16.0-242,

washington.junior@ifrn.edu.br

Aspectos de O&M em Ambiente Offshore

As inovações na área de eólica offshore tem sido principalmente em:

- **Pás mais longas** – há protótipos de 73 a 90 m em avaliação e estudos para comprimentos superiores a 100 m; para viabilização deste tamanho de pás é necessário o desenvolvimento de materiais mais leves, com substituição da fibra de vidro por fibra de carbono e tecidos de alto módulo e/ou a construção das pás em multi seções;

- **Geradores mais modernos**– um gerador supercondutor, com capacidade de 3,6 megawatts, foi projetado, desenvolvido e fabricado pelo consórcio europeu EcoSwing, e testado em campo em Thyboron, na Dinamarca.

Fundações – visando redução de custo e maior eficiência na instalação subaquática; há também projetos de várias empresas para o desenvolvimento de aerogeradores flutuantes

- **Hub (cubo do rotor)** – fabricação em material compósito para redução de peso e, assim, dos custos de instalação.

washington.junior@ifrn.edu.br

Aspectos de O&M em Ambiente Offshore

Além da equipe técnica das embarcações, uma quantidade adicional de trabalhadores é necessária para realizar algumas operações mecânicas e elétricas nas instalação offshore. Assume-se que operações de instalação offshore necessitam de 15 trabalhadores trabalhando em turnos de 12 horas, levando a 30 trabalhadores por dia.

O transporte dos técnicos de manutenção do porto até o local das turbinas pode ser feito de acordo com diferentes estratégias. Cada projeto possui um local com diferentes características e, então, a estratégia mais adequada pode variar de um projeto para outro

A distância do porto ao parque eólico é o fator mais importante para determinar a abordagem de melhor custo-benefício para as atividades de operação e manutenção.

Segurança em Mar

Não bastassem os altíssimos custos decorrentes da construção e manutenção de usinas eólicas offshore, o setor ainda enfrenta insegurança jurídica diante da ausência de regulamentação para o licenciamento ambiental.

O Decreto Federal Nº 10.946, de 25/01/2022 cumpre o objetivo de destravar a burocracia para a viabilização dos projetos eólicos offshore. O instrumento relaciona nove entidades federadas envolvidas que, no mínimo, deverão emitir uma Declaração de Interferência Prévia – DIP, assegurando que as instalações associadas ao parque offshore não interferem nas atividades de suas responsabilidades.

Segurança em Mar

Para trabalhar embarcado, o profissional deve passar por um treinamento. Existe até mesmo uma norma que trata desse treinamento, a NR-37. É uma preparação que ajuda a garantir a segurança de quem desenvolve suas atividades em instalações offshore.

A empresa que não oferece essa preparação, além de colocar a equipe em risco, também assume o risco de sofrer sanções administrativas e legais.

Treinamentos Específicos

A NR-37 foi publicada em 20 de Dezembro de 2018. Ela diz respeito a práticas para saúde e segurança em plataformas de petróleo.

Treinamentos Específicos

As determinações da NR-37 para o treinamento offshore

Segundo a Norma Regulamentadora 37, é responsabilidade da empresa a implementação de um programa de capacitação com foco em saúde e segurança no trabalho, o qual deve incluir:

Briefing de segurança;
Treinamento antes do primeiro embarque;
Treinamento eventual;
Treinamento básico;
Treinamento avançado;
Reciclagem dos treinamentos;
Diálogo Diário de Segurança (DDS).

Apoio Aéreo

Espera-se que a indústria eólica offshore forneça uma excelente oportunidade para o mercado de helicópteros offshore. Com o crescimento da geração de energia eólica offshore, surge a necessidade de transporte para estruturas offshore. Este requisito está sendo cada vez mais cumprido e confiável pelos helicópteros.

Infraestrutura portuária de O&M

A infraestrutura portuária é o ponto central para o desenvolvimento de eólicas offshore no mundo, aponta novo relatório da WindEurope, associação de fomento da indústria eólica no continente europeu.

VATTENFALL

REFERÊNCIAS

4C Offshore. 2019. “Ørsted suspends Taiwan developments.” Janeiro, 2019.

AIE. 2013. Agência Internacional de Energia. “Technology Roadmap Wind Energy”. 2013.

AIEA. 2005. Agência Internacional de Energia Atômica. Energy Indicators for Sustainable

