

Semana Técnica

FIRJAN SENAI Tijuca-RJ



Eletrobras
Cepel

**ENERGIA SOLAR E EÓLICA
OPORTUNIDADES NO BRASIL
25/06/2019**

**RICARDO MARQUES DUTRA
DME**

SUMÁRIO

Subtítulo

- **O Cepel e o Cresesb**
- **Energia Solar**
- **Energia Eólica**
- **E o Senai com isso?**

Conclusões

Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - Cepel

- Centro de P&D do Sistema Eletrobras
- Maior centro do Brasil em P&D de energia elétrica
- Maiores laboratórios de alta tensão e potência na América Latina
- Associação sem fins lucrativos fundada em 1974
- Apoio técnico para o Sistema Eletrobras, MME e MCTIC, entidades setoriais (ONS, CCEE, EPE e Aneel), concessionárias e indústria



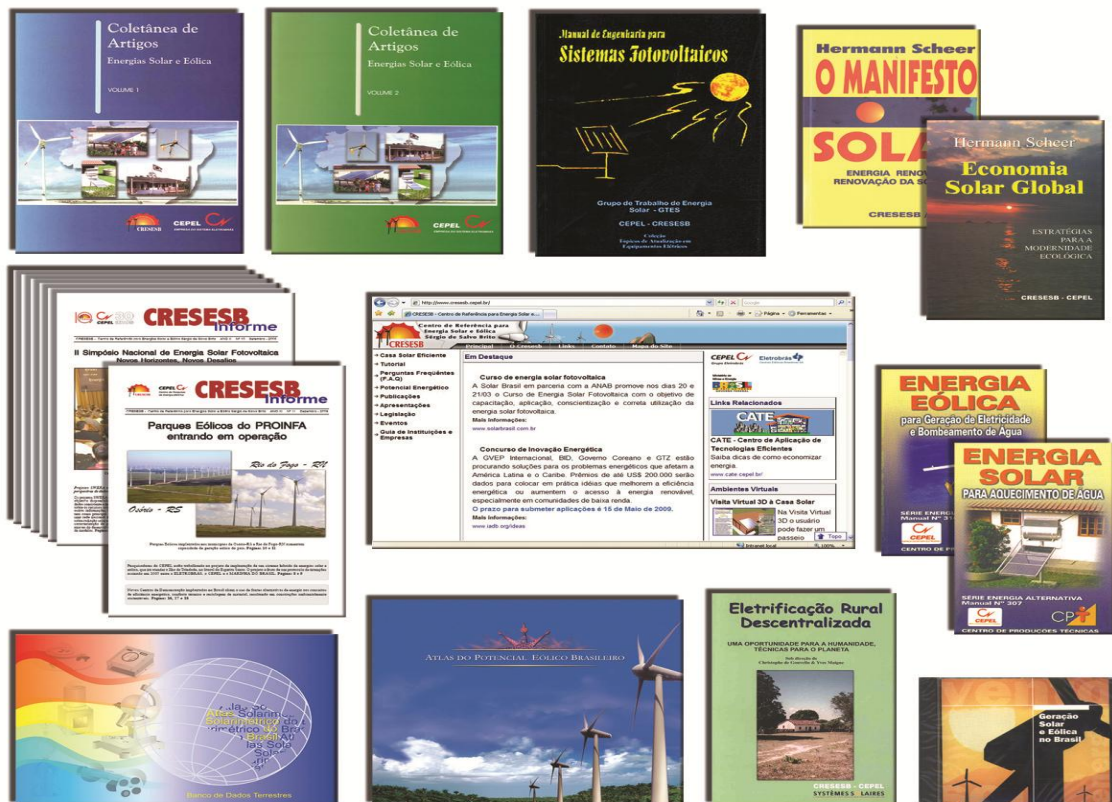
Unidade Ilha do Fundão



Unidade Adrianópolis

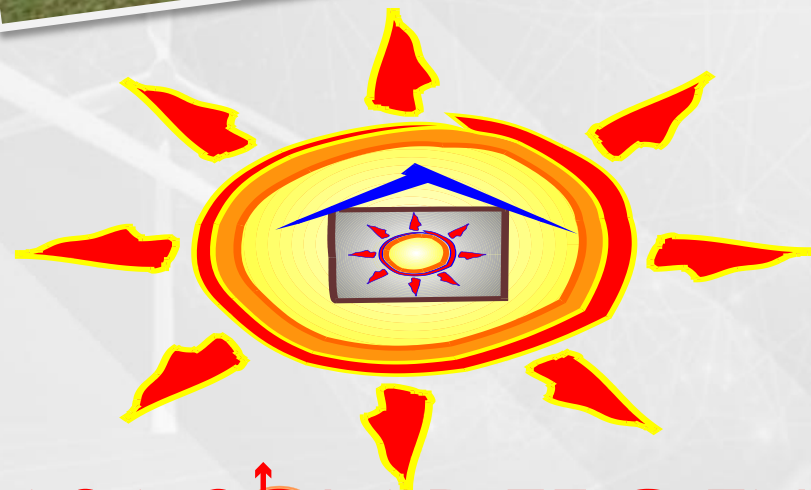
Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito – CRESESB

Promoção da difusão de conhecimentos nas áreas de geração solar e eólica.



www.cresesb.cepel.br

Casa Solar Eficiente

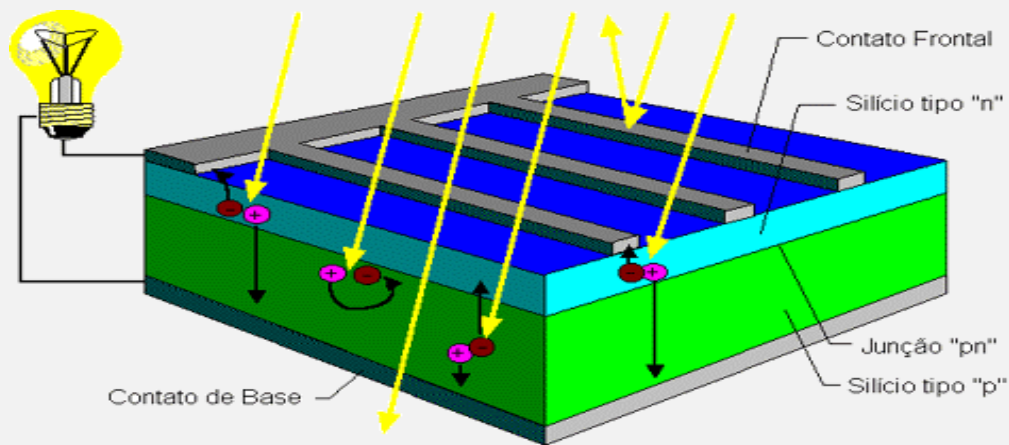


CASA SOLAR EFICIENTE

Energia Solar

- Como funciona
- Como está no mundo
- Como está no Brasil
- Oportunidades

Efeito fotovoltaico



- **Efeito fotovoltaico** – Conversão direta de energia luminosa (fótons) em energia elétrica.
- **Célula fotovoltaica** – Construída a partir de uma junção p-n de material semiconductor.

Sistema conectado na rede elétrica convencional

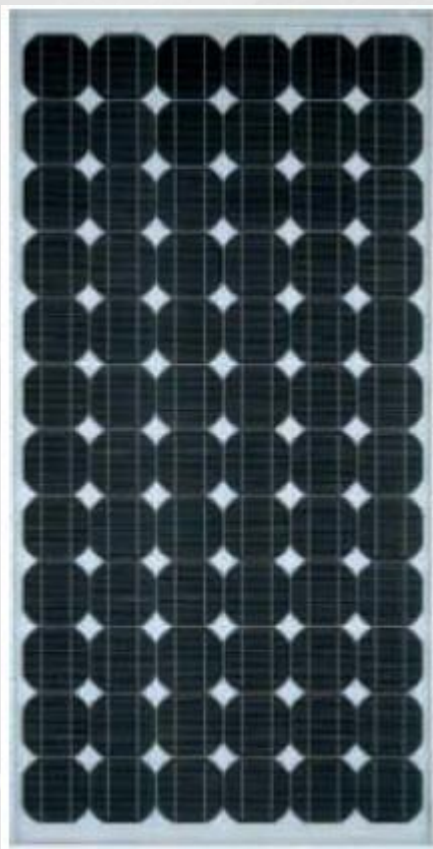


- É o tipo mais popular de instalação FV, normalmente sobre o telhado de casas
- É necessária a utilização de um inversor, para fazer a conversão de c.c. para c.a.
- A eletricidade gerada pelos módulos FV é injetada na rede elétrica convencional.

(fonte: Cresesb,2017)

Módulos Fotovoltaicos

Silício monocristalino (m-Si)



Silício policristalino (p-Si)



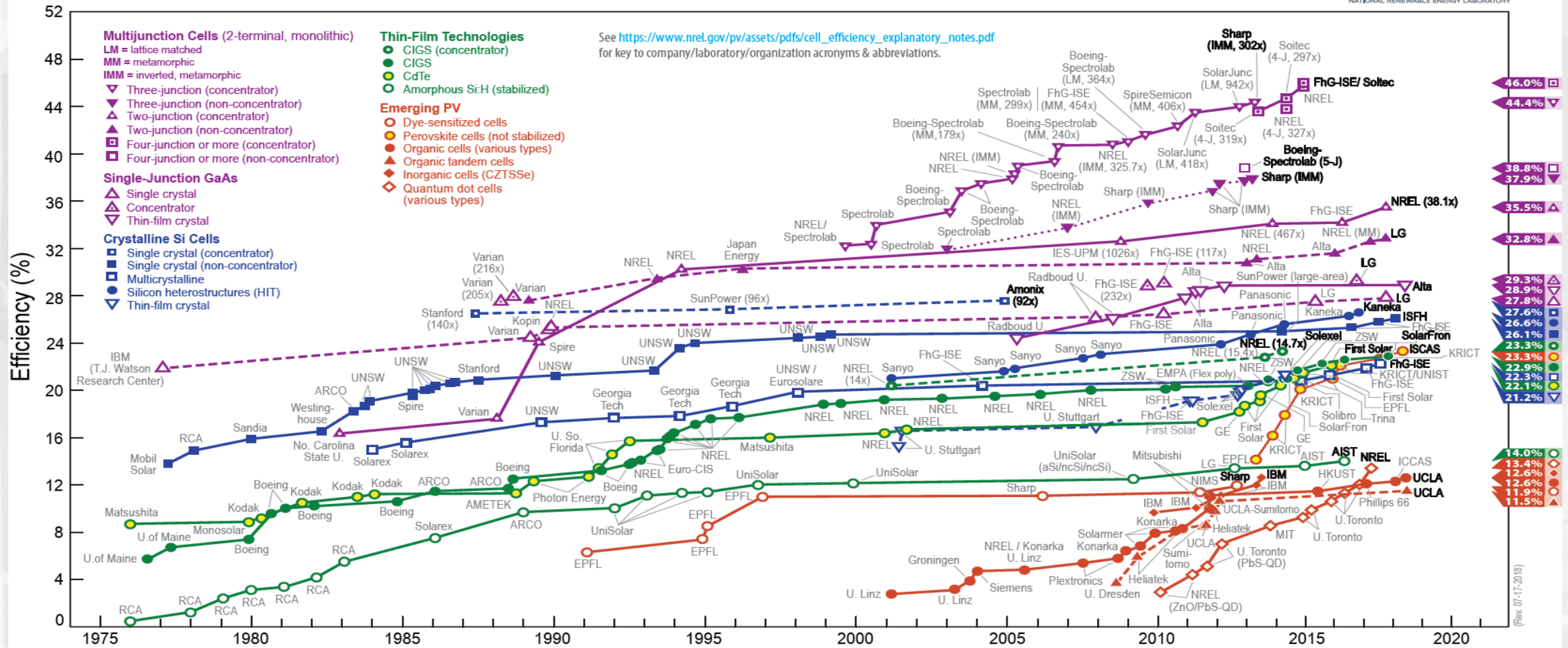
Silício amorfo (a-Si)



- Eficiências dos módulos fotovoltaicos de Silício cristalino (c-Si) geralmente na faixa de 15% a 17%
- Melhores eficiências de módulos comerciais são superiores a 20%, segundo os fabricantes
- A China é o maior produtor de células e módulos fotovoltaicos, detendo mais de 60% da produção mundial, além de ser também o maior mercado mundial
- Mais de 90% do mercado mundial compreende módulos de c-Si

Evolução da eficiência das células fotovoltaicas em nível laboratorial

Best Research-Cell Efficiencies



Tesla Solar Roof



<https://www.tesla.com/solarroof>



Solar Highway



France

<https://www.theverge.com/2016/12/22/14055756/solar-panel-road-electricity-france-normandy>

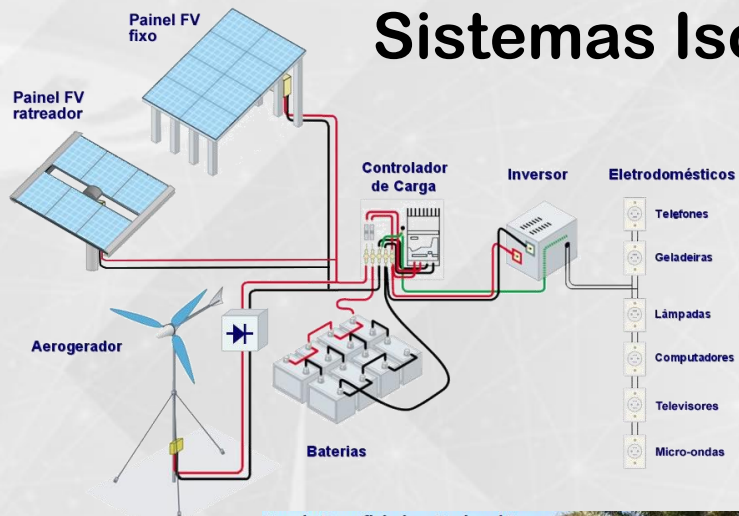


China

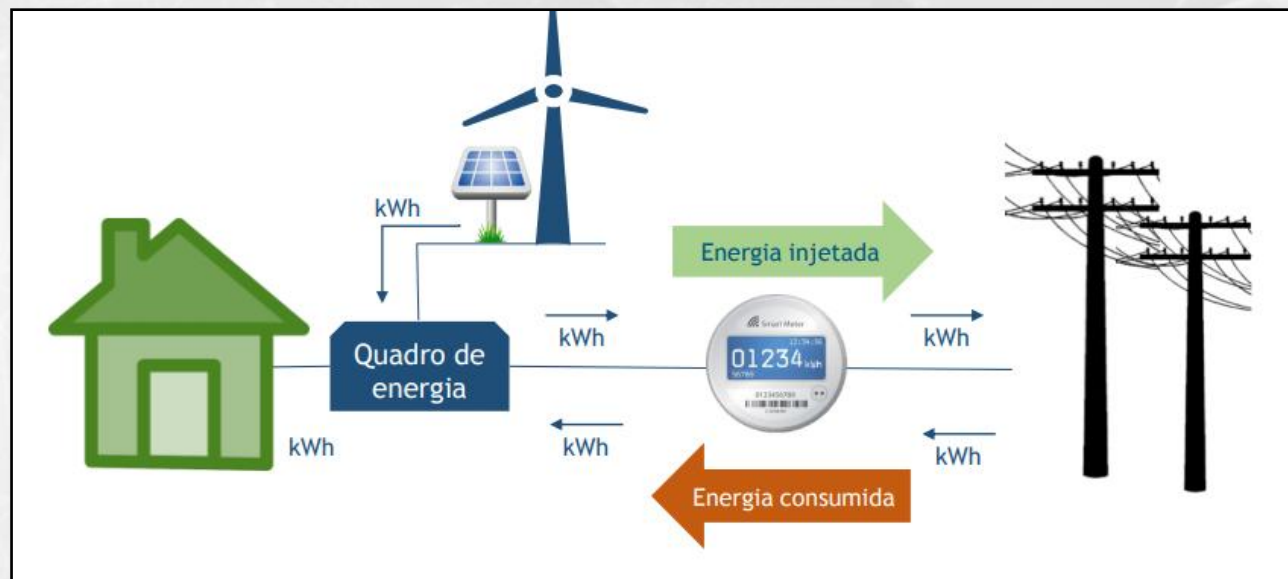
<https://cmfeneews.com/china-next-ambitious-alternate-energy-project-solar-highway/>

Instalações Fotovoltaicas

Sistemas Isolados



Escola Beneficiada - Seringal Iracema



Sistemas Conectados na Rede



Sistemas de Grande Porte conectados no SIN

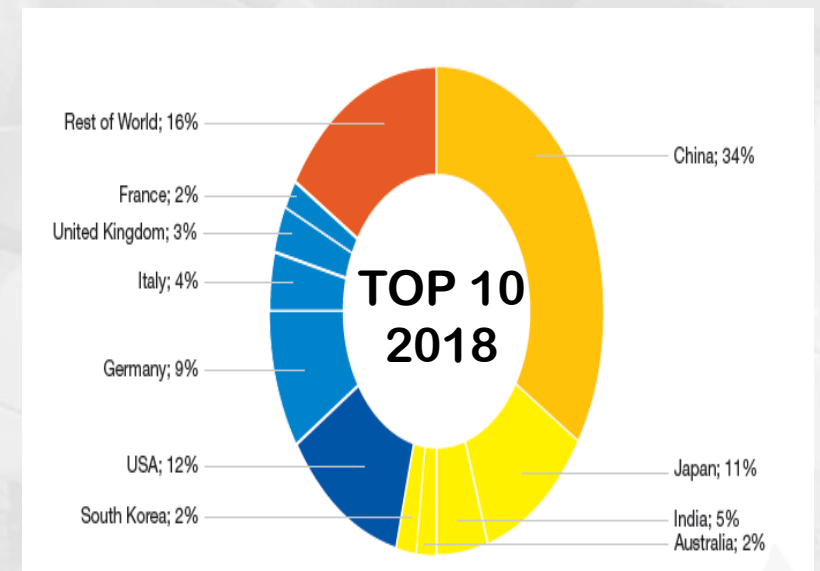
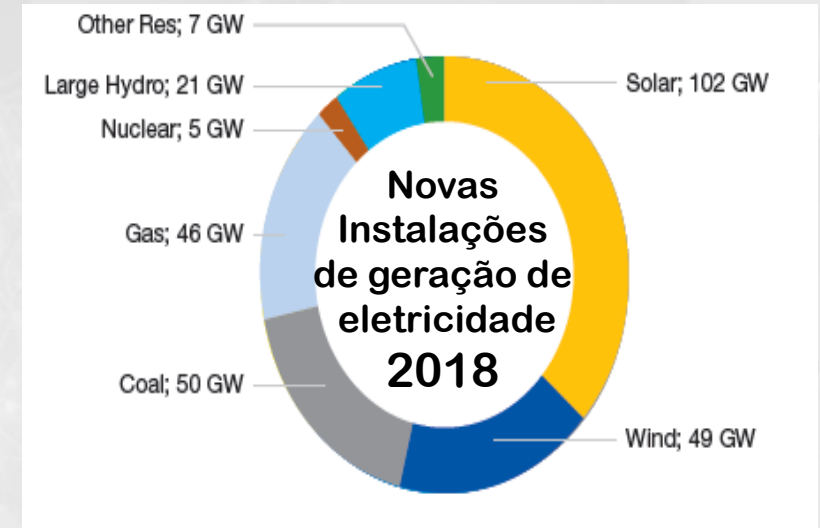
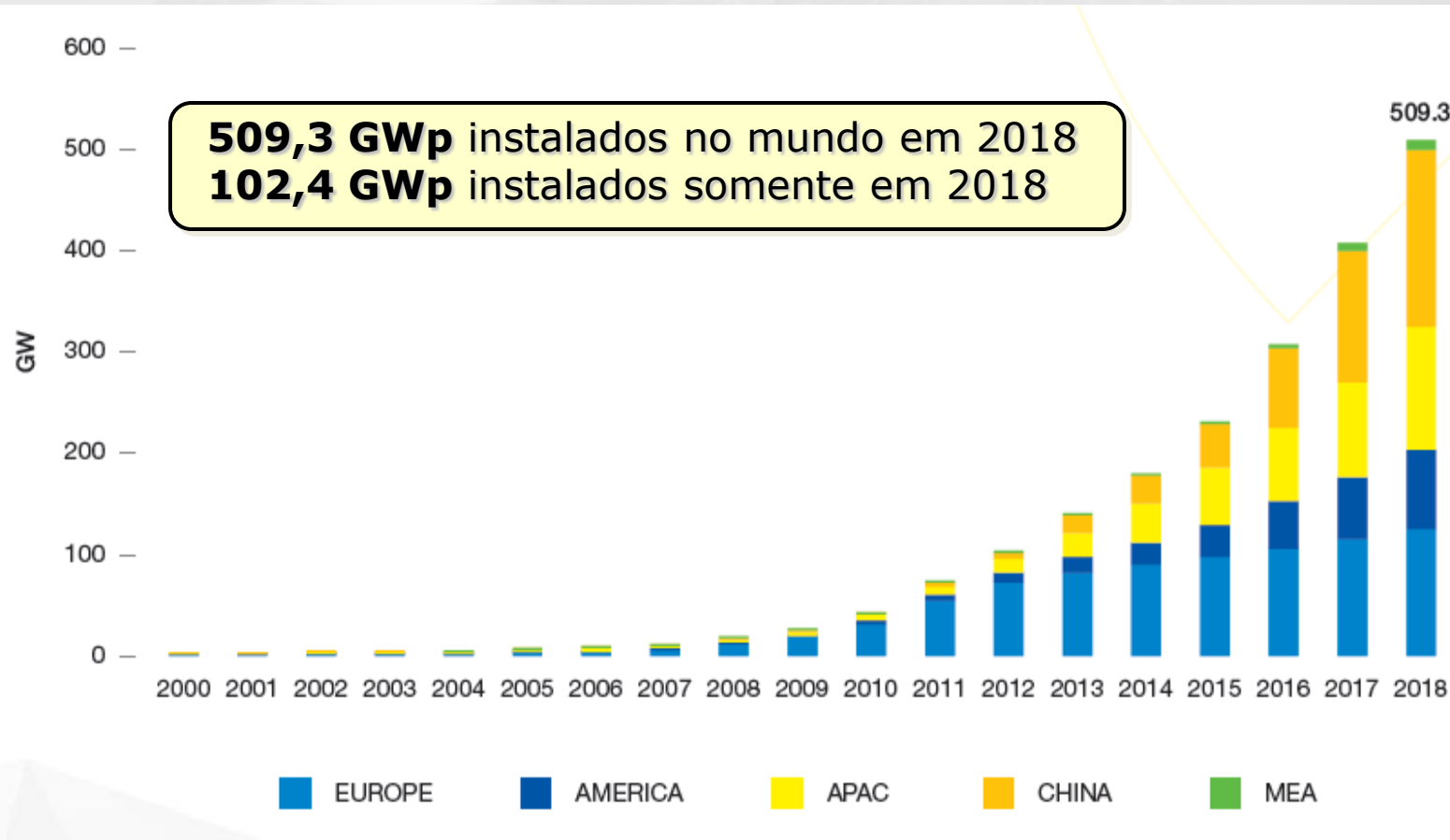


Parque Solar Nova Olinda (PI)
292 MWp



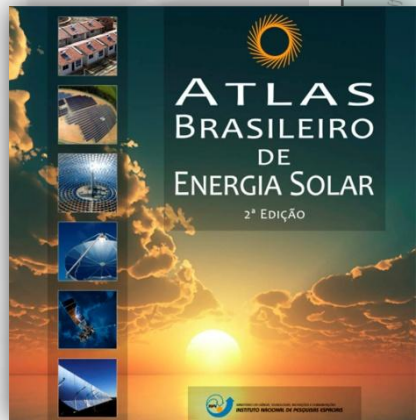
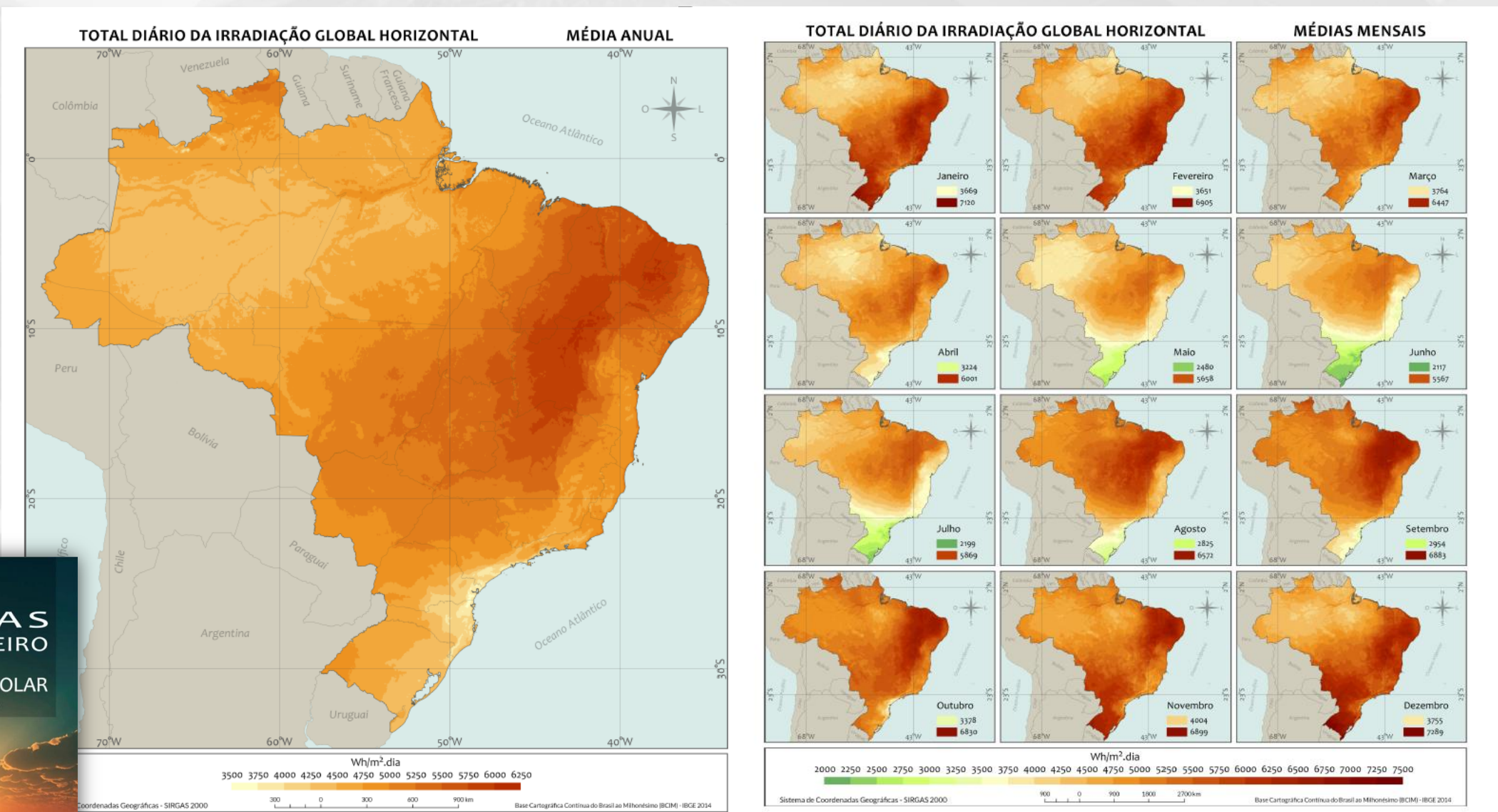
Parque Solar Ituverava (BA)
254 MW

Evolução da capacidade instalada de geração solar fotovoltaica no mundo



(Fonte: SolarPower Europe. 2019. *Global Market Outlook 2019-2023*. http://www.solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2019/05/SolarPower-Europe-Global-Market-Outlook-2019-2023.pdf?cf_id=1437)

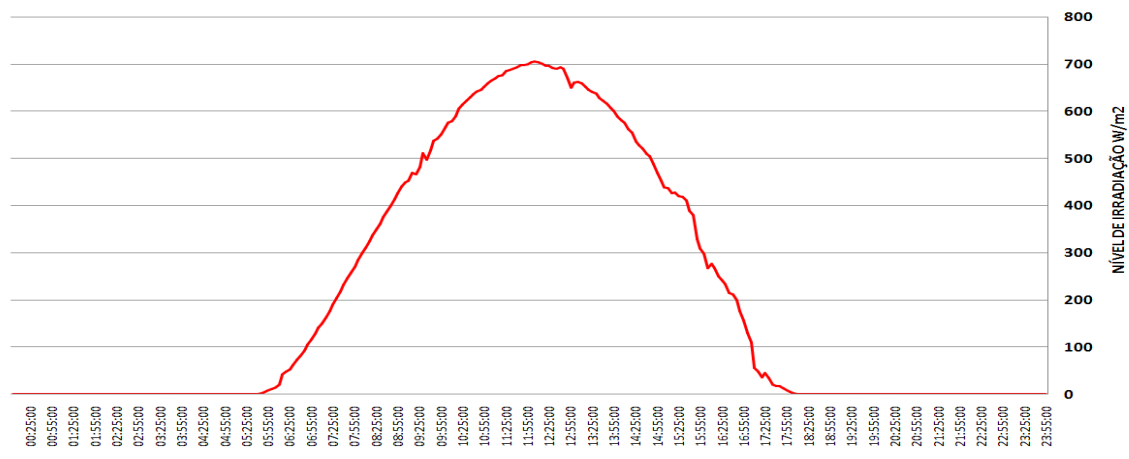
A Energia Solar Fotovoltaica no Brasil hoje



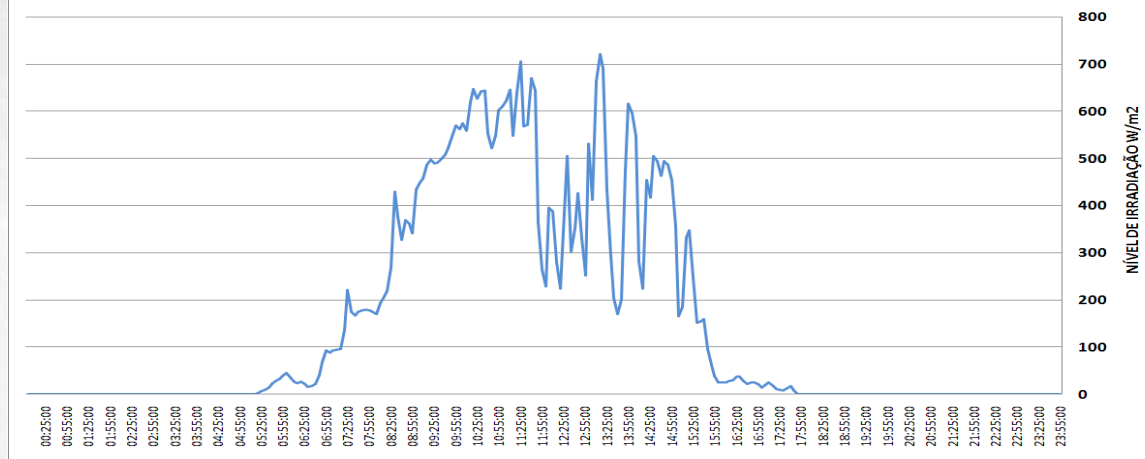
(Fonte: Inpe, 2017. Atlas Brasileiro de Energia Solar – 2º Edição.)

Comportamento da irradiação solar

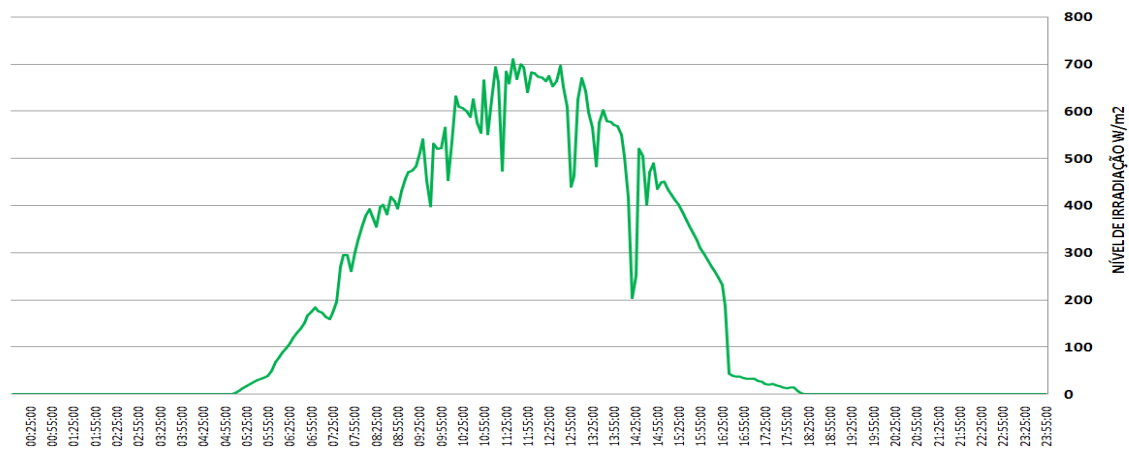
IRRADIAÇÃO SOLAR EM UM DIA CLARO SEM NÚVENS