https://www.machadomeyer.com.br/pt/inteligencia-juridica/publicacoes-ij/ambiental/os-desafios-da-instalacao-de-eolicas-offshore-no-brasil ANEEL. 2017. Agência Nacional de Energia Elétrica. Banco de Informação da Geração. Brasília, jan/2017. Disponível em: <http://www2.ANEEL.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil /capacidadebrasil.cfm>. Acesso [139] Izzet Y. Onel, K. Burak Dalci e Ibrahim Senol. Detection of bearing defects in ThreePhase induction motors using Park’s transform and radial basis function neural networks. Sadhana, Part 3, Vol. 31, páginas 235–244, Jun 2006. Disponível em http://www.ias.ac. in/sadhana/Pdf2006Jun/235.pdf, visitado a última vez em 21 de Agosto de 2009. [140] Tian Han, Bo-Suk Yang, Won-Ho Choi e Jae-Sik Kim. Fault diagnosis system of induction motors based on neural network and genetic algorithm using stator current signals. International Journal of Rotating Machinery, Vol. 2006, Article ID 61690, DOI 10.1155/IJRM/2006/61690, páginas 1–13. Disponível em www.hindawi.com/getpdf. aspx?doi=10.1155/ijrm/2006/61690, visitado a última vez em 21 de Agosto de 2009. [141] Jackson Paul Matsuura. Detecção de falhas em sistemas dinâmicos com redes bayesianas aprendidas a partir de estimação de estados. Instituto Tecnológico de Aeronaútica, 2006. Disponível em http://www.ele.ita.br/~jackson/les/doc.pdf, visitado a última vez em 21 de Agosto de 2009. [142] Alexandro Goedtel. Estimador neural de velocidade para motores de indução trifásicos. Universidade de São Paulo, 2007. Disponível em http://www.teses.usp.br/teses/ disponiveis/18/18153/tde-18122007-204855/publico/TeseAlessandroGoedtel.pdf, visitado a última vez em 21 de Agosto de 2009. [143] Alessandro Goedtel, Paulo J. A. Serni e Ivan N. da Silva. Uma abordagem neural para estimativa de conjugado em motores de indução. Disponível em http://www.scielo.br/ pdf/ca/v17n3/a10v17n3.pdf, visitado a última vez em 21 de Agosto de 2009.

http://www.morganelectricalmaterials.com/wind-brush https://megawhat.energy/news/142941/windeurope-infraestrutura-portuaria-e-chave-para-desenvolvimento-de-eolicas-offshore-e-hidrogenio

Empreendimentos Eólicos ao fim da vida útil

Situação atual e alternativas futuras

Josina Ximenes

Fórum Nacional Eólico

29 de junho de 2022

Empresa de Pesquisa Energética
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

Integrante do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)

Introdução

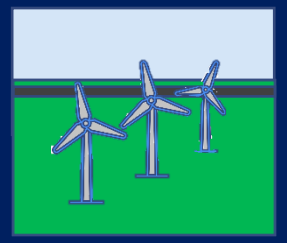
1998- 2005

- 8parques Eólicos
- 30 MW

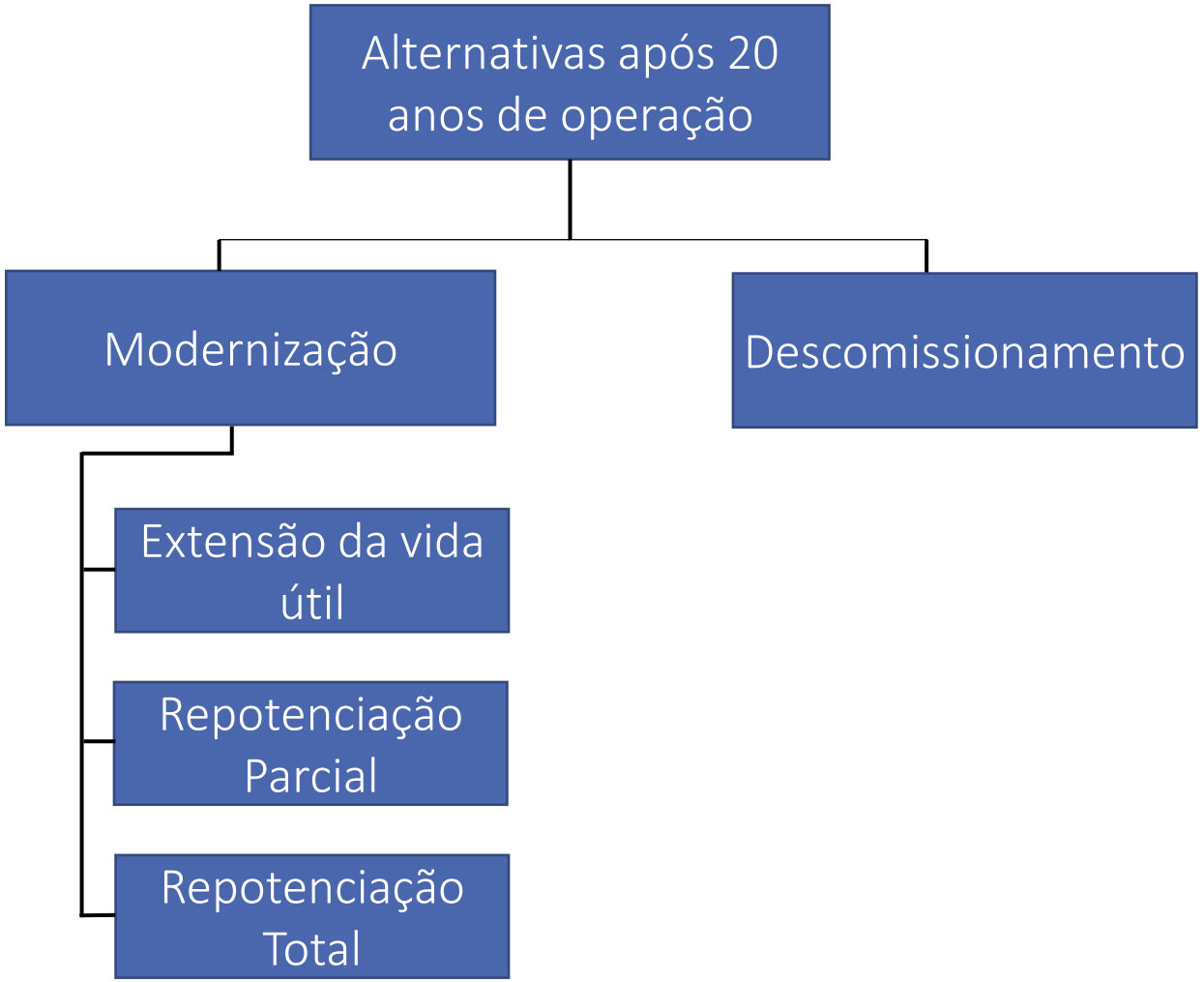
- Os contratos de geração do ACR e a vida útil de projeto de turbinas eólicas são de 20 anos.
- Até 2030, mais de 50 parques estarão operando há mais de 20 anos, o que representa mais de 600 aerogeradores e 940 MW de potência.
- Evidencia-se a importância de discutir possíveis ações após o período contratual e de vida útil de projeto.
- Buscou-se, portanto, por meio desta Nota Técnica, identificar desafios, oportunidades e possibilidades para essas usinas.