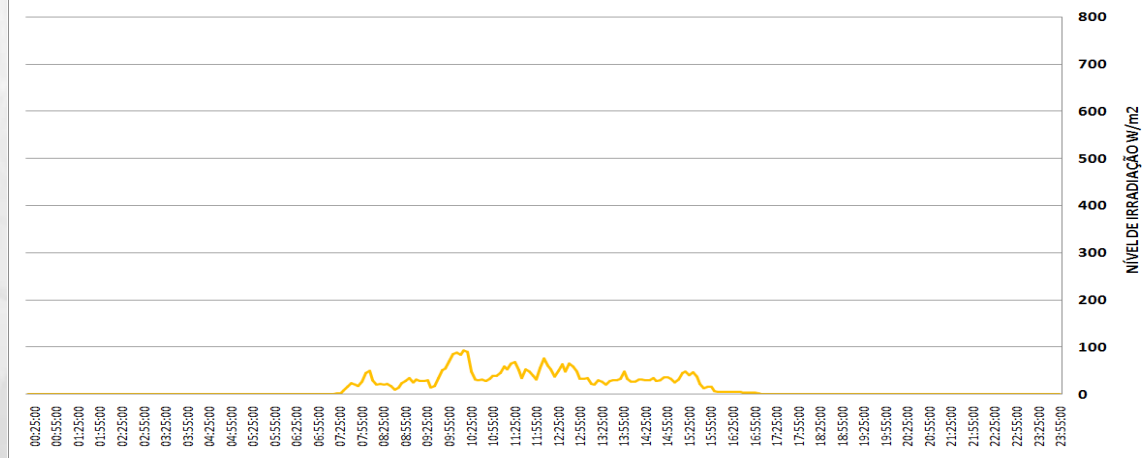
IRRADIAÇÃO SOLAR COM FORTE PRESENÇA DE NÚVENS NA PARTE DA TARDE



IRRADIAÇÃO SOLAR EM UM DIA CLARO COM POUCAS NÚVENS



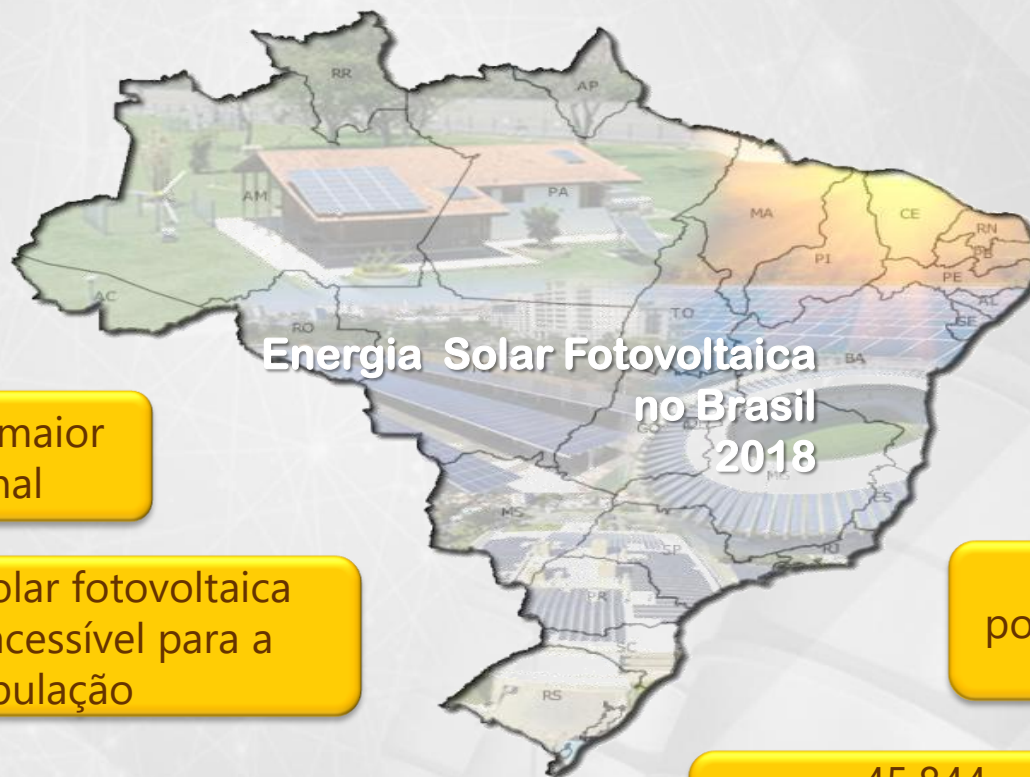
IRRADIAÇÃO SOLAR EM UM DIA TOTALMENTE NUBLADO



A Energia Solar Fotovoltaica no Brasil hoje

Mercado muito jovem

Selo Procel



148 empresas 516 marcas
857 modelos

Geração de Empregos e maior
capacitação profissional

2.072 MW_p

A energia solar fotovoltaica
está mais acessível para a
população

82 plantas solares com
potência superior a 900 kW_p
em operação

Melhores níveis de
irradiação solar do mundo

45.844
empreendimentos
instalados em GD

Evolução da capacidade instalada de geração solar fotovoltaica no Brasil

(Junho /2019)



USINAS SOLARES FOTVOLTAICAS
2.474 Empreendimentos
2.106,3 MWp



Compensação Energética
Res 482/2012
Res 687/2015



MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA
84.355 Empreendimentos
892,4 MWp

Total até junho de 2019:
• **86.829 empreendimentos**
• **2.998,7 MWp**

Leilões

6º LER (2014)
31 Projetos
889.6 MWp

10/2017

R\$ 215,53/MWh

7º LER (2015)
30 Projetos
833.8 MWp

08/2017

R\$ 301,64/MWh

8º LER (2015)
32 Projetos
929.3 MWp

11/2018

R\$ 297,37/MWh

25º LEN (2017)
20 Projetos
574.0 MWp

01/2021

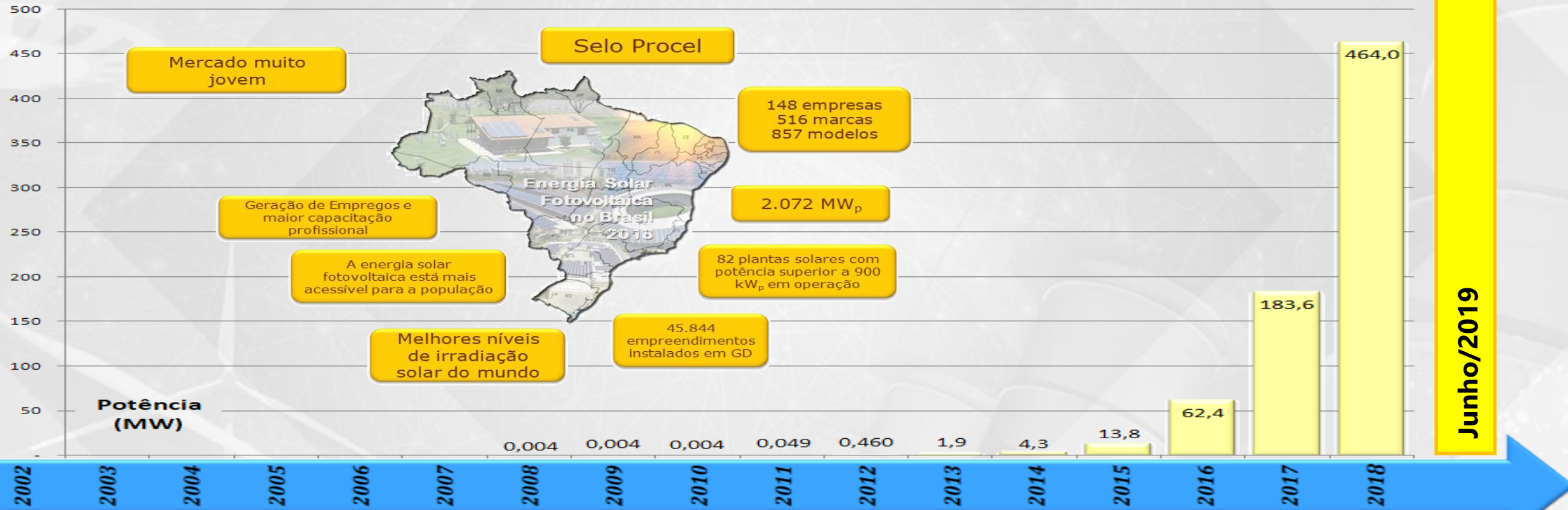
R\$ 145,63/MWh

27º LEN (2018)
29 Projetos
806.6 MWp

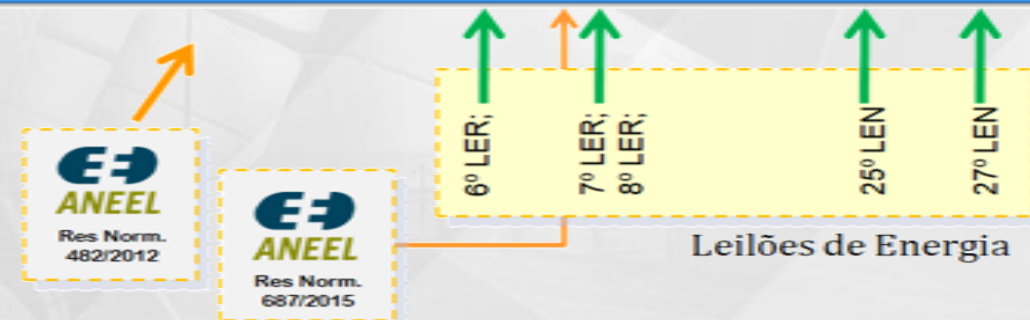
01/2022

R\$ 118,04/MWh

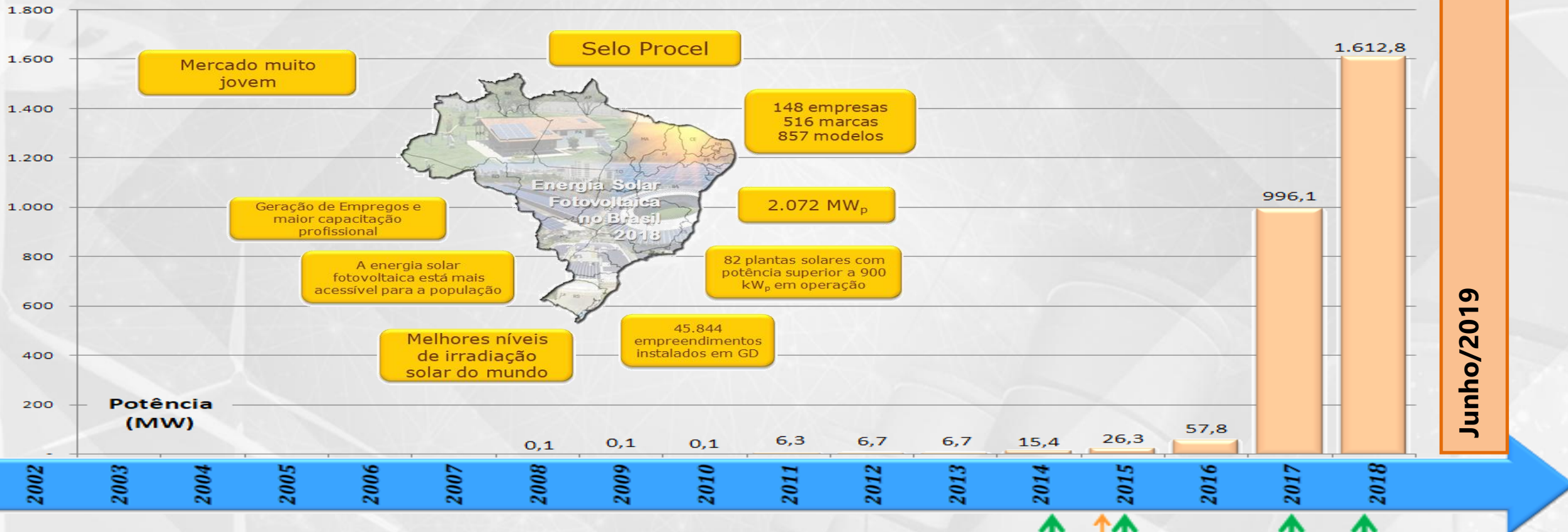
Evolução da capacidade instalada de geração solar fotovoltaica no Brasil (MW)



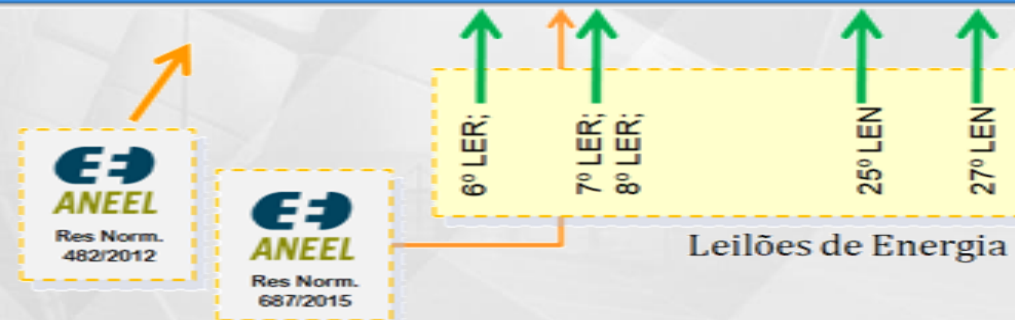
Geração Distribuída



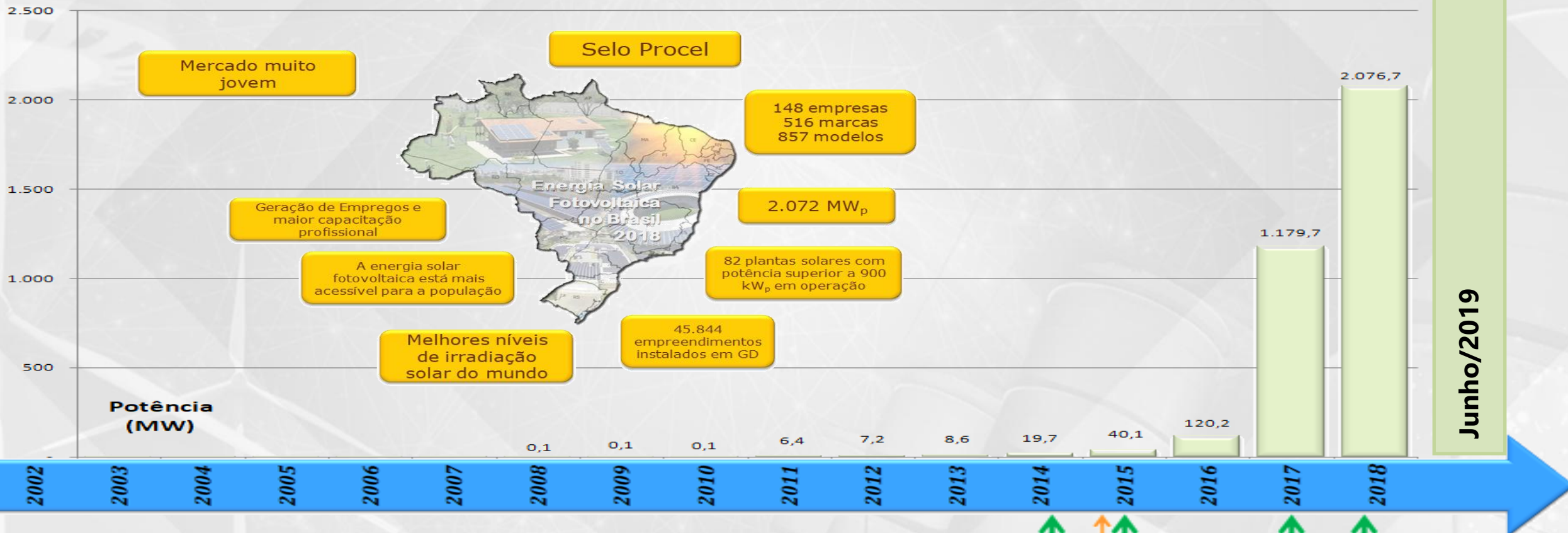
Evolução da capacidade instalada de geração solar fotovoltaica no Brasil (MW)



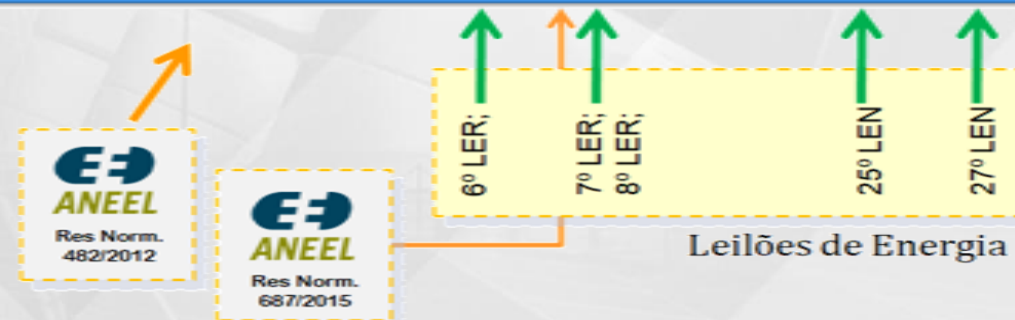
Plantas Fotovoltaicas



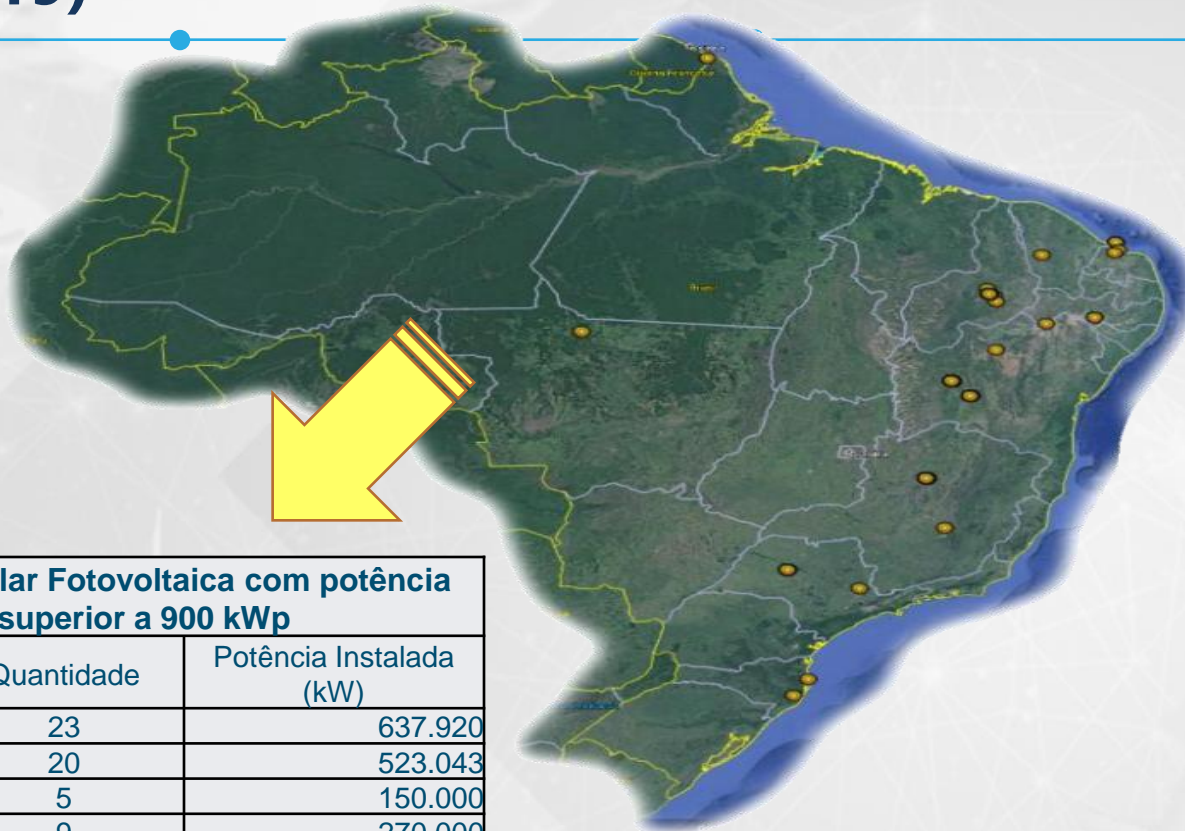
Evolução da capacidade instalada de geração solar fotovoltaica no Brasil (MW)



GD + Plantas Fotovoltaicas



Capacidade instalada de geração solar fotovoltaica no Brasil (Nov/2019)



Plantas Solar Fotovoltaica com potência superior a 900 kWp

UF	Quantidade	Potência Instalada (kW)
BA	23	637.920
MG	20	523.043
SP	5	150.000
PI	9	270.000
RN	5	117.100
CE	8	218.000
MT	3	2.860
PB	4	108.400
PE	3	36.000
SC	2	3.998
AP	1	4.039
TO	1	5.000
RJ	3	2.280
Total	87	2.078.640

Total até junho de 2019:
86.829 empreendimentos
2.998,7 MWp

UNIDADES CONSUMIDORAS COM GERAÇÃO SOLAR FOTOVOLTAICA (Ger. Distribuída)

UF	Quantidade	UCs que recebem os créditos	Potência Instalada (kW)
MG	17.337	33.554	223.198,47
RS	12.326	14.948	147.345,85
SP	14.783	19.892	120.481,30
MT	3.609	3.855	86.523,54
SC	5.542	6.706	62.075,10
PR	4.770	4.797	56.484,18
CE	2.548	3.379	50.120,94
RJ	4.905	5.503	47.714,11
GO	3.229	3.885	36.501,24
PE	1.597	2.395	27.534,18
MS	1.660	2.687	21.698,82
RN	1.356	1.737	20.167,38
PB	1.410	2.048	18.875,95
ES	1.898	2.323	15.959,95
BA	1.306	1.577	14.753,21
MA	1.223	1.440	14.730,60
PI	991	1.320	14.430,05
DF	984	1.049	13.608,73
TO	969	1.028	10.109,00
RO	163	207	8.948,12
PA	767	787	7.403,41
AL	525	702	6.385,12
SE	534	618	6.219,39
AM	171	201	1.861,57
AP	85	101	1.644,77
AC	72	73	1.014,86
RR	26	34	634,13

Capacidade instalada de geração solar fotovoltaica (GD) no Estado do Rio de Janeiro



GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

AGENTE: Todos
MUNICÍPIO: Todos
REGIÃO: Todos
FONTE DE GERAÇÃO: Todos
MODALIDADE DE GERAÇÃO: Todos
CLASSE DE CONSUMO: Todos

AGENTES			
AGENTE	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
CERAL ARARUAMA	5	7	12,52
Total	4.895	5.494	47.612,12

MUNICÍPIOS			
MUNICÍPIO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
Angra dos Reis	60	66	394,63
Total	4.895	5.494	47.612,12

FONTE DE GERAÇÃO			
COMBUSTÍVEL	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
Biogás - RU	2	2	2.000,00
Cinética do vento	1	1	1,00
Total	4.895	5.494	47.612,12

MODALIDADE DE GERAÇÃO			
MODALIDADE	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
Autoconsumo remoto	387	930	8.409,72
Total	4.895	5.494	47.612,12

CLASSE DE CONSUMO			
CLASSE	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
Comercial	468	575	19.903,80
Industrial	24	28	5.085,90
Total	4.895	5.494	47.612,12

REGIÃO			
REGIAO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
Sudeste	4.895	5.494	47.612,12
Total	4.895	5.494	47.612,12

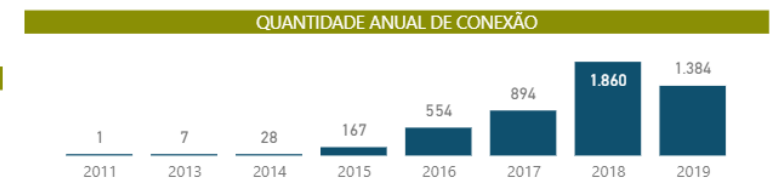
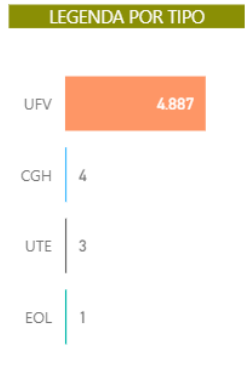
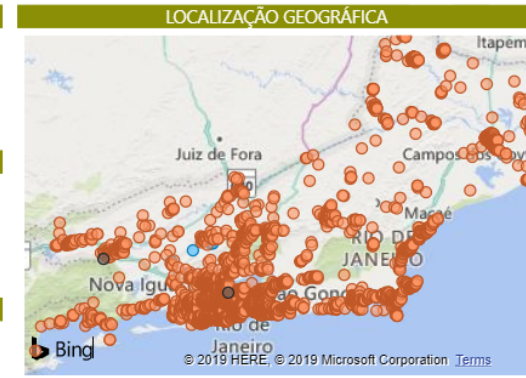
ESTADOS			
UF	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
RJ	4.895	5.494	47.612,12
Total	4.895	5.494	47.612,12

ANO DA CONEXÃO			
ANO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
2011	1	1	5,00
2013	7	7	31,30
Total	4.895	5.494	47.612,12

TIPO DE GERAÇÃO			
TIPO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
CGH	4	17	3.900,00
EOL	1	1	1,00
Total	4.895	5.494	47.612,12

GRUPO DE TENSÃO			
GRUPO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
A1	7	10	71,52
Total	4.895	5.494	47.612,12

QTD DE GDs: 4.895
QTD UCs RECEBEM CRÉDITOS: 5.494
POT INSTALADA (kW): 47.612,12
ANO CONEXÃO: Todos
ESTADOS: RJ
GRUPO DE TENSÃO: Todos
TIPO DE GERAÇÃO: Todos
PERÍODO DE CONEXÃO: 11/06/2007 - 19/06/2019
FAIXA DE POTÊNCIA: 0,00 - 5.000,00



RELAÇÃO SELECIONADOS							
	COD GD	COD MUNICÍPIO	MUNICÍPIO	UF	REGIAO	TIPO	CLA
	ARUAMA	GD.RJ.000.053.123	3300209	Araruama	RJ	Sudeste	UFV

Capacidade instalada de geração solar fotovoltaica (GD) no Município do Rio de Janeiro



GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

AGENTE: Todos

MUNICÍPIO: Rio de Janeiro

REGIÃO: Todos

FONTE DE GERAÇÃO: Todos

MODALIDADE DE GERAÇÃO: Todos

CLASSE DE CONSUMO: Todos

QTD DE GDS: 1.481

QTD UCs RECEBEM CRÉDITOS: 1.511

POT INSTALADA (kW): 16.957,70

ANO CONEXÃO: Todos

ESTADOS: RJ

GRUPO DE TENSÃO: Todos

TIPO DE GERAÇÃO: Todos

PERÍODO DE CONEXÃO: 11/06/2007 - 19/06/2019

FAIXA DE POTÊNCIA: 0,00 - 5.000,00

AGENTES

AGENTE	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
ENEL RJ	4	8	15,10
Light	1.477	1.502	16.042,60
Total	1.481	1.511	16.957,70

MUNICÍPIOS

MUNICÍPIO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
Rio de Janeiro	1.481	1.511	16.957,70
Total	1.481	1.511	16.957,70

FONTE DE GERAÇÃO

COMBUSTÍVEL	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
Cinética do vento	1	1	1,00
Gás Natural	1	2	3.627,68
Total	1.481	1.511	16.957,70

MODALIDADE DE GERAÇÃO

MODALIDADE	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
Autoconsumo remoto	24	54	3.872,62
Total	1.481	1.511	16.957,70

CLASSE DE CONSUMO

CLASSE	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
Comercial	156	163	6.351,14
Industrial	8	9	3.678,10
Total	1.481	1.511	16.957,70

REGIÃO

REGIÃO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
Sudeste	1.481	1.511	16.957,70
Total	1.481	1.511	16.957,70

ESTADOS

UF	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
RJ	1.481	1.511	16.957,70
Total	1.481	1.511	16.957,70

ANO DA CONEXÃO

ANO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
2013	5	5	28,70
2014	13	14	438,90
Total	1.481	1.511	16.957,70

TIPO DE GERAÇÃO

TIPO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
EOL	1	1	1,00
UFV	1.479	1.508	13.329,02
Total	1.481	1.511	16.957,70

GRUPO DE TENSÃO

GRUPO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
A4	30	31	8.038,12
Total	1.481	1.511	16.957,70

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

LEGENDA POR TIPO

- UFV: 1.479
- EOL: 1
- UTE: 1

QUANTIDADE ANUAL DE CONEXÃO

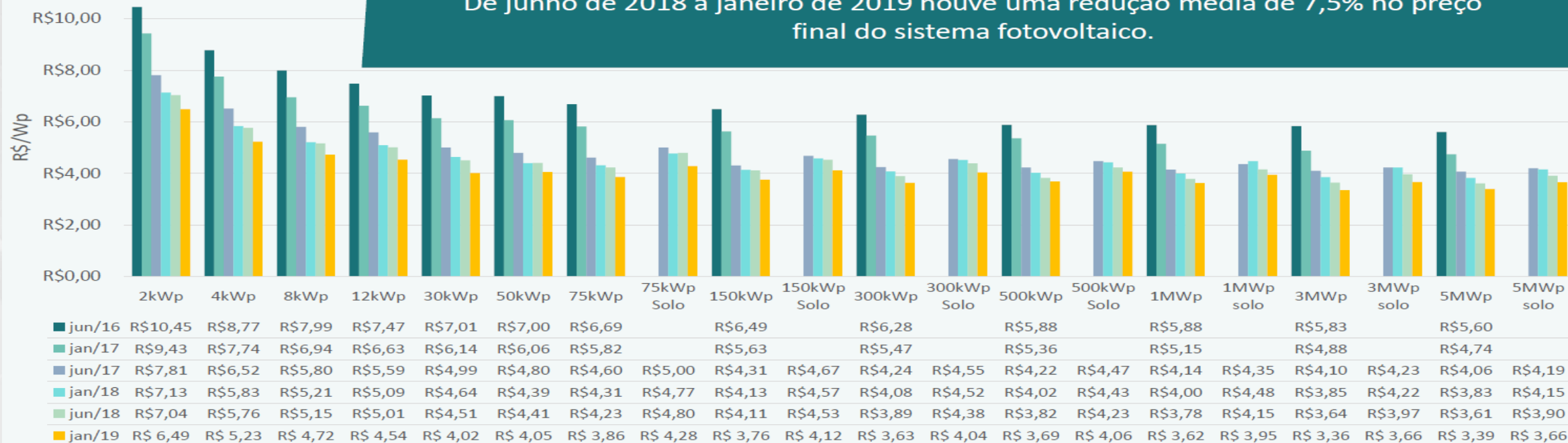
Ano	Quantidade
2013	5
2014	13
2015	67
2016	220
2017	367
2018	594
2019	215

RELAÇÃO SELECIONADOS

AGENTE	COD GD	COD MUNICÍPIO	MUNICÍPIO	UF	REGIÃO	TIPO	CLASSE
ENEL RJ	GD.RJ.000.066.467	3304557	Rio de Janeiro	RJ	Sudeste	UFV	Residencial
Total							

Variação do custo total de sistemas fotovoltaicos (equipamentos e integração) para uso residencial e comercial no Brasil (2016-2019)

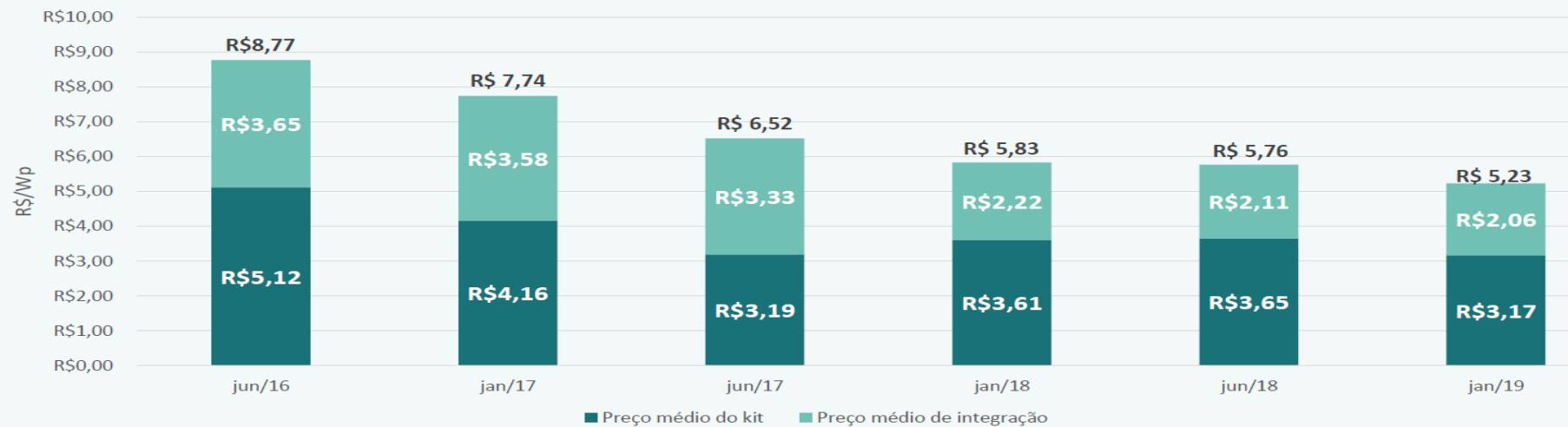
De junho de 2018 a janeiro de 2019 houve uma redução média de 7,5% no preço final do sistema fotovoltaico.