Alternativas ao final da Vida Útil

Alternativas ao final da Vida Útil

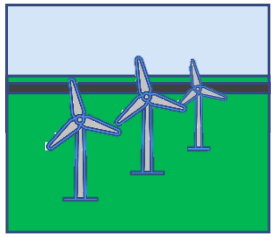


- Os aerogeradores possuem uma vida útil de funcionamento prevista em projeto.
- A norma IEC 61400-1 recomenda vida útil mínima de 20 anos.



Alternativas ao final da Vida Útil- **2.1 Modernização**

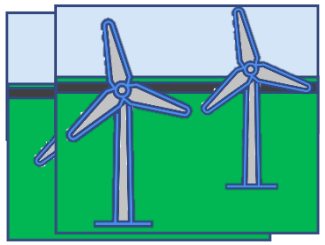
Extensão da Vida útil



- Troca de componentes.
- Recupera ou incrementa a performance original do projeto.
- Prolonga o fluxo de caixa.
- Manutenção $

.

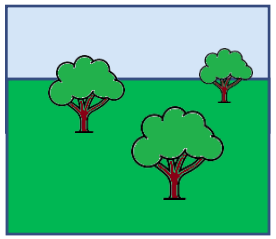
Repotenciação Total



- Remoção e substituição de toda a turbina, incluindo torres.
- Substituição de grandes componentes.
- Mantém a torre.
- otimização do espaço
- Aumento de produção de energia.
- aumento de capacidade, e eficiência.
- Menores custos e ganhos x repotenciação total.
- Redução de indisponibilidades e de custos de operação.

Descomissionamento e Desativação

Todos os equipamentos referentes ao parque devem ser retirados, o que inclui aerogeradores, linhas de transmissão, transformadores, acessos e outros sistemas.



2.2.1 Aspectos legais e socioambientais

- É recomendável a elaboração de um plano de descomissionamento.
- Deveria estar previsto no licenciamento da operação ou deveria haver uma licença de desinstalação
- Uma questão que deve ser enfrentada diz respeito sobre em quem recai o ônus de fazer o descomissionamento.

Destinação de Resíduos

- O descomissionamento gera um **grande volume de resíduos.**
- A maioria das partes elétricas e metálicas pode ser reciclada.
- O **Maior desafio** são as **pás** , compostas por uma mistura de resina termofixa e fibra de vidro.

- O descomissionamento deve ser realizado de forma planejada e a destinação dos resíduos gerados seja ambientalmente adequada, de forma a ser mantido o caráter sustentável da fonte eólica de geração.

Figura: Fragments of wind turbine blades await burial at the Casper Regional Landfill in Wyoming. Photographer: Benjamin Rasmussen for Bloomberg Green.
https://www.bloomberg.com/news/features/2020-02-05/wind-turbine-blades-can-t-be-recycled-so-they-re-piling-up-in-landfills?utm_source=url_link
Figura 2: https://www.lowtechmagazine.com/2019/06/wooden-wind-turbines.html
"A fiberglass reinforced plastic blade. Source: Gurit."

Experiência Internacional

Experiência Internacional

Europa

- A falta de regulação e dificuldades de autorização, dificultam a repotenciação em muitos locais.
- Subsídios influenciam fortemente as decisões de repotenciar ou não.
- Na Dinamarca e na Itália, projetos repotenciados podem participar de leilões.
- Na Alemanha e na Dinamarca são requeridos serviços de inspeção e certificado de segurança estrutural para a extensão da vida útil.
- A maior parte dos países possui alguma regulação para o descomissionamento.