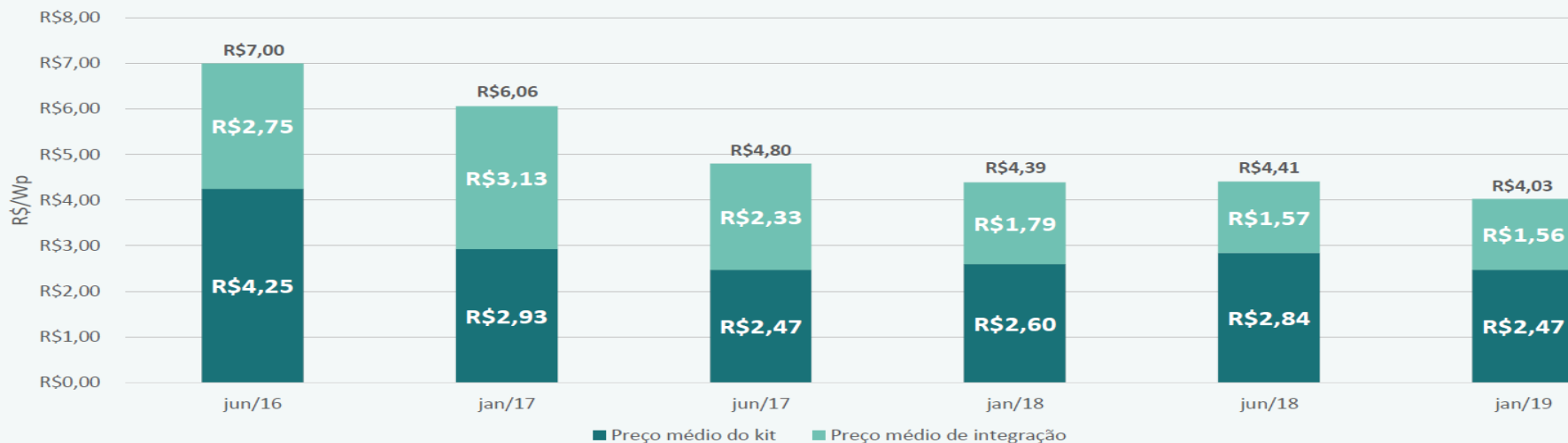
(Fonte: GREENER, 2018 – Estudo Estratégico Mercado Fotovoltaico de Geração Distribuída 1º Semestre 2019)

Variação do custo total de sistemas fotovoltaicos (equipamentos e integração) para uso residencial e comercial no Brasil (2016-2019)

Sistema residencial (4 kWp)



Sistema comercial (50 kWp)

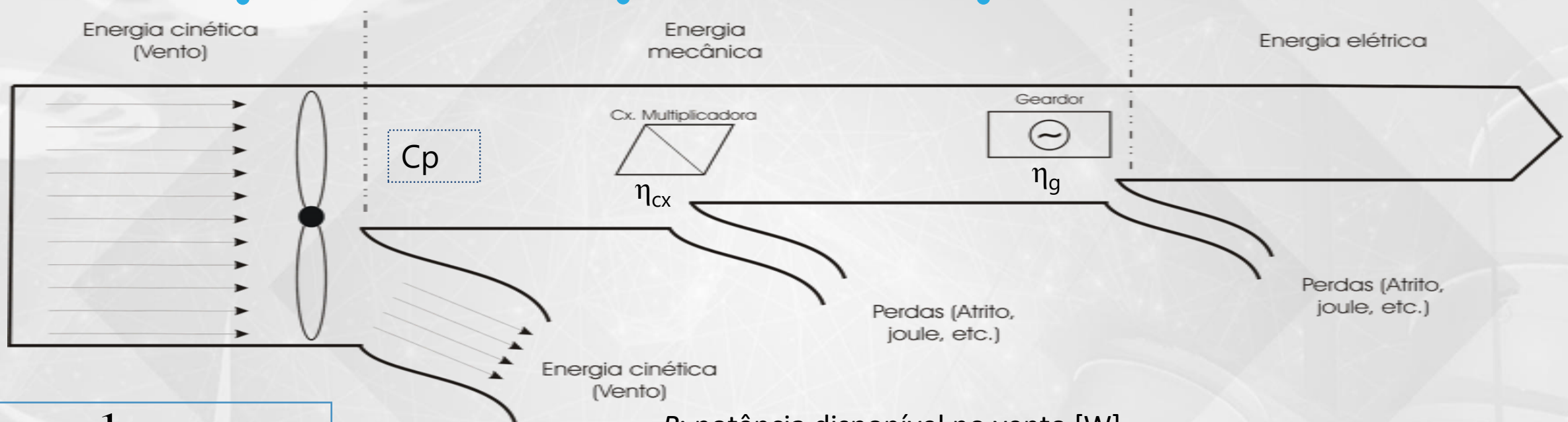


(Fonte: GREENER, 2019
Estudo Estratégico Mercado Fotovoltaico
de Geração Distribuída 1º Semestre 2019)

Energia Eólica

- Como funciona
- Como está no mundo
- Como está no Brasil
- Oportunidades

Princípio de um aerogerador



$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3$$

$$P_{tm\acute{a}x} = C_{p_{m\acute{a}x}} \cdot P = 0,593 \cdot P$$

$$P_e = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \cdot C_p \cdot \eta_{cx} \cdot \eta_g$$

Onde

$$C_p \leq C_{p_{tm\acute{a}x}}$$

P : potência disponível no vento [W]

ρ : massa específica do ar [kg/m^3]

A : área da seção transversal varrida pelo rotor da turbina [m^2]

V : velocidade do vento livre antes da turbina [m/s]

$P_{tm\acute{a}x}$: potência máxima que pode ser extraída por uma turbina ideal [W]

$C_{p_{tm\acute{a}x}}$: coeficiente de Betz (0,593)

P_e : potência elétrica na saída do aerogerador [W]

C_p : coeficiente de potência da turbina

η_{cx} : eficiência da caixa multiplicadora

η_g : eficiência do gerador elétrico

Componentes de um Aerogerador

- **Com Multiplicador**

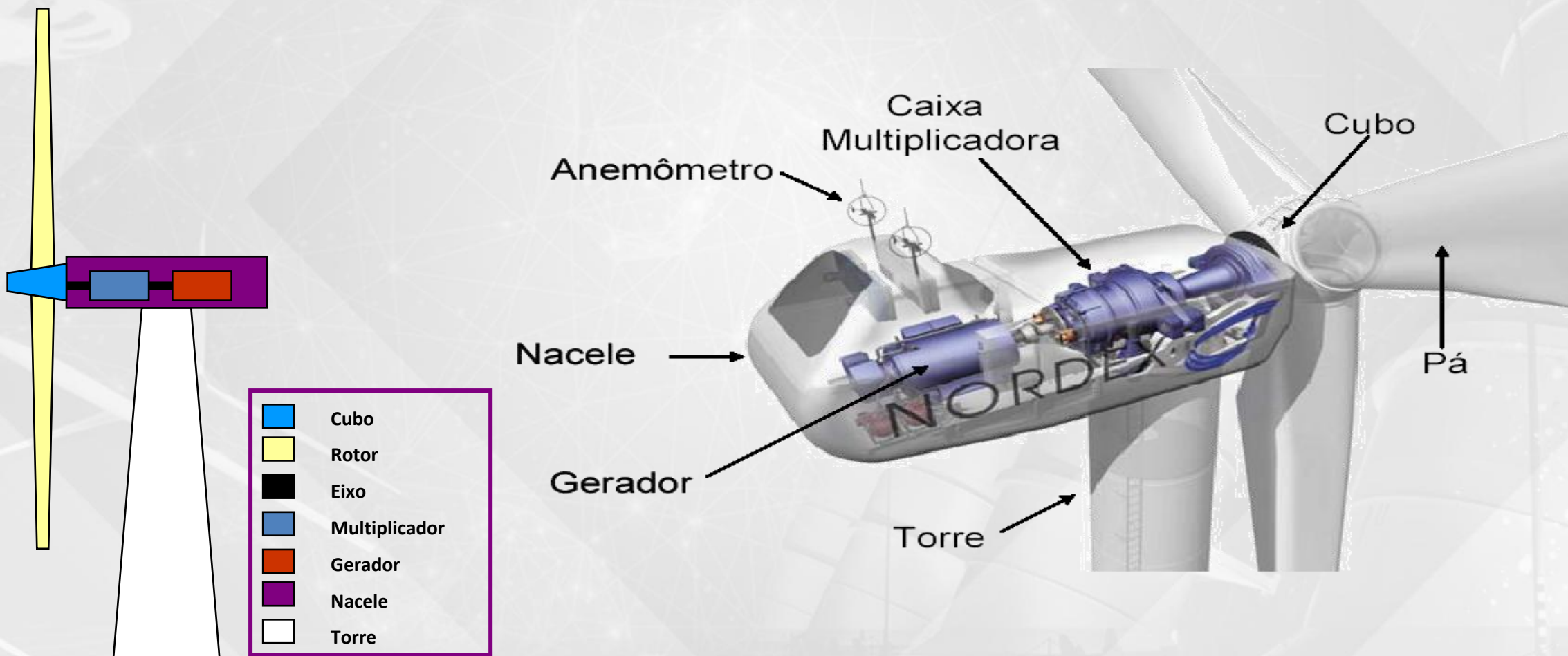
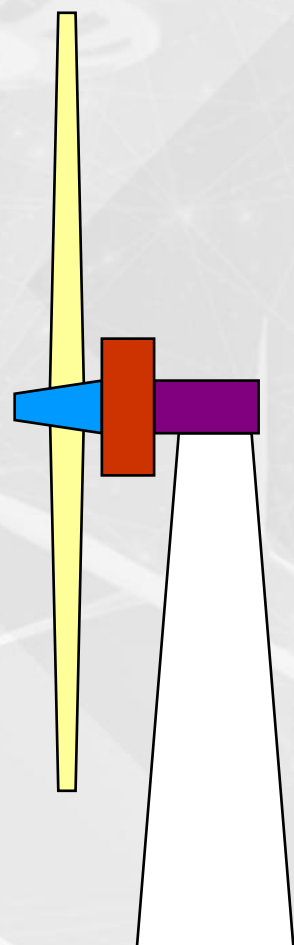


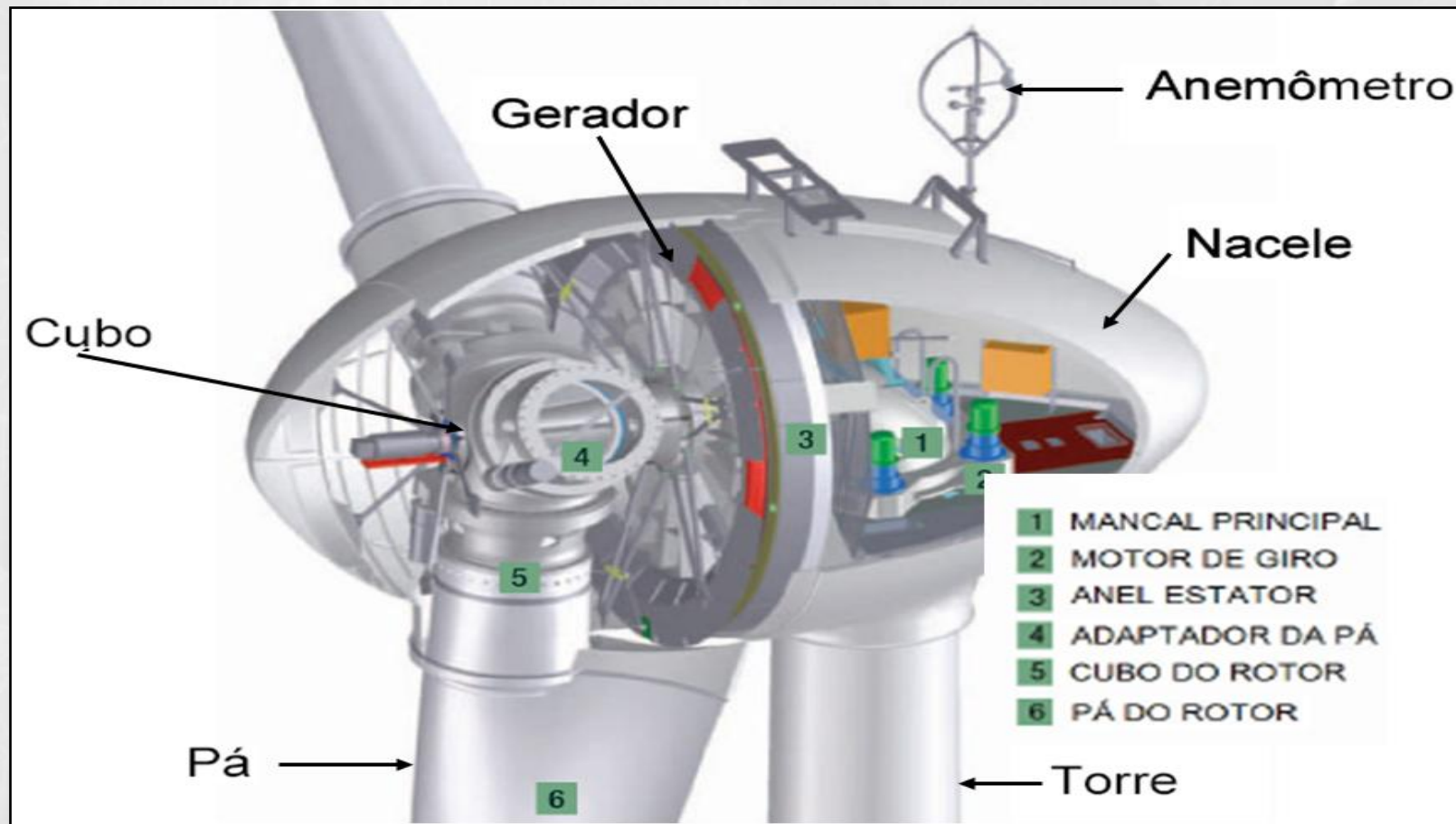
Figura adaptada de http://www.energy.qld.gov.au/infosite/eg_using_wind_turbines.html.

Componentes de um Aerogerador

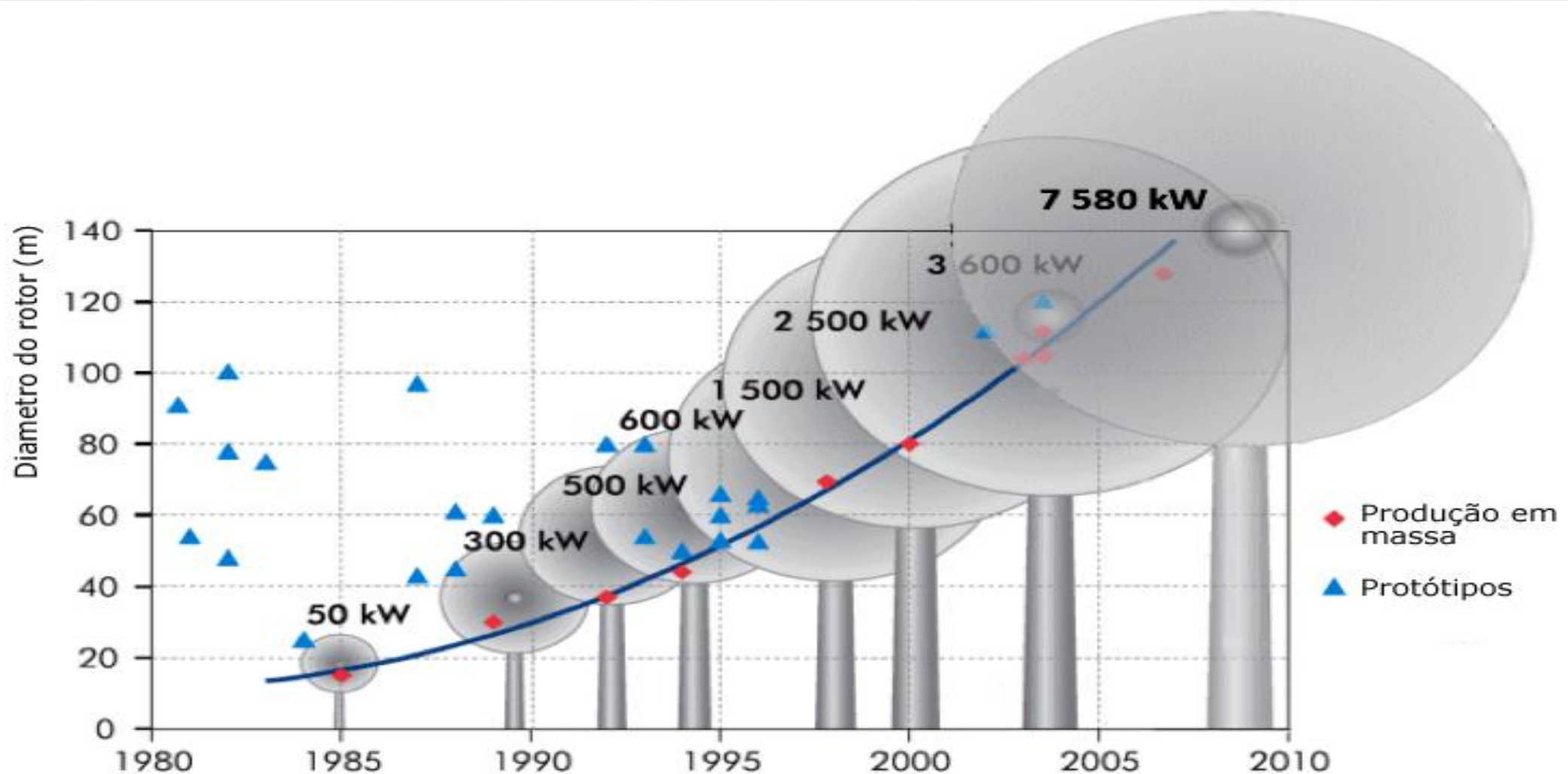
- **Acionamento Direto**



-  Cubo
-  Rotor
-  Eixo
-  Multiplicador
-  Gerador
-  Nacele
-  Torre

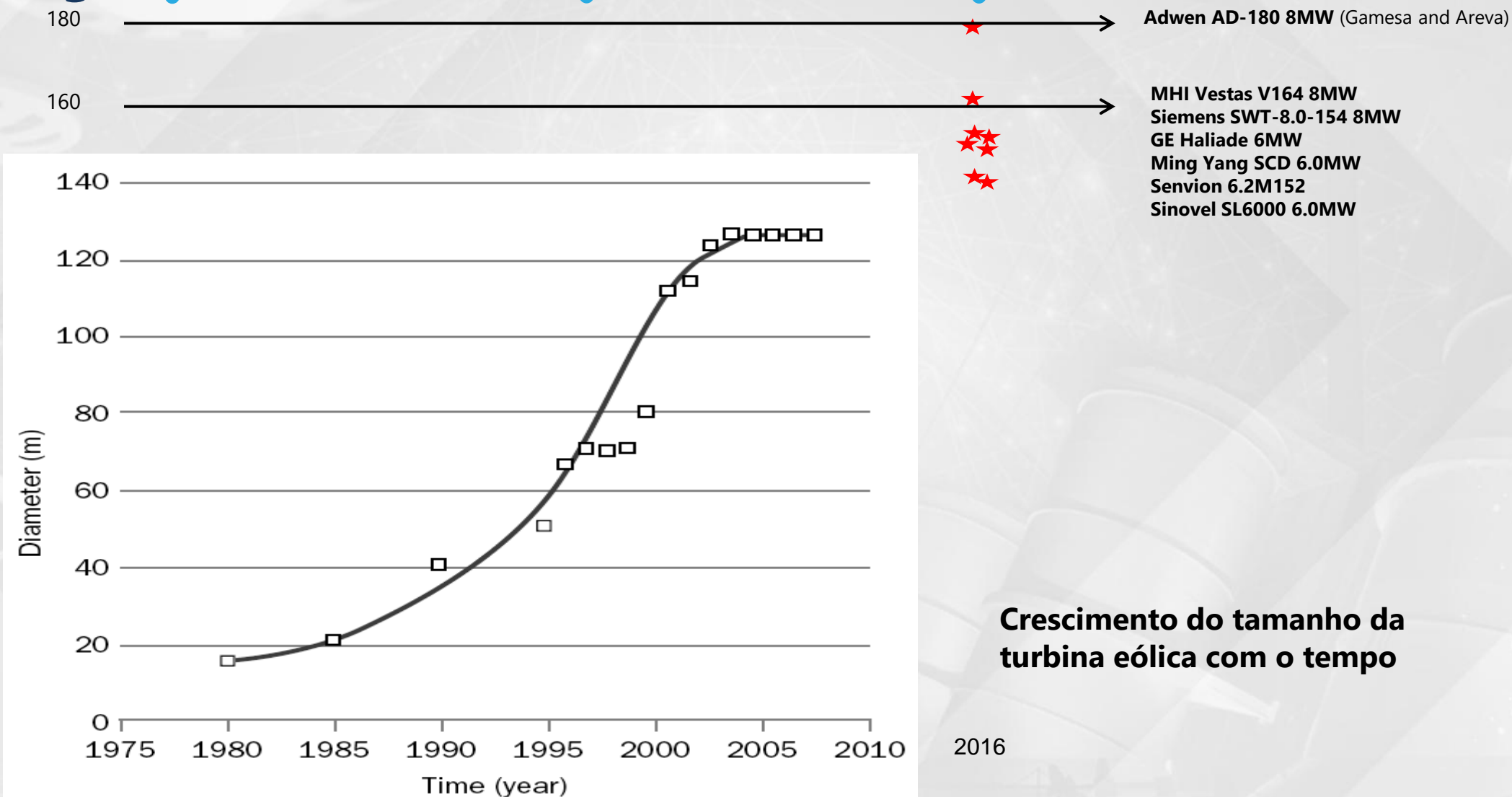


Evolução da potência dos aerogeradores



Fonte: Agência Internacional de Energia (IEA)

1. Evolução da potência dos aerogeradores



Crescimento do tamanho da turbina eólica com o tempo

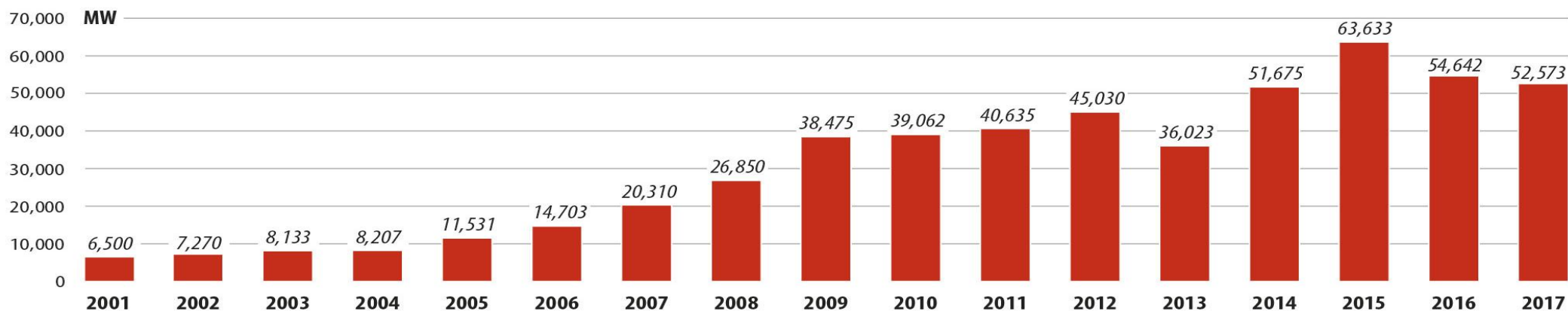
Evolução da capacidade instalada de geração eólica no mundo

GLOBAL CUMULATIVE INSTALLED WIND CAPACITY 2001-2017



Source: GWEC

GLOBAL ANNUAL INSTALLED WIND CAPACITY 2001-2017



Source: GWEC

(Fonte: GWEC, 2018. Global Wind Statistics 2017. http://gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC_PRstats2017_EN-003_FINAL.pdf)

(Fonte: GWEC, 2019. Global Wind Statistics 2018. http://gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC_PRstats2017_EN-003_FINAL.pdf)

Capacidade instalada de geração eólica por País

MW, onshore	New installations 2017	Total installations 2017	New installations 2018	Total installations 2018
Total onshore	48,996	521,774	46,820	568,409
Americas	10,572	123,091	11,940	135,041
USA	7,017	89,047	7,588	96,635
Canada	341	12,240	566	12,816
Brazil	2,027	12,769	1,939	14,707
Mexico	478	4,006	929	4,935
Argentina	24	228	494	722
Chile	269	1,418	204	1,621
Other Americas	416	3,383	220	3,605
Africa, Middle East	632	4,758	962	5,720
Egypt	0	810	380	1,190
Kenya	0	26	310	336
South Africa	618	2,085	0	2,085
Other Africa	14	1,837	272	2,109
Asia-Pacific	23,927	231,419	24,902	256,320
China	18,499	185,604	21,200	206,804
India	4,148	32,938	2,191	35,129
Australia	501	4,813	549	5,362
Pakistan	199	789	400	1,189
Japan	170	3,399	262	3,661
South Korea	103	1,102	127	1,229
Vietnam	38	197	32	228
Philippines	0	427	0	427
Thailand	218	648	0	648
Other Asia	51	1,502	141	1,643
Europe	13,865	162,506	9,016	171,328
Germany	5,334	50,779	2,402	53,180
France	1,692	13,757	1,563	15,307
Sweden	197	6,499	717	7,216
United Kingdom	2,641	12,412	589	13,001
Turkey	766	6,872	497	7,370
Other Europe	3,235	72,187	3,248	75,435

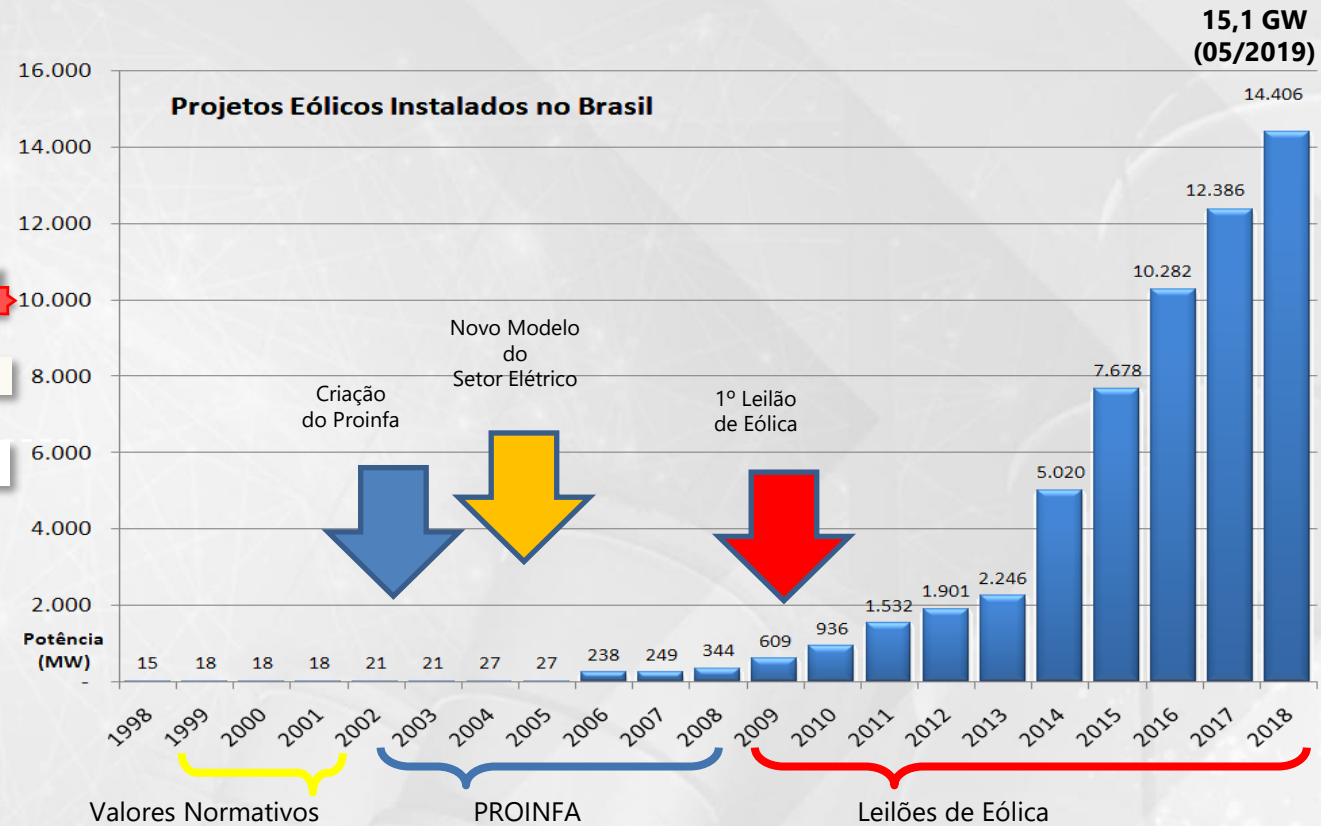
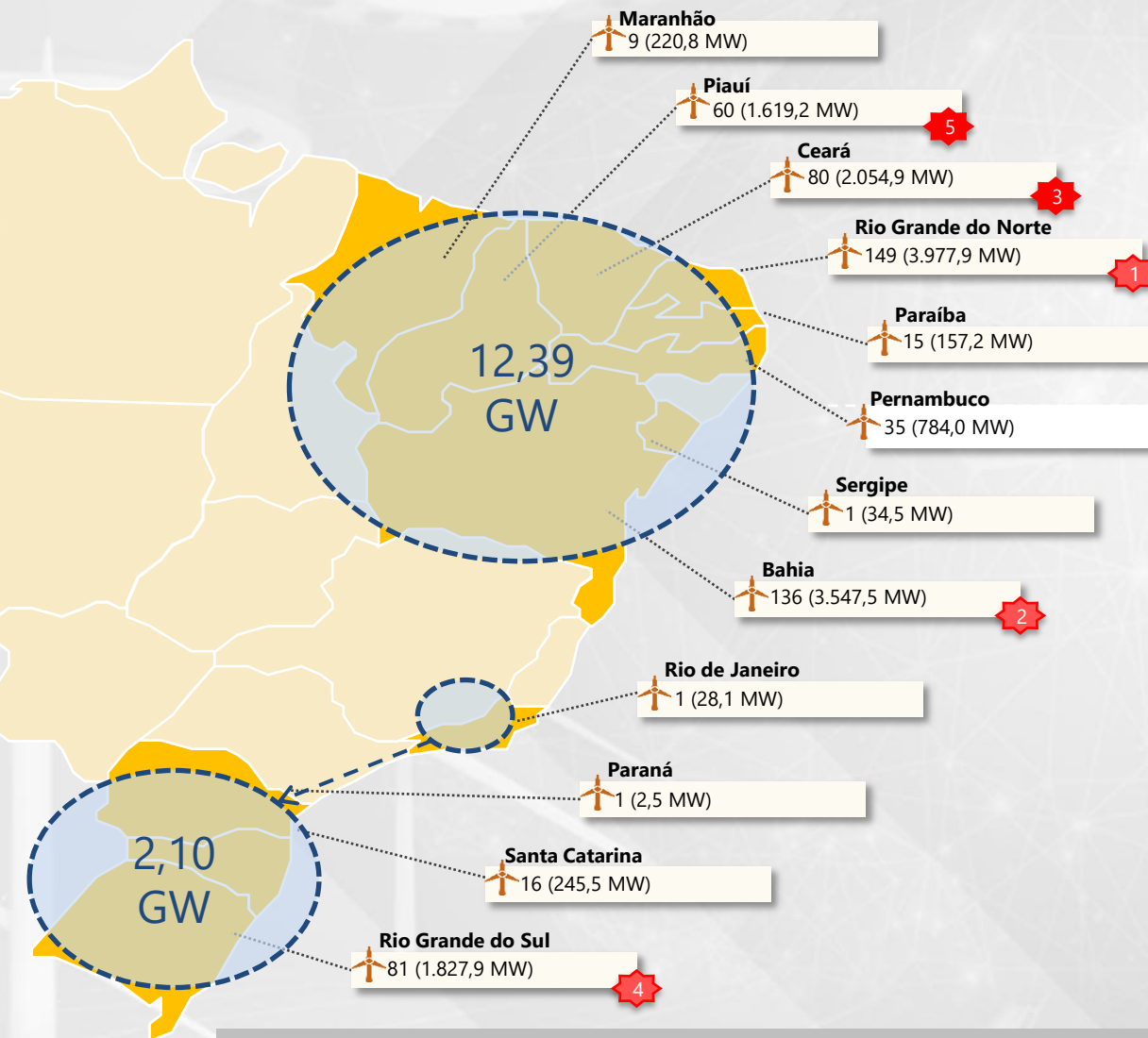
MW, offshore	New installations 2017	Total installations 2017	New installations 2018	Total installations 2018
Total offshore	4,472	18,658	4,496	23,140
Europe	3,196	15,630	2,661	18,278
United Kingdom	1,715	6,651	1,312	7,963
Germany	1,253	5,411	969	6,380
Belgium	165	877	309	1,186
Denmark	0	1,268	61	1,329
Netherlands	0	1,118	0	1,118
Other Europe	63	305	0	302
Asia-Pacific	1,276	2,998	1,835	4,832
China	1,161	2,788	1,800	4,588
South Korea	3	38	35	73
Other Asia	112	172	0	171
Americas	0	30	0	30
USA	0	30	0	30

(Fonte: GWEC, 2019. GWEC | GLOBAL WIND REPORT 2018 APRIL 2019.

Disponível em: <https://gwec.net/wp-content/uploads/2019/04/GWEC-Global-Wind-Report-2018.pdf>)

” O Brasil faz parte dos 10 mais importantes mercados de energia eólica no mundo ocupando a 6ª colocação em potência instalada no final de 2018”

Evolução da capacidade instalada de geração eólica no Brasil.