Estados Unidos

Há uma crescente busca por **repotenciação parcial**, em função dos Créditos Fiscais de Produção (PTC´s) para fontes renováveis e também por conta dos avanços tecnológicos que aumentam a eficiência das turbinas e sua vida útil, além de reduzirem os gastos com manutenção.

Índia

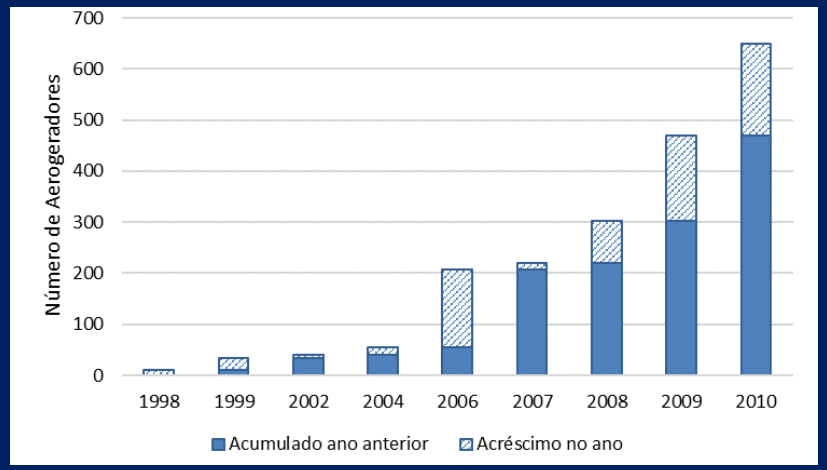
o governo indiano adotou uma **política de incentivo a repotenciação** de projetos de energia eólica, com propósito de utilização ideal dos recursos energéticos oferecndo **menores taxas de juros** no financiamento

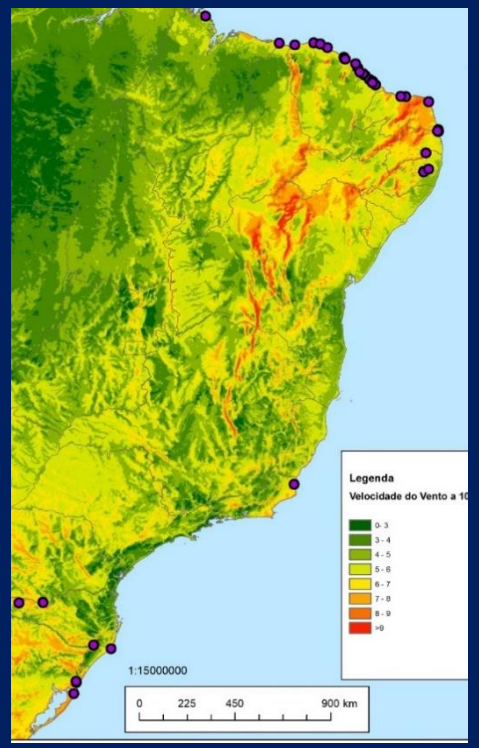
Parque Eólico Brasileiro

Parque Eólico Brasileiro

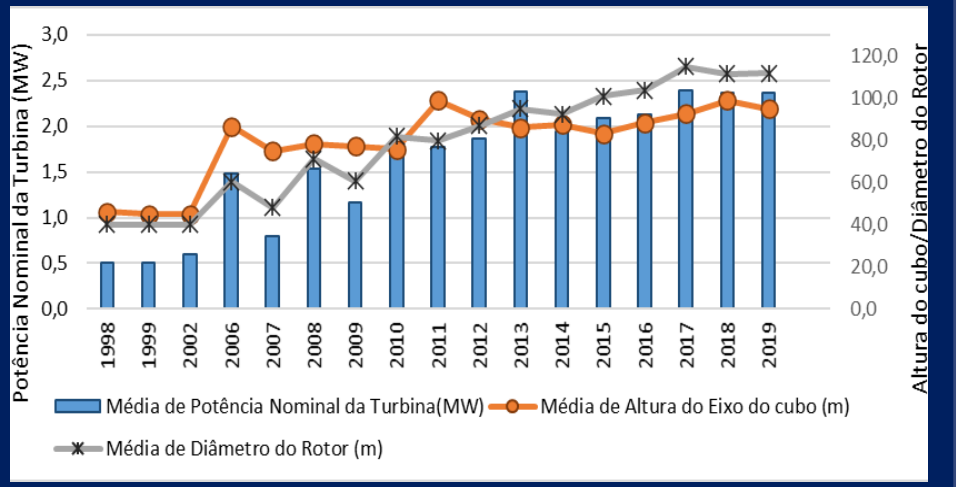
Período	Tempo de Operação (anos)	Potência Adicionada (MW)	Número de usinas	Classificação por Faixas de Potência (nº de usinas)				
				0 a 1MW	1 a 5MW	5 a 15MW	15 a 30MW	> 30MW
1998 a 2000	20 a 23	17,5	3	0	2	1	0	0
2001 a 2005	15 a 20	12,6	5	1	4	0	0	0
2006 a 2010	10 a 15	910,5	43	2	18	4	8	11
2011 a 2015	5 a 10	6744,9	266	3	4	32	194	33
2016 a 2019	1 a 5	7742,6	312	4	1	26	259	22

Nº de aerogeradores
por ano de entrada em operação comercial





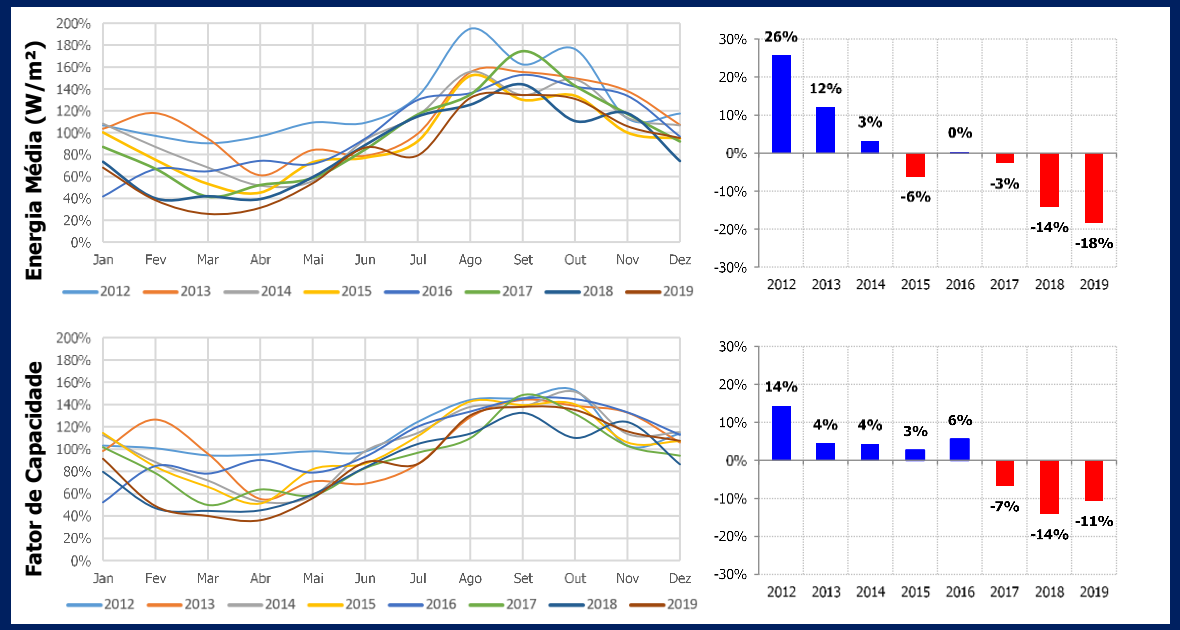
Equipamentos



Análise Energética

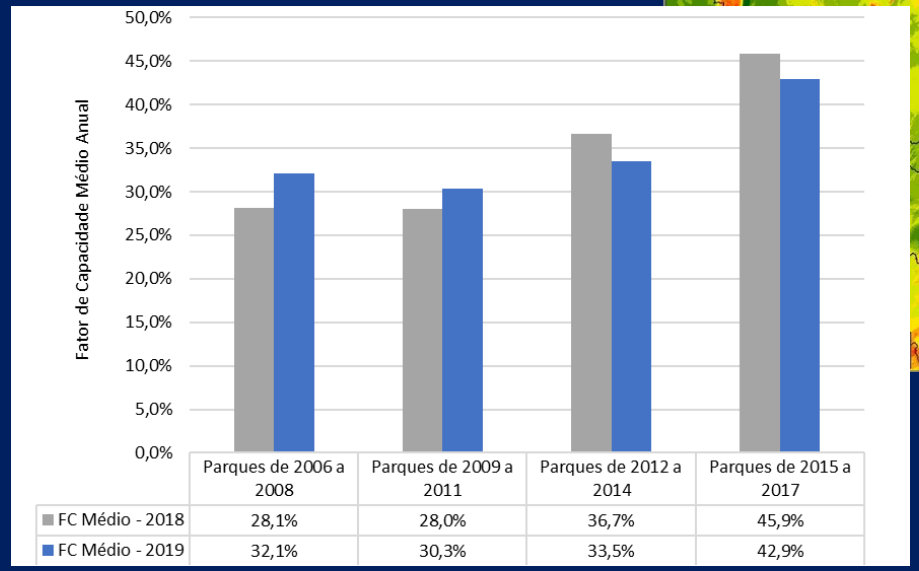
Análises realizadas nas regiões Sul e Nordeste.

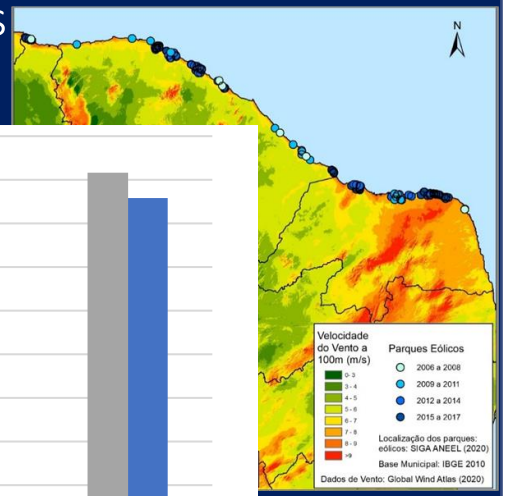
Evolução dos fatores de capacidade ao longo do tempo de operação



Índices de Energia e Fator de Capacidade - Nordeste

Comparação entre fatores de capacidade de parques instalados em diferentes anos



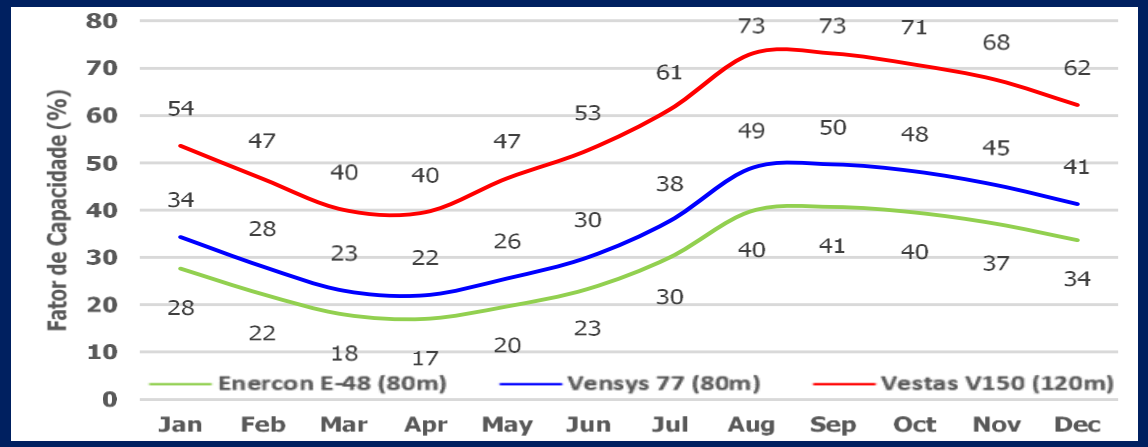


Fator de capacidade médio nos anos de 2018 e 2019, nos estados CE, RN e PI, com distância de até 10km da costa.

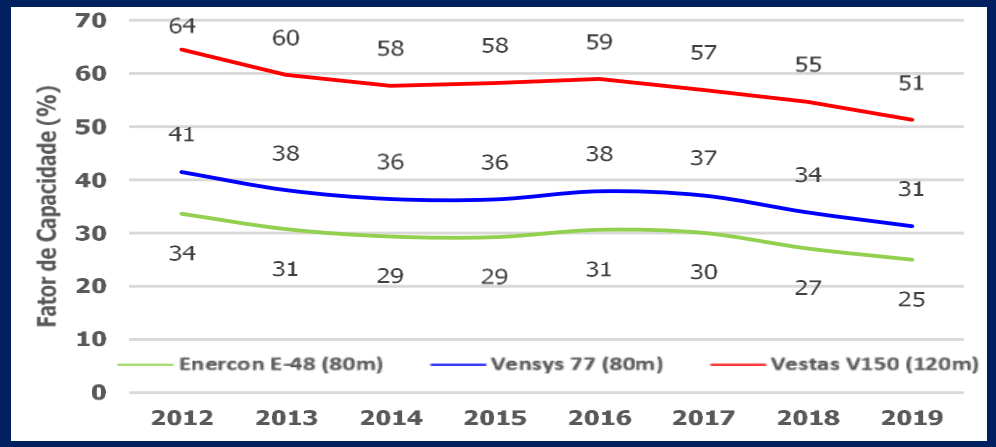
Comparação da tecnologia antiga com a tecnologia atual

	Turbina	Altura do Hub (m)	Potência (kW)	Diâmetro do rotor (m)	Quantidade de Turbinas
Simulação 1	Enercon E-48	80m	810	48	52
Simulação 2	Vensys 77	80m	1500	77	28
Simulação 3	Vestas V150	120m	4.200	150	10

Fator de Capacidade mensal (Litoral do NE)



Fator de Capacidade anual (Litoral do NE)



Simulação para Litoral Nordeste

Reuniões com agentes

- Os empreendedores relataram as boas condições operacionais de algumas usinas,
- A continuidade de operação após o encerramento dos contratos do PROINFA, depende da receita para cobrir os elevados custos de manutenção, o que dependerá dos arranjos comerciais a serem estudados.
- Foi ressaltada a importância da regulamentação quanto ao descomissionamento.
- Foi mencionado que o descomissionamento pode ser caro e o tempo para realizá-lo e para recuperar as condições do local antes da implementação da usina pode ser longo, corroborando para a necessidade de um planejamento antecipado

Questões Regulatórias e Comerciais

Comercialização

- Extensão da vida útil do parque sem alterações: leilões de energia existente, mercado livre ou liquidação a PLD (com maior risco financeiro).

- Repotenciação:
  - Alteração de característica técnica
  - Ampliação (empreendimentos novos).

Considerações Relativas ao Planejamento Energético

Considerações Relativas ao Planejamento Energético

- Como o planejamento energético será afetado?
- Quais os possíveis efeitos operativos no Sistema Interligado Nacional?

O planejamento deve antever e antecipar questões, que vão se tornar cada vez mais relevantes, dada a quantidade de projetos eólicos viabilizados nos últimos 20 anos.

Conclusões

Conclusões

- A modernização pode trazer benefícios.
- A desativação costuma ser a última opção.
- A escolha da ação mais apropriada para cada empreendimento, por parte do empreendedor, passa por avaliações técnicas, **econômicas**, ambientais e regulatórias.
- Importante atenção deve ser dada a destinação de resíduos.
- Não há uma regulação para repotenciação ou extensão da vida útil.
- Instrumentos legais e normativos que orientem procedimentos de descomissionamento são necessários.
- No Brasil as ações de modernização deverão ganhar relevância nos próximos anos

Obrigada!

Disponível em : bit.ly/modernizacaoEOL

epe
Empresa de Pesquisa Energética

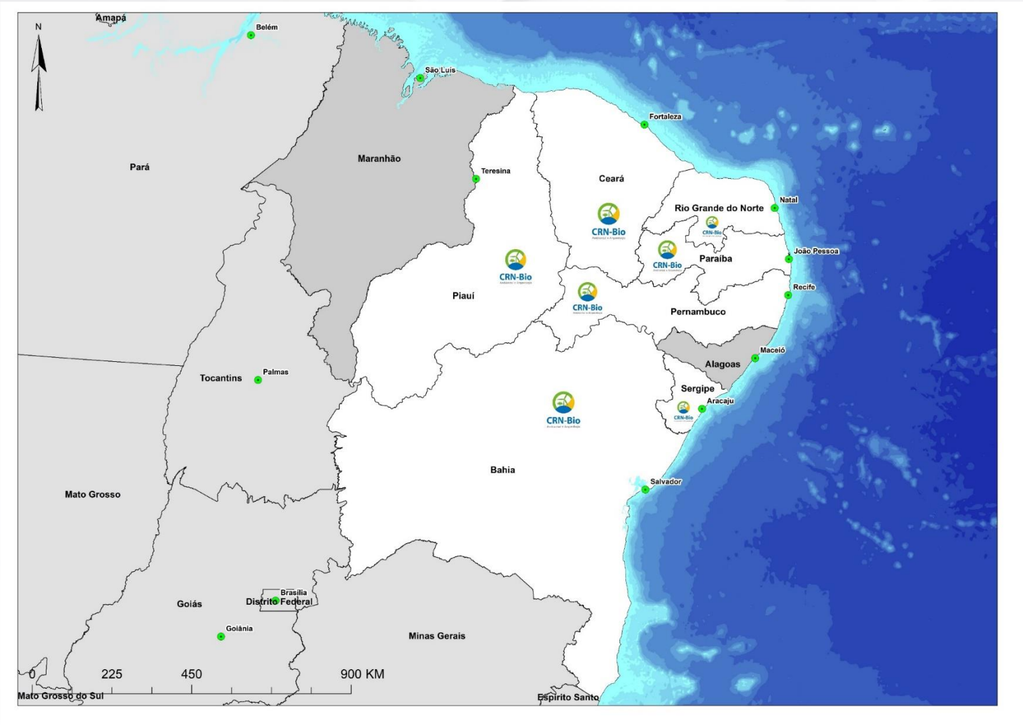
www.epe.gov.br

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL:
Parques Eólicos Off Shore

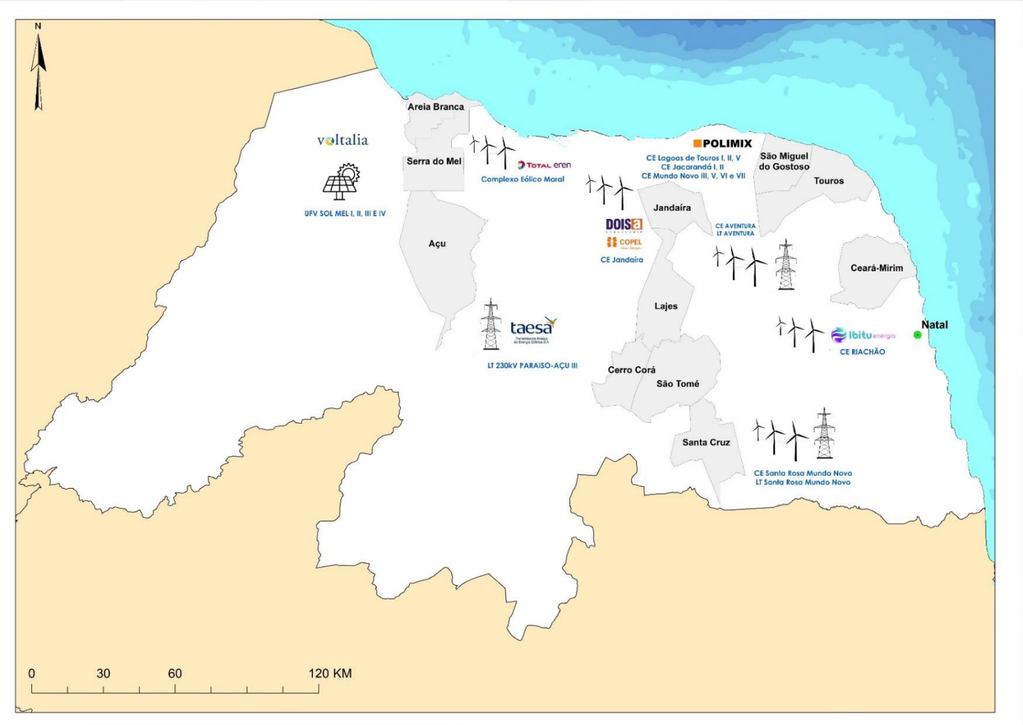
Silvania Magalhães
Geóloga
Mestre em Geociências
Sócia diretora da CRNBIO Ambiental e Arqueologia

Fórum Nacional Eólico
Painel: Requisitos e soluções para eólicas offshore no Brasil

CRN-BIO | Atuação



Fonte: CRN-Bio, 2022.



Fonte: CRN-Bio, 2022.

CRN-BIO | Serviços

Licenciamento Ambiental	Monitoramento Ambiental	Gestão de Fauna	Gestão Florestal	Geo-processamento	Arqueologia e Patrimônio
Estudos Ambientais (RAS/EIA-RIMA/ Memorial Descritivo/ Relatório de Restrições Ambientais/ Zoneamento/ RDPA) Licenças Ambientais (LP-LI-LO).	Gestão Ambiental (Execução e acompanhamento dos Programas Ambientais descritos no RDPA/ Gestão de Condicionantes	Obtenção de Licença de Fauna (ACMB) Levantamentos Prévios da Fauna Resgate de Fauna Monitoramentos de Fauna Silvestre	Obtenção de Licença de Supressão Vegetal (ASV) Relatórios de Atividades Florestais (RAF/ PRF) Resgate de Flora PRAD Gestão e operação do SINAFLOR	Elaboração de Mapas/Shapes CAR Levantamentos com Drone	Estudos do Patrimônio Cultural Material e Imaterial; Levantamentos Arqueológicos; Elaboração de Relatórios (PAIPA, PAPIPA, RAIPA, RAPIPA); Resgates de Sítios Arqueológicos

PARQUES EÓLICOS - Locais de Intervenção

Fonte: G1 Globo, 2022.

Fonte: G1 Globo, 2022.

Fonte: G1 Globo, 2022.

OFF SHORE | Prós e Contras

Fonte: G1 Globo, 2022.

PRÓS

- Maior produção de Energia;
- Ventos mais fortes;
- Ventos constantes;
- Sem barreiras Naturais;
- Sem impactos relacionados às questões fundiárias,
- Sem desmatamento.

CONTRAS

- Fragilidade ambiental da área;
- Complexidade do ambiente marinho;
- Indefinições atuais legislativas;
- Intervenção na dinâmica costeira (a depender do distanciamento);
- Maior quantidade de impactos negativos comparado com os parques on shore.

OFF SHORE | Prós e Contras

Fonte: COWI, 2022; TUFE, 2022.

- O Ibama fica à frente desses licenciamentos considerando a localização em áreas da União;
- As consultoria e consultores devem atuar na elaboração dos Estudos Ambientais, à exemplo do EIA-RIMA – com base nos TRs;
- Equipes multidisciplinares;
- Estudos iniciados para abordar períodos sazonais e, desta maneira, entender a dinâmica dessa região;
- Os Estados devem ter o “ZEE” (zoneamento econômico) dessas regiões;
- Levantamento das comunidades costeiras que sobrevivem da pesca.
- AIA Avaliação de Impactos ambientais através de monitoramentos
- Efeitos Cumulativos – a curto, médio e longo prazo
- Fiscalização continua

OFF SHORE | Considerações Finais

Fonte: G1 Globo, 2022.

A Ética Ambiental, está diretamente ligada as ações preventivas, corretivas e aos estudos ambientais coerentes e de qualidade. Permitindo assim ao licenciamento ambiental atuar com a eficiência esperada.

Os debates atuais sobre o assunto “Parques Eólicos Off Shore “ demostram uma preocupação real para que essa atividade possa ser desenvolvida amparada por uma legislação adequada, e da implementação das politicas publicas cabíveis a todas as esferas envolvidas.

Desta forma as etapas estão sendo pensadas, organizadas e vencidas para que a implantação desses empreendimentos possa ter como resultado a sustentabilidade ambiental necessária e real protegendo e amparando todas as formas de vida. .

Obrigada!

Silvania.magalhaes@crnbio.com.br

www.crnbio.com.br
(84) 2010 9534

Banco do Nordeste

BNB 70ANOS, CADA VEZ MAIS FORTE.

MISSÃO

Atuar como o Banco de Desenvolvimento da Região Nordeste.

VISÃO

Ser o Banco preferido do Nordeste, reconhecido pela sua capacidade de promover o bem-estar das famílias e a competitividade das empresas da região.

70 ANOS

Banco do Nordeste