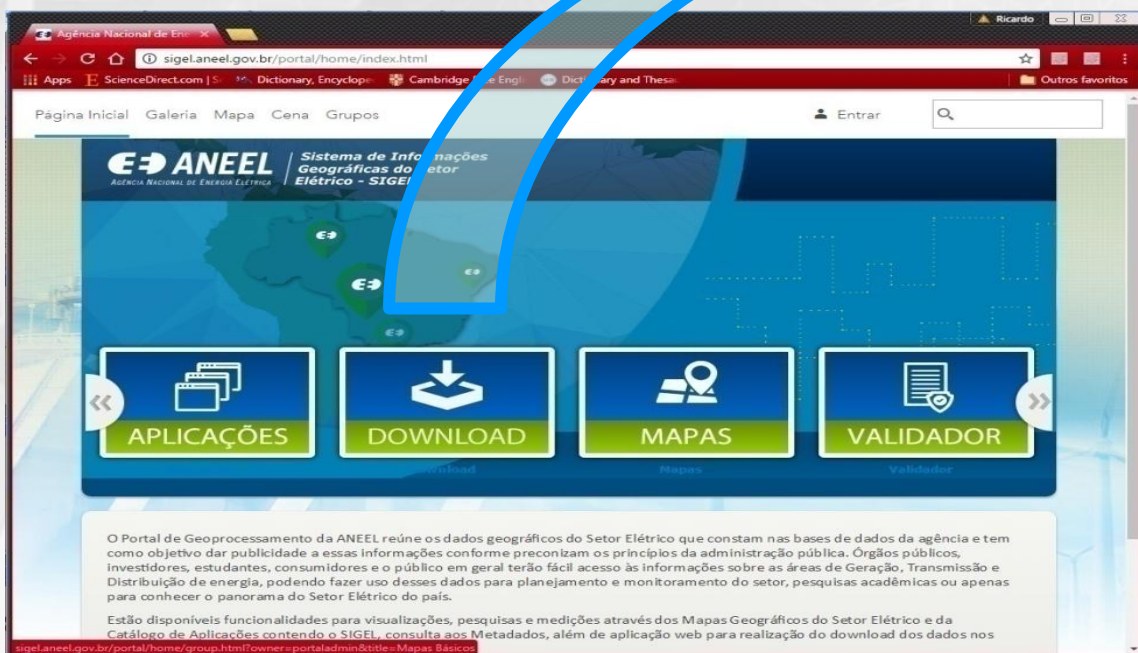
15,1 GW
(05/2019)

Compensação Energética
Res n.482/2012
Res n.687/2015

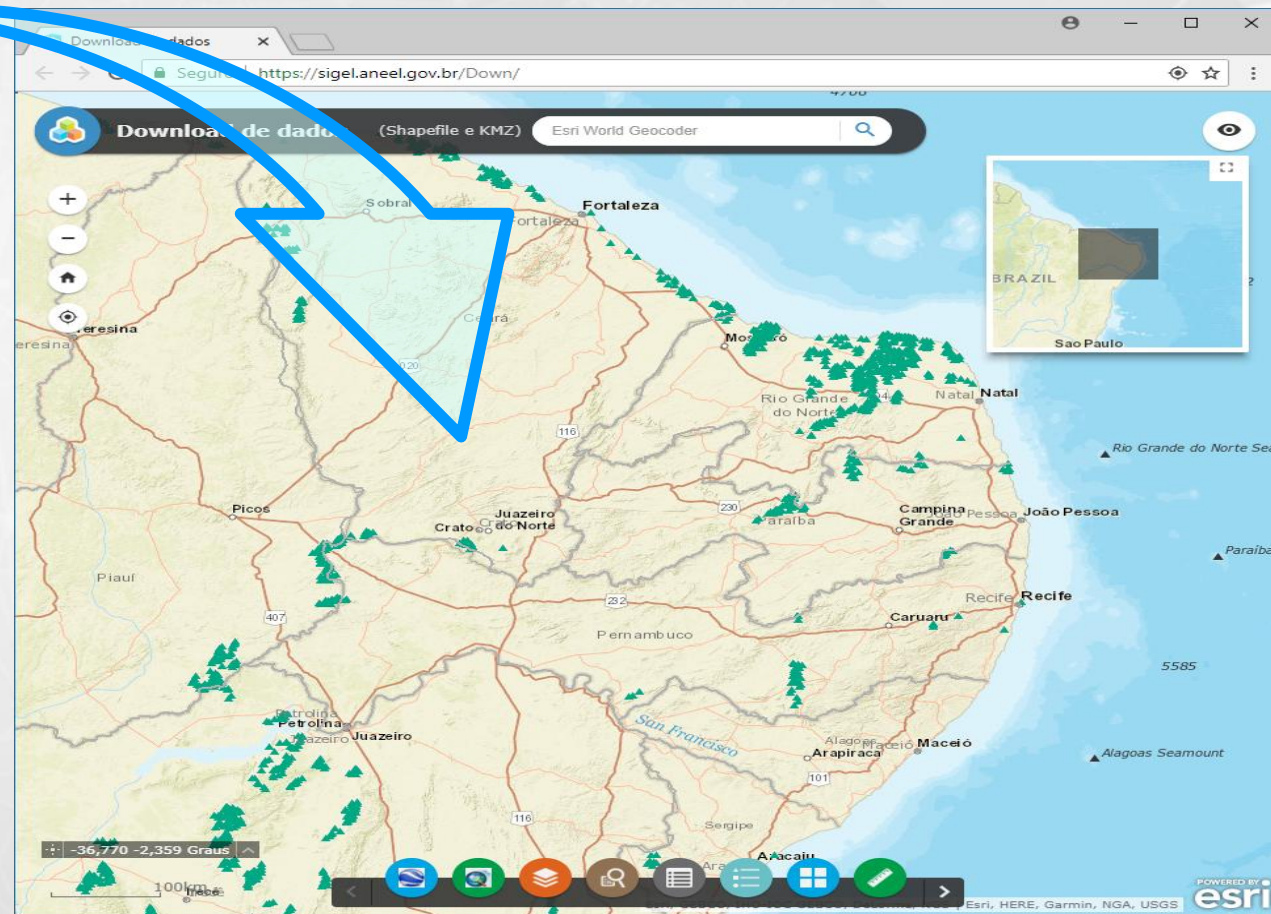
MICRO E MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA
53 Empreendimentos
10.285 kW

Usinas Eólicas do Brasil

Localização geográfica de Usinas Eólicas no Brasil (SIGEL - ANEEL)

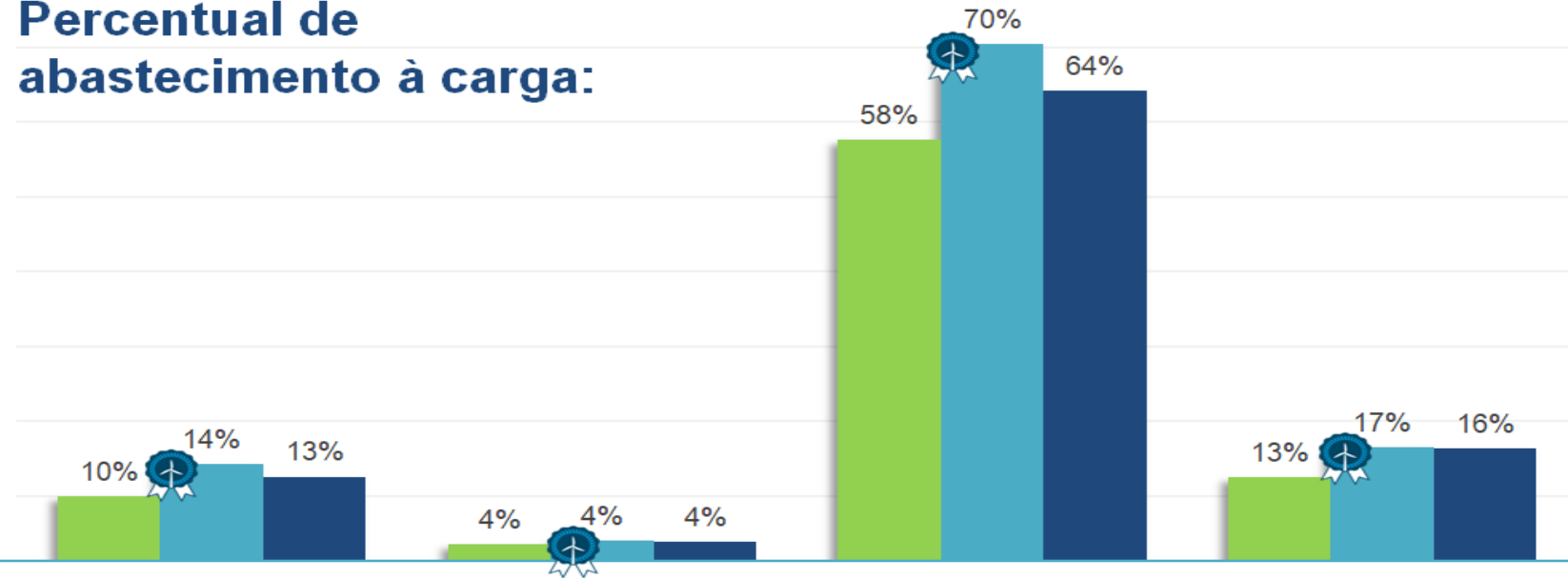


Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico
<http://sigel.aneel.gov.br/portal/home/index.html>



Recordes de abastecimento à carga com energia eólica

Percentual de abastecimento à carga:



	SIN	N	NE	S
Record Anual (2018)	17/01/2018	15/01/2018	17/01/2018	27/01/2018
Geração (MW médio)	7.168	188	6.178	1.357
Fator de capacidade	61%	85%	65%	68%
Record Histórico (atual)	10/09/2017	01/10/2017	10/09/2017	08/10/2017
Geração (MW médio)	7.575	214	6.140	1.349
Fator de capacidade	70%	97%	71%	68%
Record Histórico (anterior)	16/07/2017	30/09/2017	30/07/2017	09/04/2017
Geração (MW médio)	6.331	208	5.368	1.468

5. Cadeia Produtiva da Indústria Eólica no Brasil

MAPEAMENTO DA CADEIA PRODUTIVA DA
INDÚSTRIA EÓLICA NO BRASIL



<http://investimentos.mdic.gov.br/public/arquivo/arq1410360044.pdf>

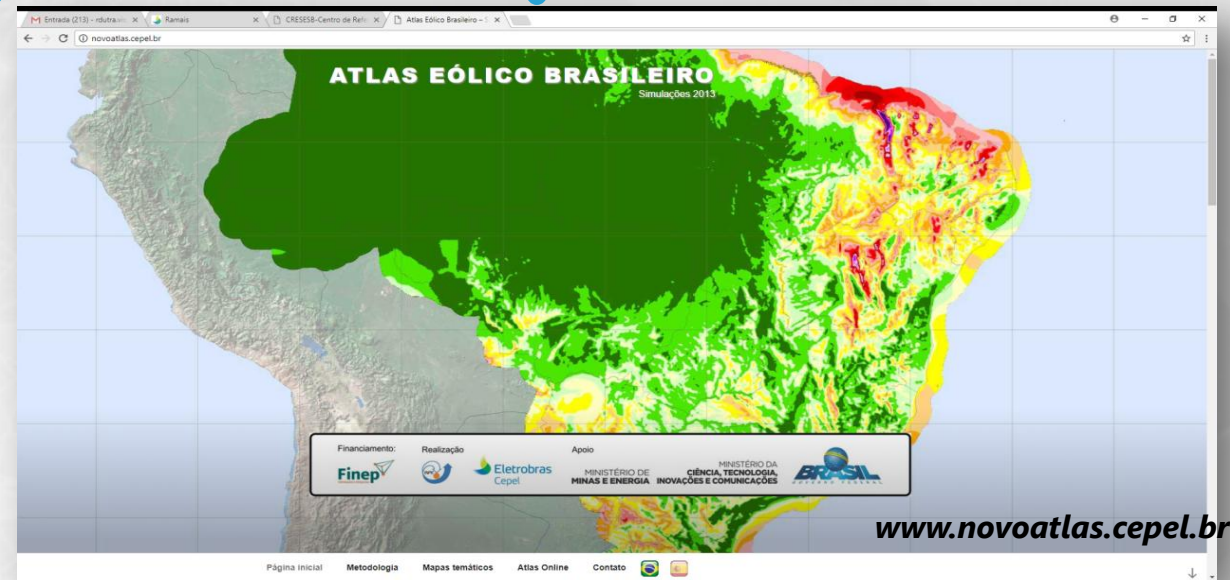
http://inteligencia.abdi.com.br/wp-content/uploads/2017/08/2018-08-07_ABDI_relatorio_6-1_atualizacao-do-mapeamento-da-cadeia-produtiva-da-industria-eolica-no-brasil-WEB.pdf

Totalização de itens x fornecedores	Total
FABRICANTES DE AEROGERADOR CREDENCIADOS NO BNDES (EM ATUAÇÃO)	6
FABRICANTES NACIONAIS DE TORRES DE AÇO	9
FABRICANTES NACIONAIS DE TORRES DE CONCRETO	7
FABRICANTES NACIONAIS DE PÁS EÓLICAS	4
FABRICANTES NACIONAIS DE SUBCOMPONENTES E INSUMOS PARA TORRES DE AÇO	16
FABRICANTES NACIONAIS DE SUBCOMPONENTES E INSUMOS PARA TORRES DE CONCRETO	9
FABRICANTES NACIONAIS DE ELEMENTOS INTERNOS DAS TORRES	28
FABRICANTES NACIONAIS DE ELEMENTOS E INSUMOS PARA PÁS	13
FABRICANTES NACIONAIS DE SUBCOMPONENTES DO CUBO	30
FABRICANTES NACIONAIS DE SUBCOMPONENTES DO ROTOR – SISTEMA DE PASSO	14
FABRICANTES NACIONAIS DE ELEMENTOS ESTRUTURAIIS DA NACELE	16
FABRICANTES NACIONAIS DO SISTEMA DE YAW	15
FABRICANTES NACIONAIS DE GERADORES (AEROGERADORES COM CAIXA DE ENGRENAGEM)	4
FABRICANTES NACIONAIS DE SUBCOMPONENTES ESPECÍFICOS PARA AEROGERADORES SEM CAIXA DE ENGRENAGEM	9
FABRICANTES NACIONAIS DA CARENAGEM DA NACELE	6
FABRICANTES NACIONAIS DO SISTEMA DE TRAVAMENTO (ROTOR LOCK)	7
FABRICANTES NACIONAIS DO CONVERSOR	6
FABRICANTES NACIONAIS DE TRANSFORMADORES	5
FABRICANTES NACIONAIS DE ACESSÓRIOS, CABOS E BARRAMENTOS	5
FABRICANTES NACIONAIS DE SUBCOMPONENTES DO EIXO PRINCIPAL	8
FORNECEDORES NACIONAIS DE SERVIÇOS DE USINAGEM	3
FABRICANTES NACIONAIS DE OUTROS SUBCOMPONENTES DA NACELE	14
Total:	234

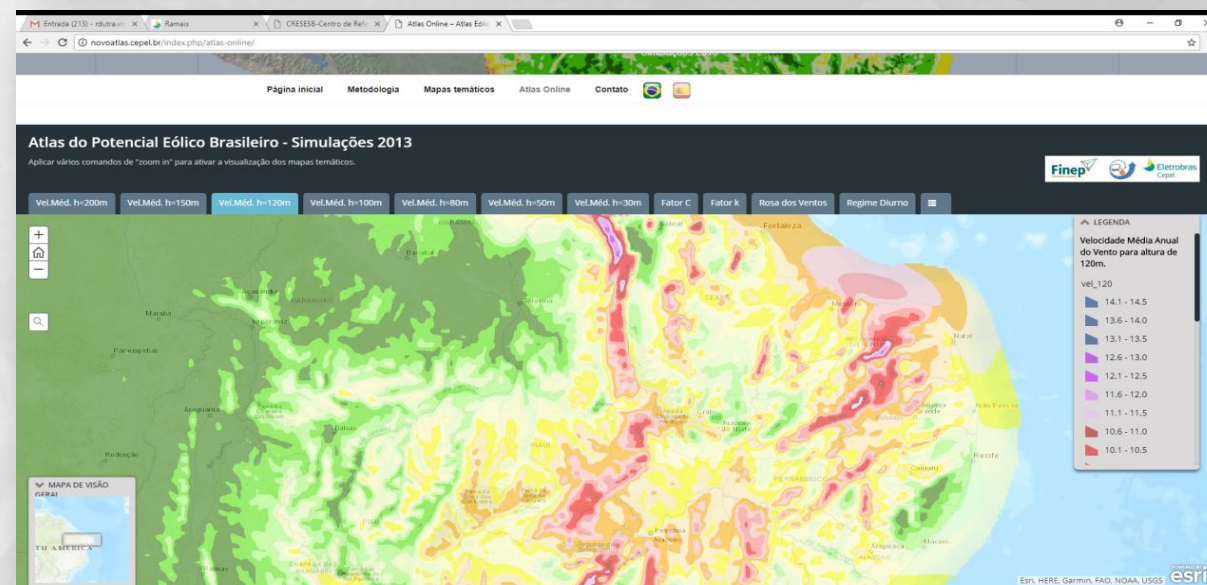
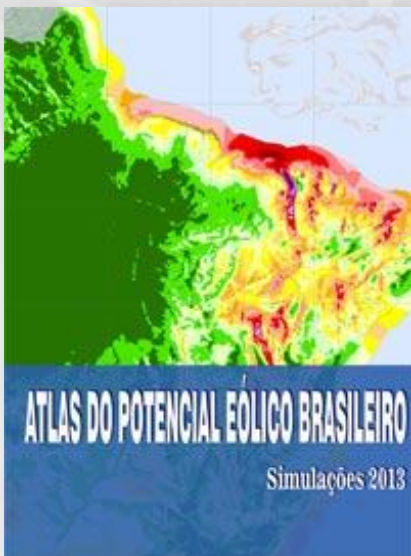
Atlas do Potencial Eólico Brasileiro

Simulações 2013

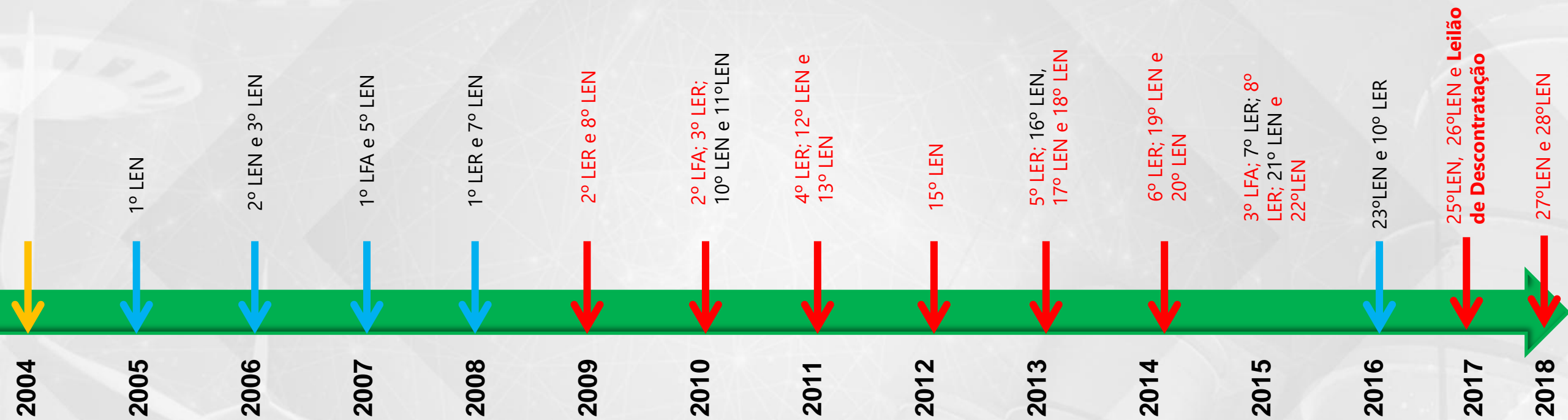
- Convênio Cepel-Finep nº 01.09.0539.04 e parceria com o CPTEC/Inpe para rodadas do modelo de mesoescala em supercomputadores;
- Utilização do modelo BRAMS (*Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modelling System*);
- Disponibilização de mapas temáticos e consulta das bases de dados de velocidade



e direção do vento nas alturas de alturas de 30, 50, 80, 100, 120, 150 e 200 metros.



Leilões de Geração Eólicas



2004

2005

2006

2007

2008

2009

2010

2011

2012

2013

2014

2015

2016

2017

2018



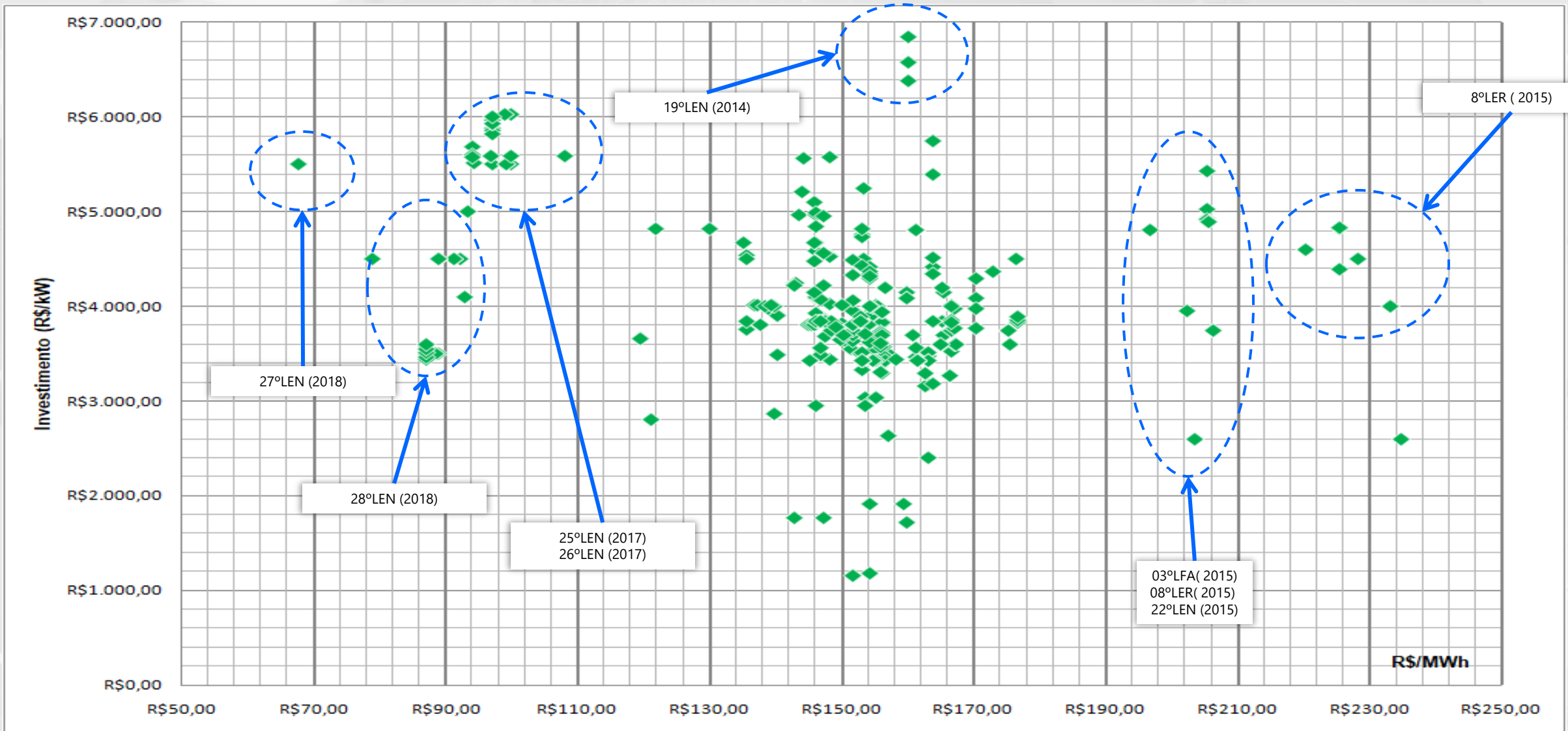
Novo Modelo
Do Setor
Elétrico

Lei nº10.842



Total de plantas eólicas
contratadas: **18,0 GW**
descontratadas: **0,3 GW**

Investimento x Preço Final de Venda nos Leilões de Energia Eólica



E o Senai?

- O que o Senai já fez?
- O que o Senai está fazendo?
- O que o Senai vai fazer?

- Como o Senai pode me ajudar?

Centros de Demonstração de Energias Renováveis Cepel-Senai



(1) Barco Escola Samaúma – AM

(2) Senai Taguatinga – DF

(3) Senai São Luís – MA

(4) Projeto Solaris Senai-Curitiba

Centro de Demonstração de Energias Renováveis - Barco Samaúma – Senai (AM)



Centro de Demonstração de Energias Renováveis - Barco Samaúma – Senai (AM)



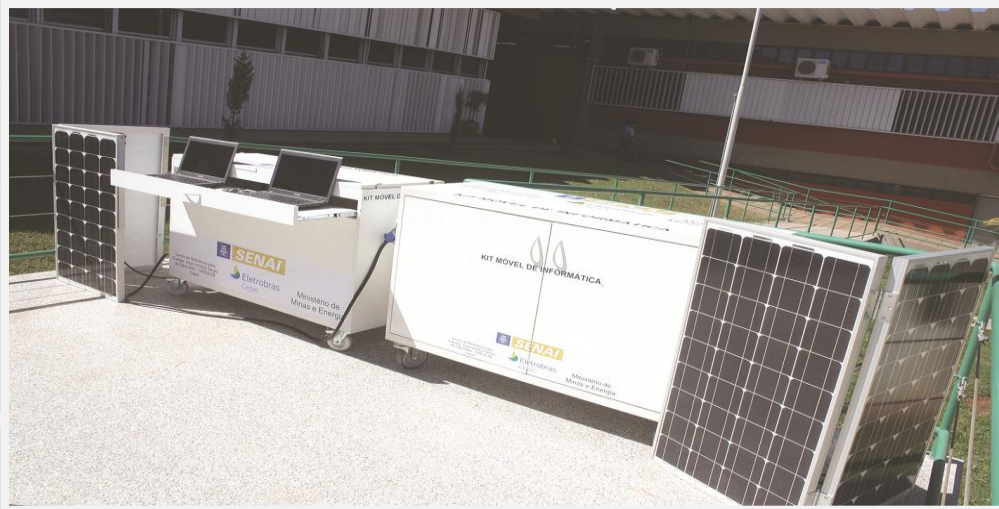
Aplicação	Descrição Técnica	
Sistema Fotovoltaico	Radiação solar	4,00kWh/m ² .dia
	Consumo diário	1,2kWh/dia
	Tensão do sistema	24Vdc
	Painel fotovoltaico	780Wp (2s * 3p * 130Wp)
	Banco de baterias	12,24kWh (2s * 3p * 170Ah @C ₂₀)
Aquecimento de água	Reservatório térmico	75 L
	Coletor térmico	1 m ²
Kits Móveis	Kit de Bombeamento	54Wp e moto-bomba de 12 Vdc
	Kit de Geração 127Vac	261Wp e uma bateria de 170Ah
	Kit Rádio Transceptor	216Wp duas bateria de 170Ah e rádio VHF

- (1) Kit Rádio Transceptor
- (2) Visita técnica de estudantes no terraço do barco Samaúma e kit de demonstração solar térmico
- (3) Estrutura metálica da geração fotovoltaica
- (4) Controlador de carga e inversor

Centro de Demonstração de Energias Renováveis – Casa Solar – Senai Taguatinga



Centro de Demonstração de Energias Renováveis – Casa Solar – Senai Taguatinga



Aplicação	Descrição Técnica	
Sistema Fotovoltaico	Radiação solar	4,40kWh/m ² .dia
	Consumo diário	3,5kWh/dia
	Tensão do sistema	48Vdc
	Painel Fotovoltaico	1560Wp (4s * 3p * 130Wp)
	Banco de Baterias	32,64kWh (4s * 4p * 170Ah @C ₂₀)
Aquecimento de água	Reservatório térmico	200 L
	Coletor térmico	1 m ²
Bombeamento de água	Consumo diário	600L/dia
	Painel fotovoltaico	54Wp
	Moto-bomba	12Vdc, tipo diafragma
Kits Móveis	Kit de Bombeamento	54Wp e moto-bomba de 12 Vdc
	Kit de Geração 220Vac	261Wp e uma bateria de 170Ah
	Kit de Informática	520Wp e quatro baterias de 170Ah

Centro de Demonstração de Energias Renováveis – Casa Solar Senai São Luis (MA)



Centro de Demonstração de Energias Renováveis – Casa Solar Senai São Luis (MA)



Aplicação	Descrição Técnica	
Sistema híbrido de geração de energia	Radiação solar Consumo diário Tensão do sistema Painel Fotovoltaico Banco de Baterias Aerogerador	4,00kWh/m ² .dia 3,5kWh/dia 48Vdc 1560Wp (4s * 3p * 130Wp) 32,64kWh (4s * 4p * 170Ah @C ₂₀) 1kW
Aquecimento de água	Reservatório térmico Coletor térmico	200 L 1 m ²
Bombeamento de água	Consumo diário Painel fotovoltaico Moto-bomba	600L/dia 54Wp 12Vdc, tipo diafragma
Kits Móveis	Kit de Bombeamento Kit de Geração 220Vac	54Wp e moto-bomba de 12 Vdc 261Wp e uma bateria de 170Ah



Centro de Demonstração de Energias Renováveis – Unidade Móvel Solaris - Senai Curitiba (PR)



Centro de Demonstração de Energias Renováveis – Unidade Móvel Solaris - Senai Curitiba (PR)

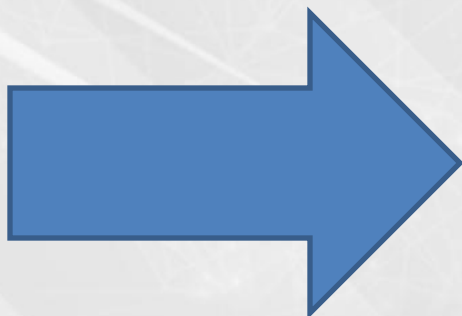


Aplicação	Descrição Técnica	
Sistema Fotovoltaico	Radiação solar	3,06kWh/m ² .dia
	Consumo diário	1,3kWh/dia
	Tensão do sistema	24Vdc
	Painel fotovoltaico	870Wp (2s * 5p * 87Wp)
	Banco de baterias	12,24kWh (2s * 3p * 170Ah @C ₂₀)
Veículo	Modelo	IVECO
	Capacidade interna	16 m ³
Kits Móveis	Kit de Bombeamento	54Wp e moto-bomba de 12 Vdc
	Kit de Geração 127Vac	261Wp e uma bateria de 170Ah

E o Senai?

- O que o Senai já fez?
- O que o Senai está fazendo?
- O que o Senai vai fazer?

- Como o Senai pode me ajudar?



” *Continuar a investir em ensino técnico especializado em energia solar fotovoltaica e eólica com foco na estimativa de produção energética, instalação, na operação e manutenção de parques”*

Conclusões (está quase acabando!)

- Quais as perspectivas da energia solar e eólica no Brasil?
- Como posso fazer parte desta onda?

Perspectivas da Energia Eólica e Solar Fotovoltaica

CAP. III - ANEXO I

Evolução da capacidade instalada por fonte de geração PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA – 2027 (EPE,2019)

FORTE ^(a)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
RENOVÁVEIS	131.859	135.275	139.329	140.297	141.463	147.000	150.998	155.534	159.874	164.171
HIDRO ^(b)	96.625	98.188	101.854	101.854	101.916	102.058	102.176	102.732	103.092	103.410
OUTRAS RENOVÁVEIS:	35.235	37.088	37.474	38.442	39.547	44.942	48.822	52.802	56.782	60.762
PCH e CGH	6.245	6.360	6.553	6.715	6.751	7.168	7.518	7.968	8.418	8.868
EÓLICA	13.624	14.951	15.069	15.171	15.351	18.672	20.672	22.672	24.672	26.672
BIOMASSA ^(c) + BIOGÁS	13.598	13.581	13.595	13.724	13.806	14.463	14.993	15.523	16.053	16.583
SOLAR CENTRALIZADA	1.768	2.196	2.258	2.832	3.639	4.639	5.639	6.639	7.639	8.639
NÃO RENOVÁVEIS	22.812	23.453	25.255	26.559	26.559	28.586	30.977	30.812	31.210	31.980
URÂNIO	1.990	1.990	1.990	1.990	1.990	1.990	1.990	1.990	3.395	3.395
GÁS NATURAL ^(d)	12.538	12.939	14.454	15.759	15.759	17.898	21.352	21.870	21.870	23.021
CARVÃO	3.075	3.420	3.420	3.420	3.420	3.420	3.420	3.420	3.420	3.420
ÓLEO COMBUSTÍVEL ^(e)	3.721	3.696	3.696	3.696	3.696	3.696	3.262	1.780	1.749	1.368
ÓLEO DIESEL ^(e)	1.488	1.408	1.694	1.694	1.694	1.502	952	952	776	776
UTE Ciclo Aberto + Tec.Armazenamento ^(f)					204	1.305	3.997	7.762	7.762	13.142
TOTAL DO SIN	154.671	158.728	164.583	166.856	168.227	176.812	185.972	193.308	198.846	209.294
Itaipu 50Hz ^(g)	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
TOTAL DISPONÍVEL	161.671	165.728	171.583	173.856	175.227	183.812	192.972	200.308	205.846	216.294

- Notas:
- (a) A evolução não considera a autoprodução de uso exclusivo que, para os estudos energéticos, é representada como abatimento de carga. A evolução da participação da autoprodução de energia é descrita no Capítulo II.
 - (b) Os valores da tabela indicam a potência instalada em dezembro de cada ano, considerando a motorização das UHE.
 - (c) Inclui usinas a biomassa com CVU > 0 e CVU = 0 (bagaço de cana). Para as usinas a bagaço de cana, os empreendimentos são contabilizados com a potência instalada total.
 - (d) Em gás natural, é incluído também o montante de gás de processo.
 - (e) Usinas termelétricas movidas a óleo diesel e óleo combustível são retiradas do Plano de Expansão de Referência nas datas de término de seus contratos.
 - (f) Alternativa Indicativa de Ponta: contempla termelétricas a ciclo aberto e tecnologias de armazenamento.
 - (g) Parcela da UHE Itaipu pertencente ao Paraguai, cujo excedente de energia é exportado para o mercado brasileiro.

Como posso fazer parte desta onda?



- **Estudar Muito !!!!!!!**
- Procurar cursos de especialização
- Avançar em cursos superiores
- Ter espírito de aventura
- Procurar ganhar experiência em empresas do ramo.

OBRIGADO

dutra@cepel.br

(21) 2598-6187



**Eletrobras
Cepel**



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL