

Panorama das Energias Renováveis

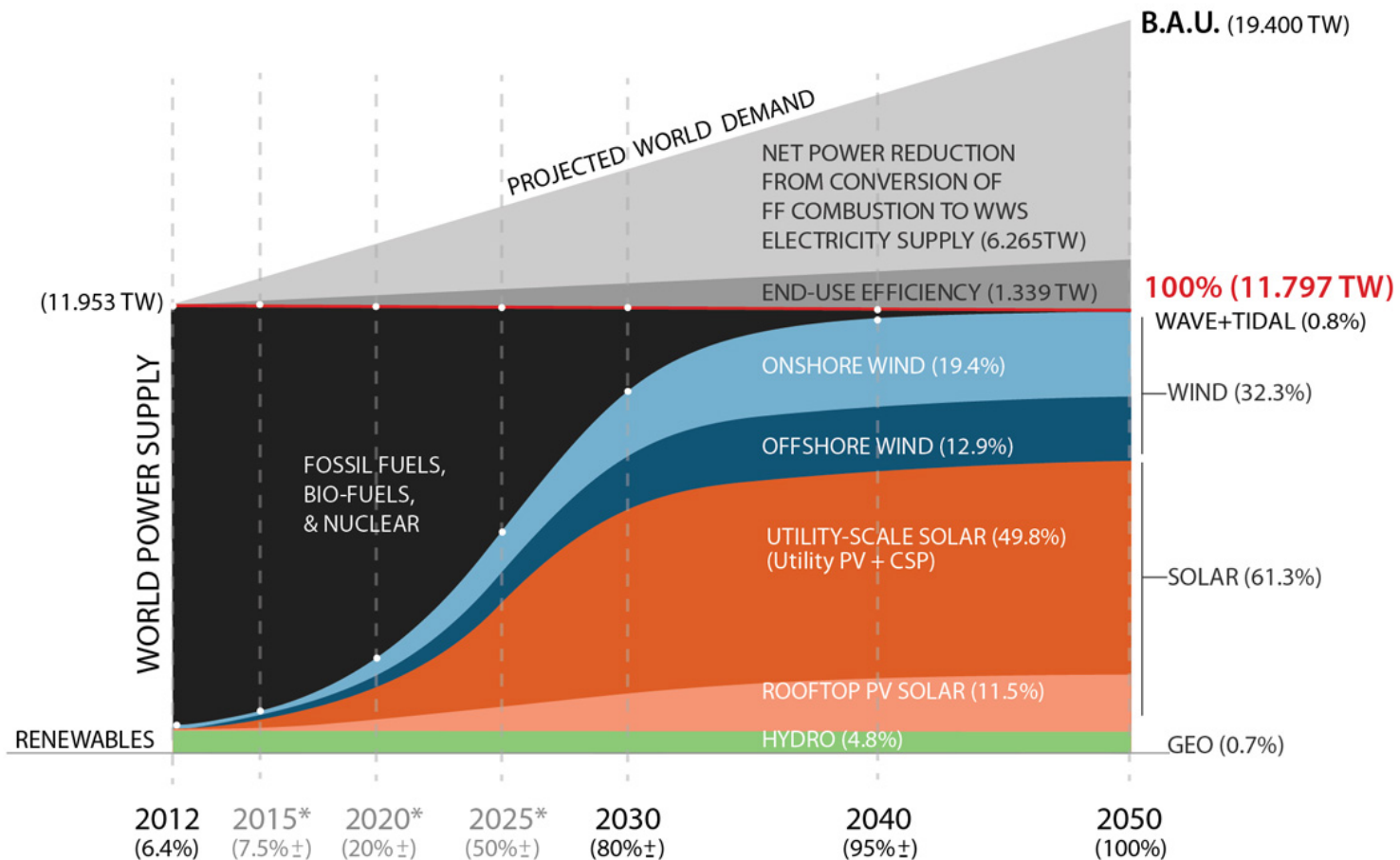
Modelos de Negócios, Aspectos Conceituais e Técnicos



ADECE
Abril de 2018



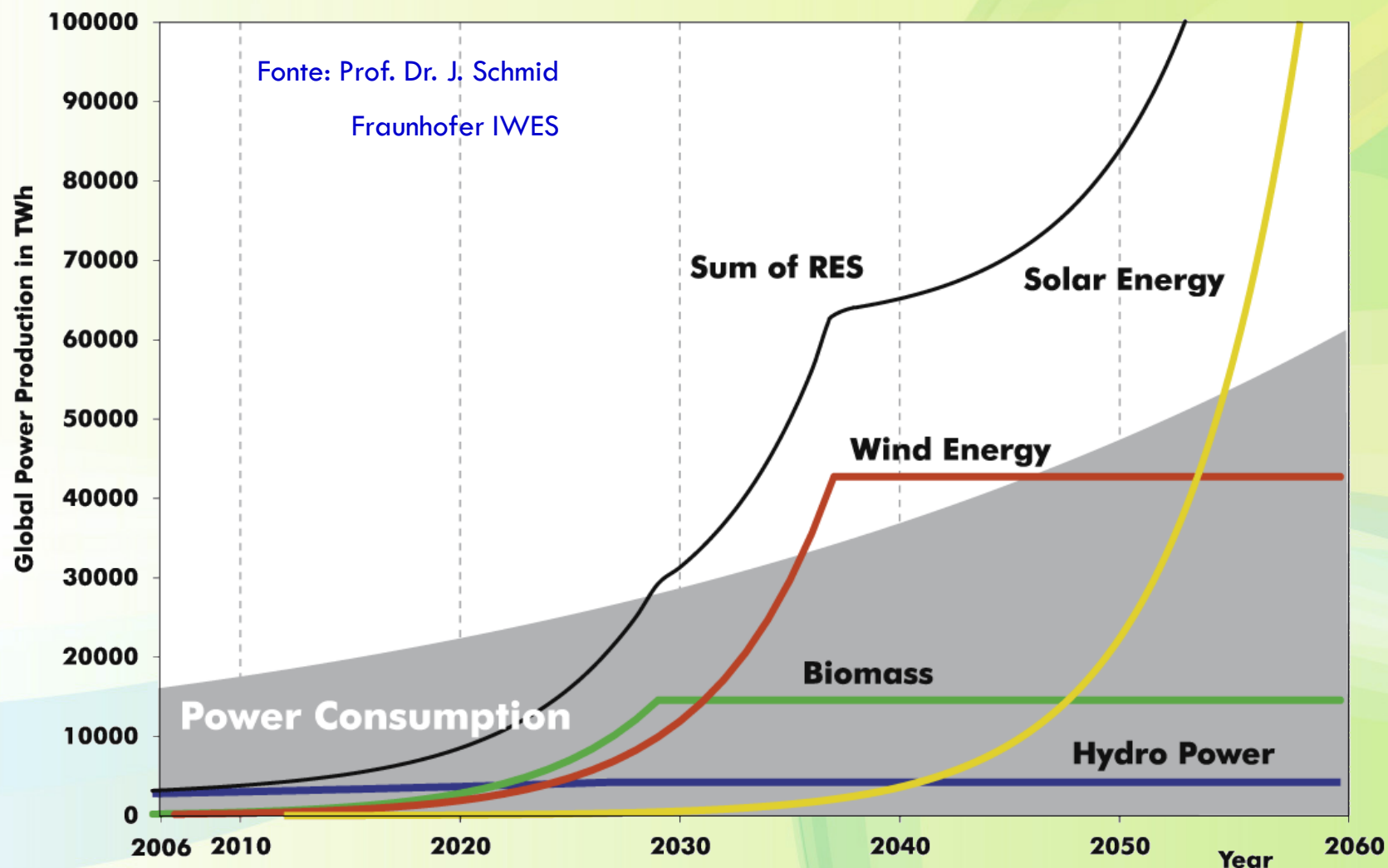
Visão do Futuro – Mundo 2050



Projected Energy Supply & Demand, **World**

© Solutions Project, 2015

Tendências das Energias Renováveis



Visão do Futuro – Brasil 2050

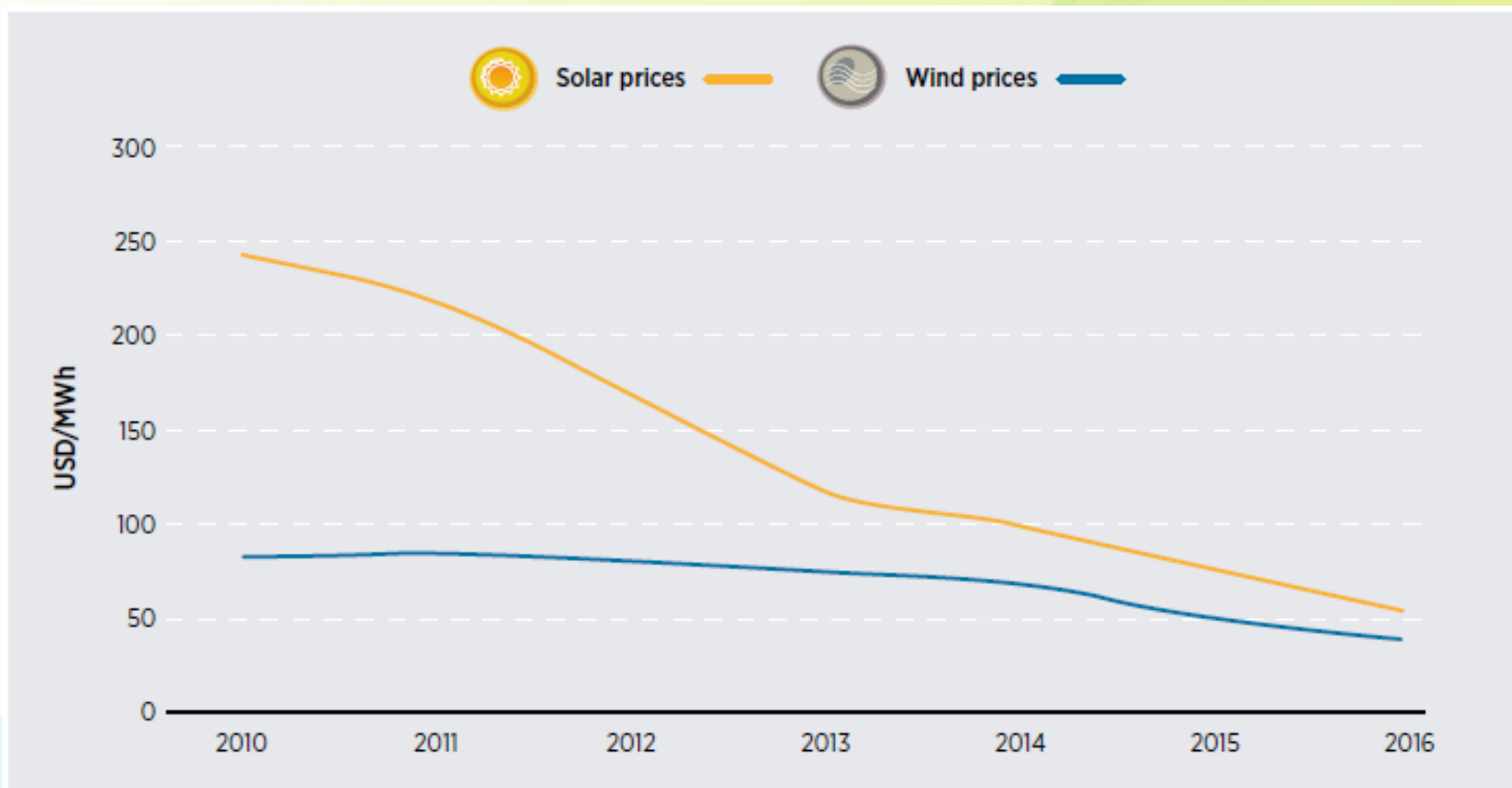
100% BRAZIL

Transition to 100% wind, water, and solar (WWS) for all purposes
(electricity, transportation, heating/cooling, industry)



Queda de preços das energias renováveis

Preços dos Leilões de Energia Solar e Eólica no Mundo



Source: IRENA, 2017.

Fonte: IRENA

http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_REAuctions_summary_2017.pdf

Compromissos do Clima

O Compromisso Brasileiro

OBJETIVO DO ACORDO

Compromisso é manter o aumento da temperatura média global em bem menos de 2°C, acima dos níveis pré-industriais, e de enviar esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C.



QUAIS PAÍSES JÁ ASSINARAM O ACORDO?

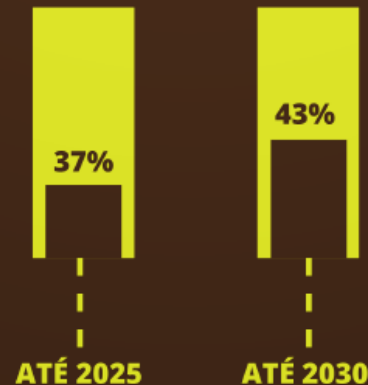
Um total de 92 países já ratificaram (aprovaram internamente) o Acordo de Paris, entre eles Brasil, China e Estados Unidos.



PLANO BRASILEIRO

Brasil é responsável por apenas 2,48% das emissões de carbono.

PAÍS ASSUMIU O COMPROMISSO DE REDUZIR AS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM:



CEARÁ: Berço das Energias Renováveis no Brasil

BREVE HISTÓRICO (1/2)

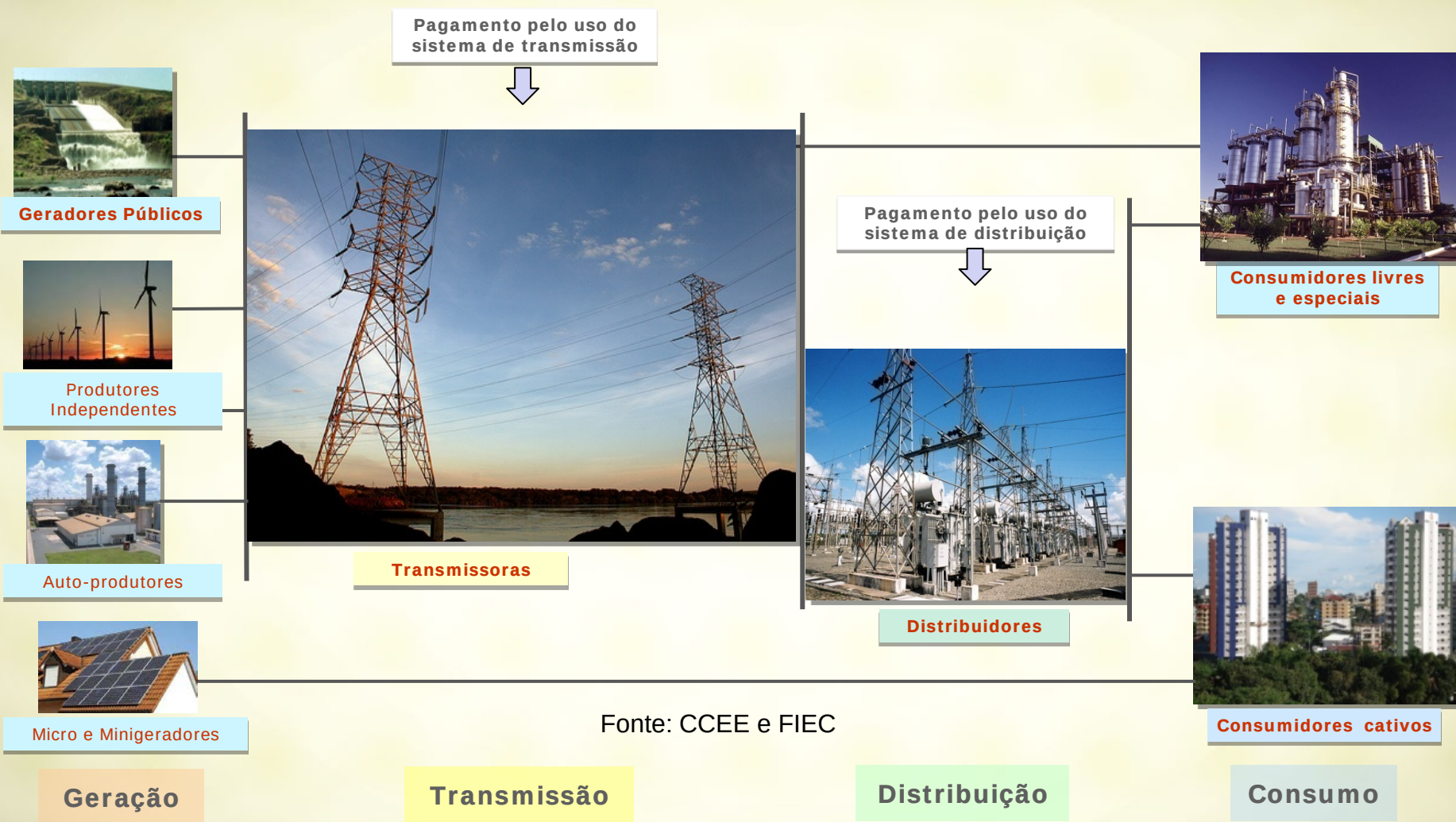
- **1980 – Primeira patente mundial do biodiesel inventado pelo cearense Prof. Expedito Parente.**
- 1990 – Acordo COELCE x GTZ (Agência de Cooperação Alemã)
 - ✓ Medições de vento em parceria COELCE, GTZ e CEMEC
 - ✓ Instalação de bombeamento solar em 15 comunidades remotas do Ceará.
- **1996 – Instalação da Usina Eólica do Mucuripe de 4x300kW**
 - ✓ Essa usina por sua localização deu visibilidade nacional à energia eólica.
- **1997 – Realização da primeira licitação nacional para contratação de energia renovável**
 - ✓ Parque eólico da Prainha; 1998; 10MW; Wobben
 - ✓ Parque eólico da Taíba; 1999; 5MW; Wobben
- 2000 – Publicação do Atlas Eólico do Ceará

CEARÁ: Berço das Energias Renováveis no Brasil

BREVE HISTÓRICO (2/2)

- **2003 – PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica): Ceará 500MW; 35% das eólicas.**
- **2011 – Inauguração da primeira usina de energia solar em Tauá; 1 MW; MPX**
- **2012 – Implantação do Conversor de Ondas do Pecém – COPPE / ELETROBRÁS/ Governo do Ceará**
- **2012 – Perdeu a liderança em capacidade instalada eólica para R. G. Norte**
- **2016 - Maior Usina Solar de Geração Distribuída do Brasil, em Aquiraz, com 3 MW, do Grupo Telles.**

Sistema Elétrico: da Geração ao Consumo



Modelo Institucional do Setor Elétrico



Categorias de geradores de energia

- **EMPRESA PÚBLICA**

- ✓ CHESF, FURNAS, ELETRONORTE, ...

- **PRODUTOR INDEPENDENTE**

- ✓ Atende distribuidoras (participando de leilões) e consumidores livres.
- ✓ Aqui se enquadram as usinas eólicas e solares.

- **AUTOPRODUTOR**

- ✓ Produz energia para o consumo próprio e pode vender as sobras

- **MICRO E MINIGERADOR - PROSSUMIDOR**

- ✓ Qualquer consumidor pode produzir sua energia

Categorias de Consumidores

Consumidor Cativo → Mercado Regulado

- ✓ Consumidor compulsório da distribuidora.
- ✓ Tarifa definida pela ANEEL
- ✓ Pode produzir sua própria energia de fonte renovável (**prossumidor**).

Consumidor Livre → Mercado Livre

➤ CONVENCIONAL

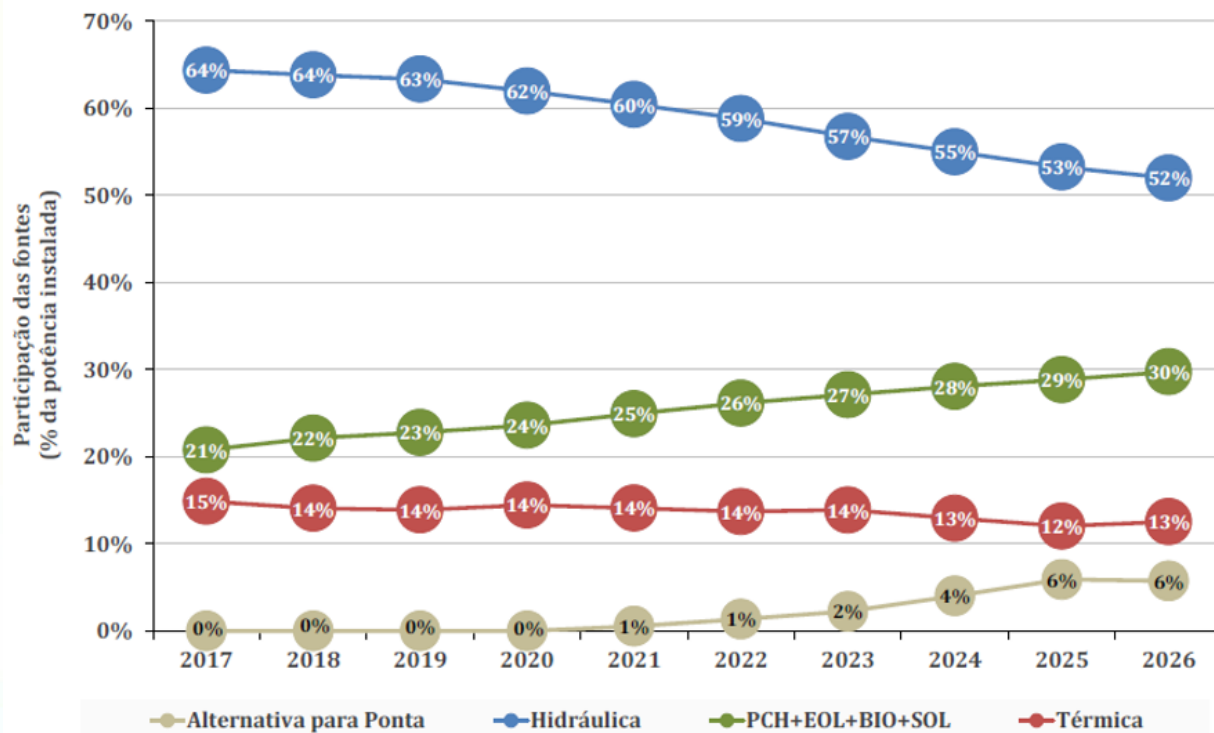
- ✓ Consumidores com demandas a partir 3 MW.
- ✓ Pode comprar energia de qualquer fonte.
- ✓ Preço negociado entre as partes.

➤ ESPECIAL

- ✓ Consumidores com demanda a partir 500 kW
- ✓ Apenas **energias renováveis**: eólica, solar, biomassa, etc.
- ✓ Preço negociado entre as partes.

Mercado Brasileiro

Planejamento da Expansão do Setor Elétrico



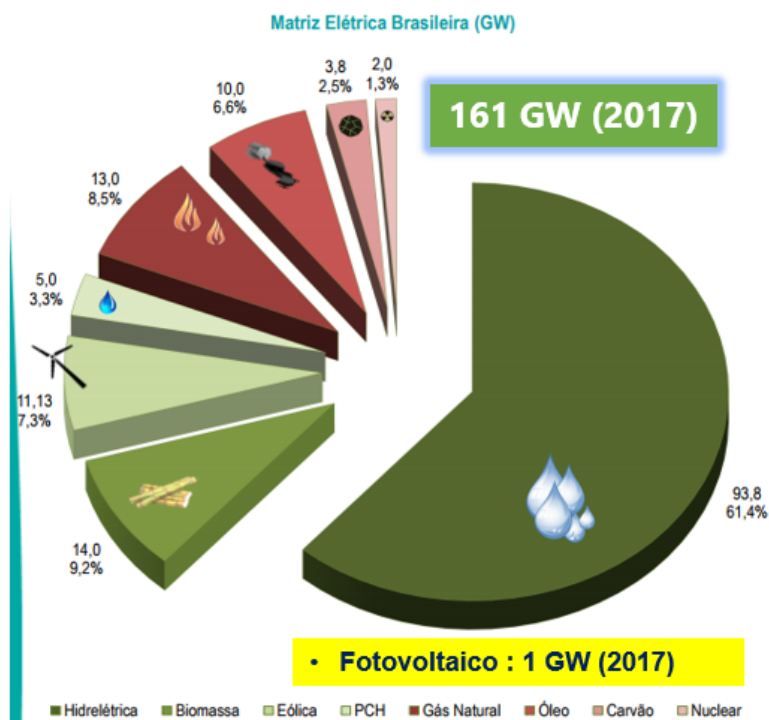
Está previsto o aumento de 21% para 30% A participação das fontes renováveis (PCH+EOL+BIO+SOL)

Fonte: EPE – Empresa de Pesquisa Energética / MME – Ministério de Minas e Energia

http://www.mme.gov.br/documents/10584/0/PDE2026_versao_para_publicacao_08dez2017.pdf/f5d8f999-566d-4f5b-9167-d80b6ea8924e

Mercado Brasileiro

Planejamento da Expansão do Setor Elétrico



Fonte : Abeeólica - Jun/2017

Fonte	GW		Acréscimo %
	2016	2026	
Importação	7,0	7,0	0,0
Hidráulica	89,7	103,5	15,4
PCH	5,8	8,2	41,4
Biomassa	12,9	16,9	31,0
Eólica	10,0	28,5	185,0
Solar	0,0	9,7	-
Renováveis	118,4	166,8	40,9
Não Renováveis	22,9	26,6	16,2
Altern. Indicativa de Ponta	0,0	12,2	-
Total	148,4	212,5	43,2

Fonte : PDE2026 – Plano Decenal de Expansão

75% da expansão planejada (64GW) está baseada em fontes renováveis, sendo 54% de eólica, solar, biomassa e PCHs

Investimentos estimados em Eólica e Solar => R\$ 12,7 bilhões por ano

Fonte: EPE – Empresa de Pesquisa Energética / MME – Ministério de Minas e Energia

http://www.mme.gov.br/documents/10584/0/PDE2026_versao_para_publicacao_08dez2017.pdf/f5d8f999-566d-4f5b-9167-d80b6ea8924e

Alternativas para Geração Eólica e Solar

Geração Centralizada

Geração Distribuída

Produtor Independente

- Participação em leilões para atender as distribuidoras
- Fornecimento a Consumidores Livres Convencionais e Especiais (25% do Mercado)

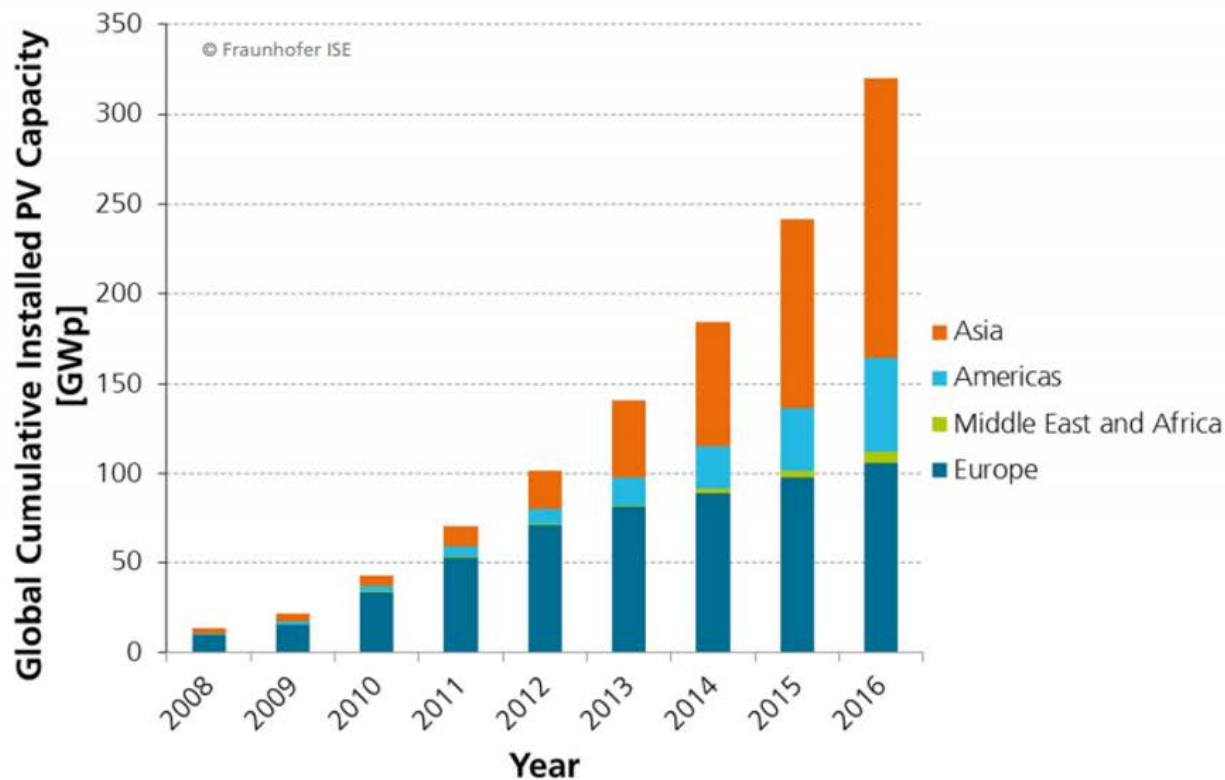
Autoprodutor

- Produz energia para consumo próprio e pode vender as sobras

Micro e minigerador

- Qualquer consumidor pode produzir sua energia, desde que renovável

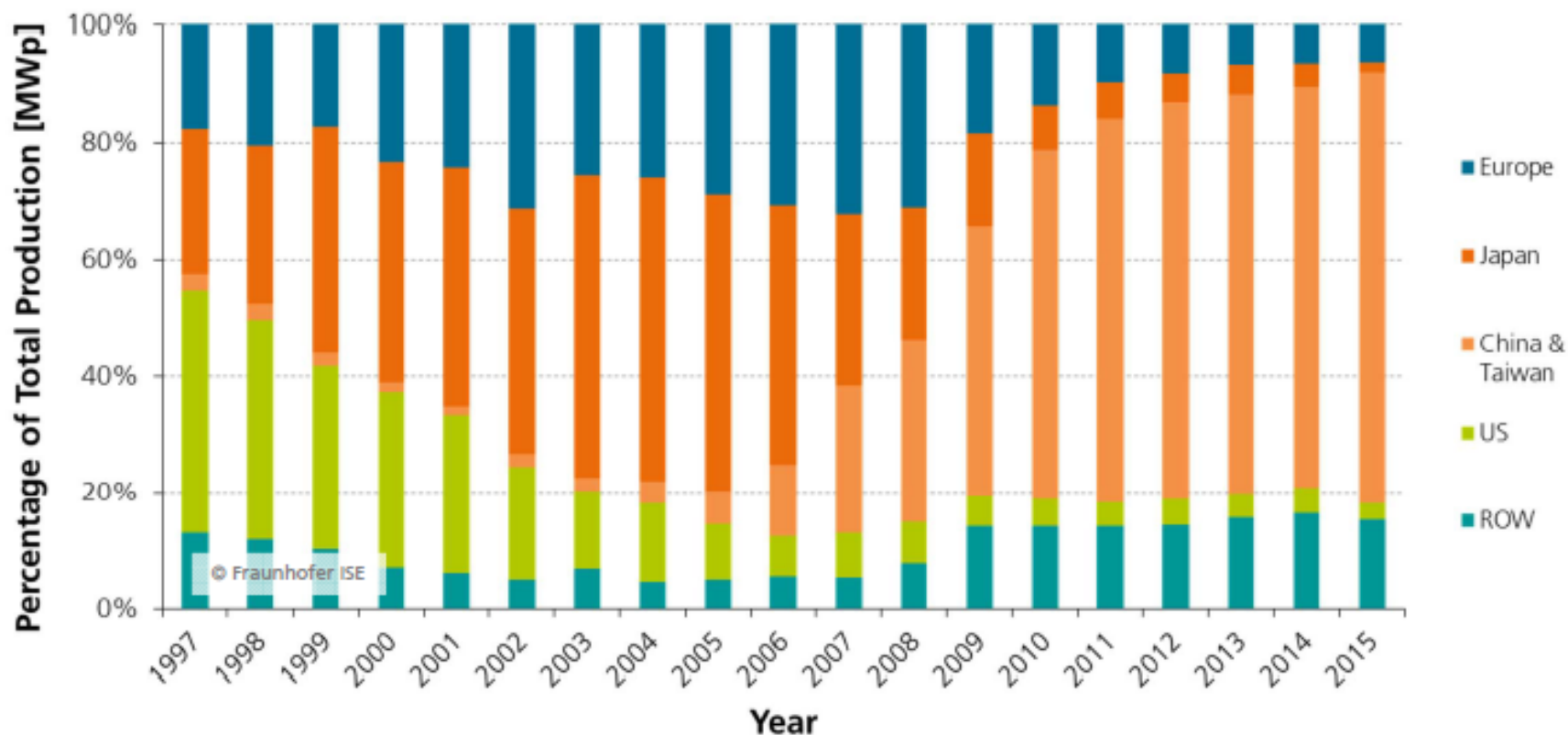
Mercado Mundial de Geração de Energia Solar



Fonte: Fraunhofer (2017)

O Brasil está apenas iniciando o processo, com 1GW instalado até 2017

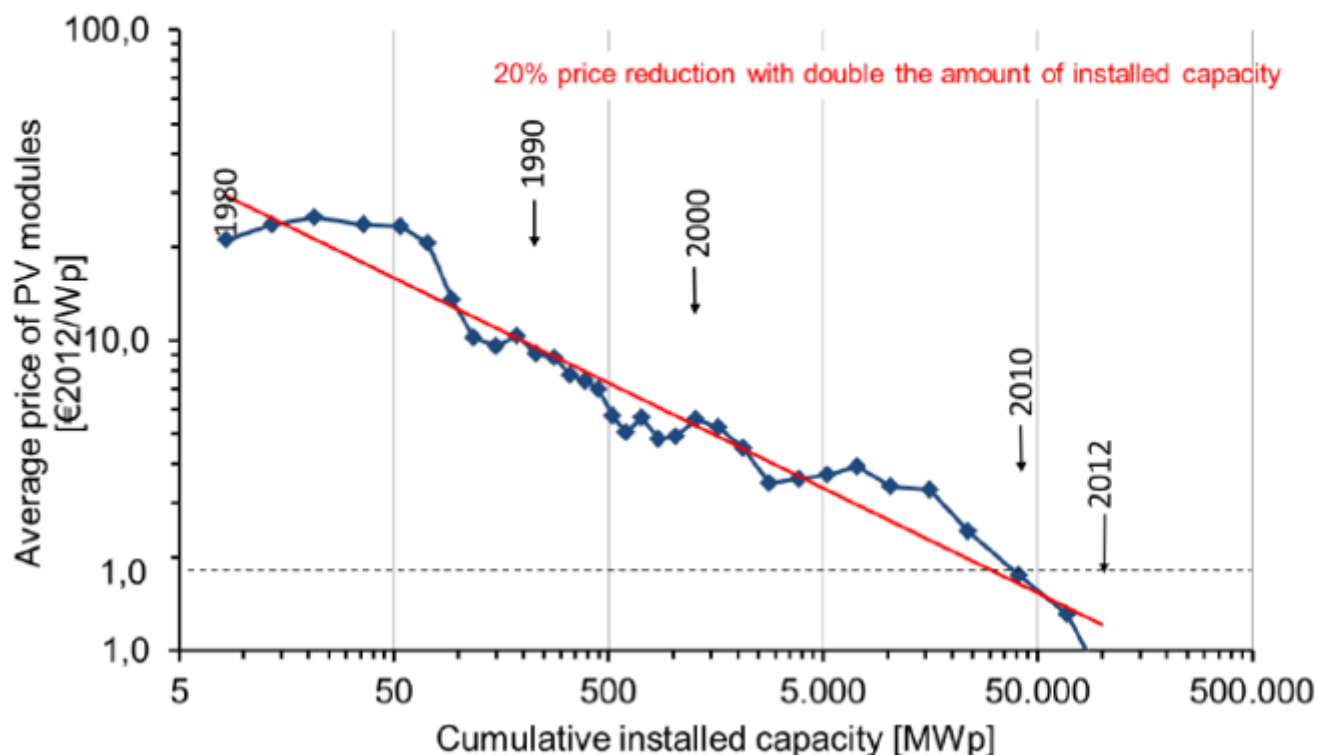
Mercado Mundial de Equipamentos para Energia Solar



Fonte: Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, ISE – Out/2016

Mercado Solar – Evolução Preços

- Os preços dos módulos fotovoltaicos caem cerca de 20% a cada vez que o volume de vendas acumulado dobra



Fonte: Fraunhofer

Mercado Mundial de Geração de Energia Eólica

Novas Instalações

Country	MW	% Share
PR China*	23,328	42.7
USA	8,203	15.0
Germany	5,443	10.0
India	3,612	6.6
Brazil**	2,014	3.7
France	1,561	2.9
Turkey	1,387	2.5
Netherlands	887	1.6
United Kingdom	736	1.3
Canada	702	1.3
Rest of the world	6,727	12.3
Total TOP 10	47,873	88
World Total	54,600	100

Source: GWEC

Brasil é o quarto do mundo em novas instalações de geração eólica em 2016

Acumulado

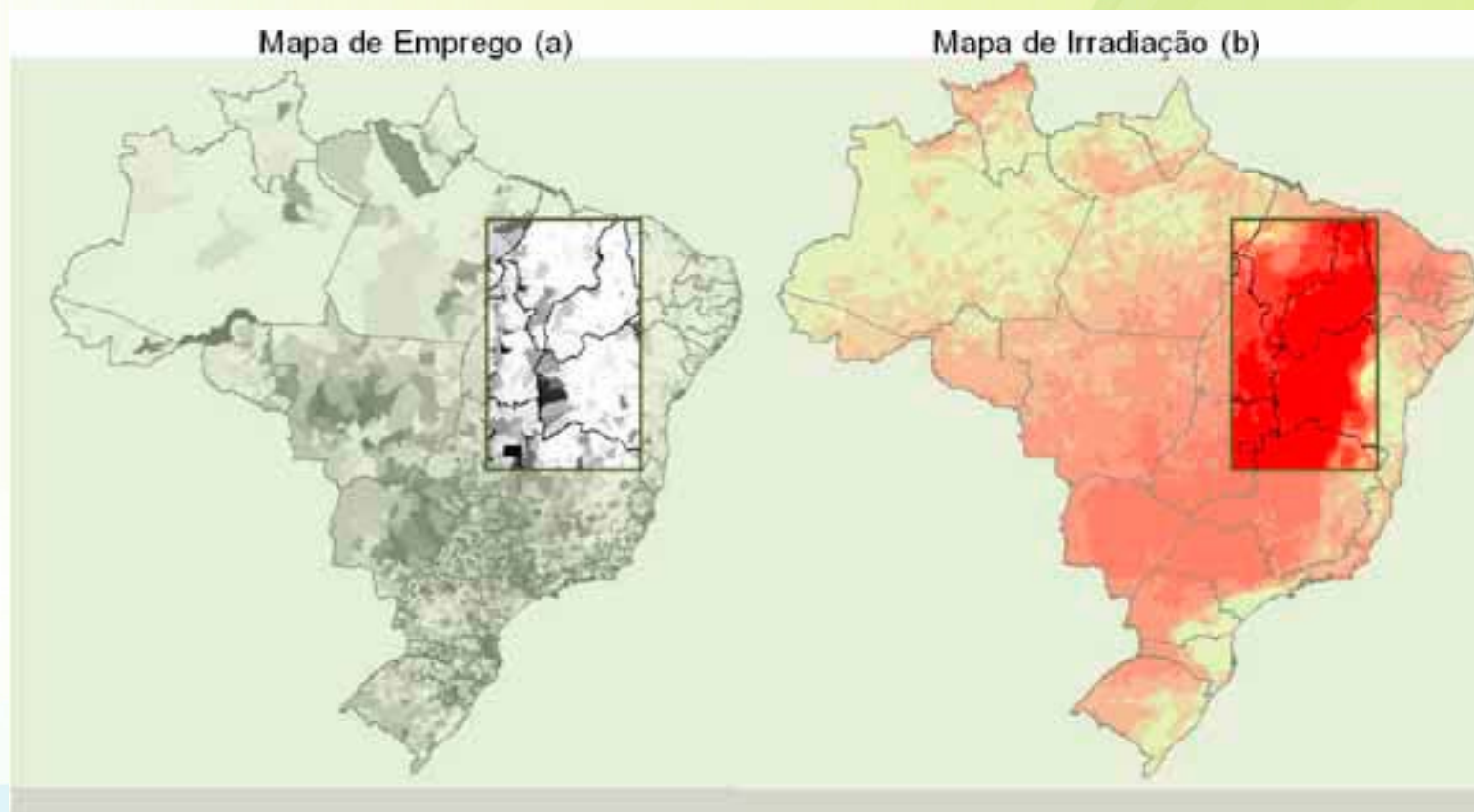
Country	MW	% Share
PR China*	168,690	34.7
USA	82,184	16.9
Germany	50,018	10.3
India	28,700	5.9
Spain	23,074	4.7
United Kingdom	14,543	3.0
France	12,066	2.5
Canada	11,900	2.4
Brazil**	10,740	2.2
Italy	9,257	1.9
Rest of the world	75,577	15.5
Total TOP 10	411,172	84
World Total	486,749	100

Source: GWEC

Brasil ocupa a nona posição do mundo em capacidade instalada acumulada de geração eólica, em 2016

Fonte : Global Wind Energy Council - GWEC

Mapa Emprego x Mapa Irradiação no Brasil

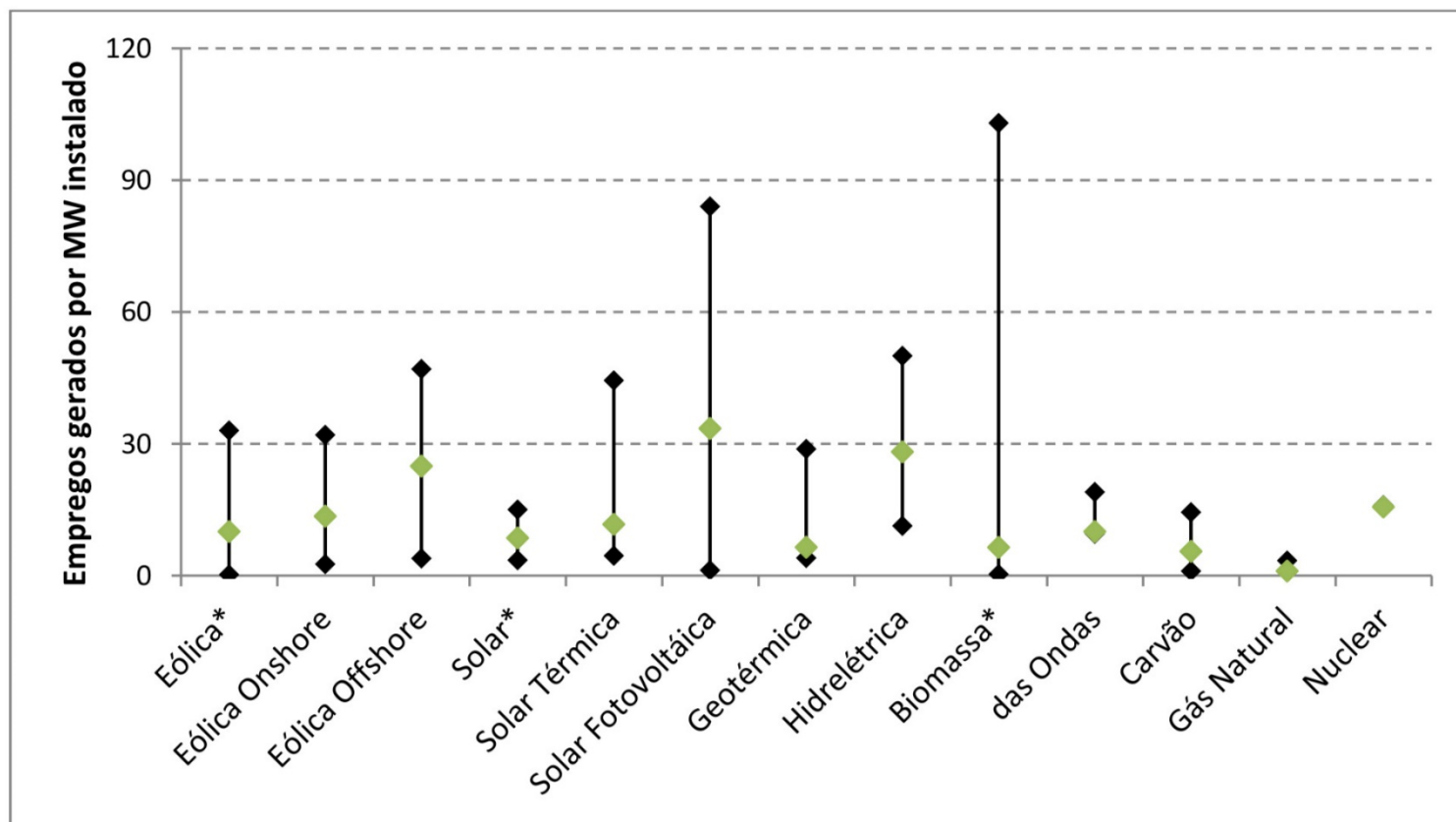


Mapa (a) apresenta a relação entre população empregada e população total: as regiões com cores mais fortes apresentam menores taxas de desemprego. Mapa (b) apresenta a irradiação total em plano cuja inclinação é igual à latitude do local.

Fonte: ADINEE

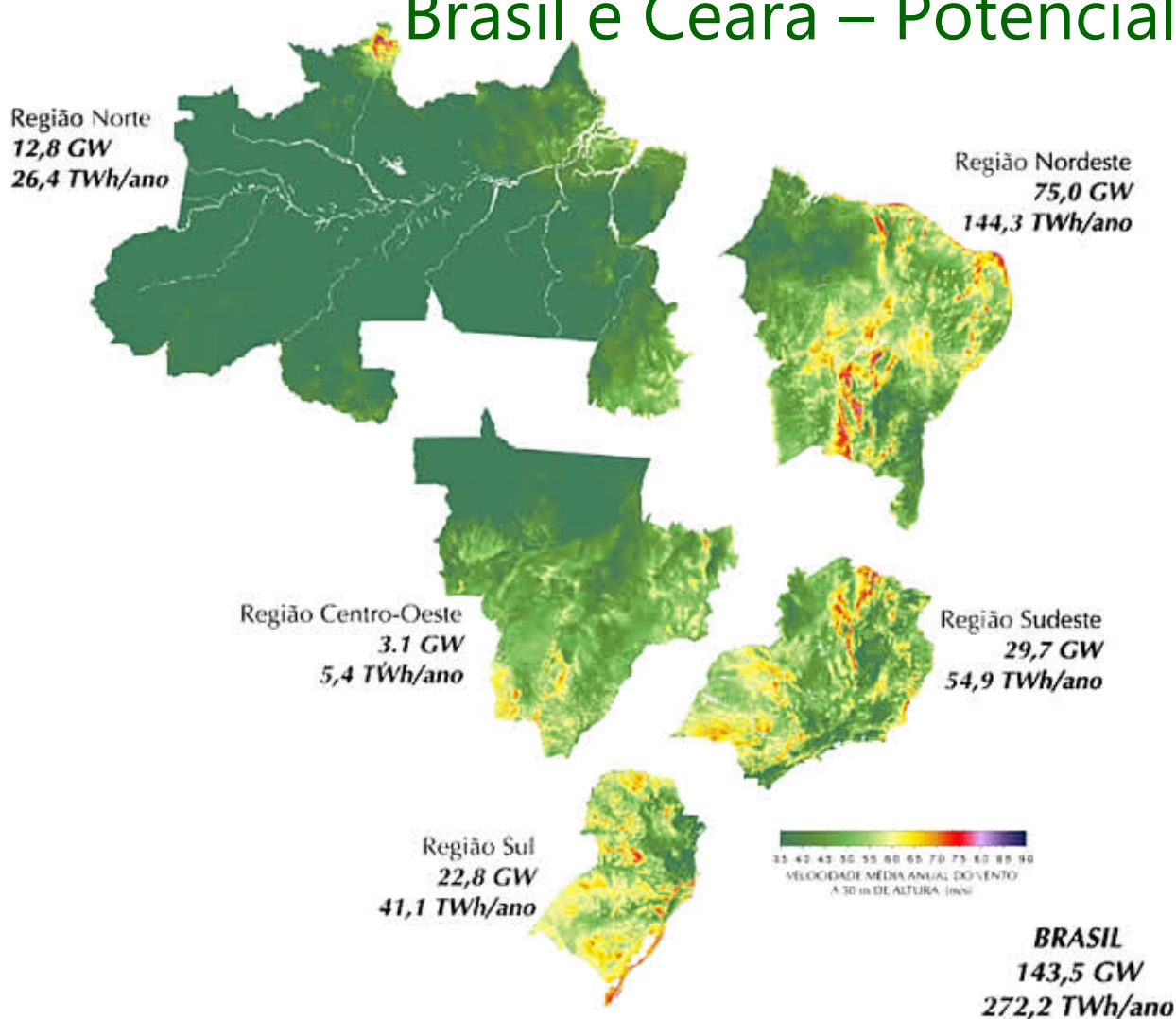
adinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf

Empregos por tipo de tecnologia – geração de energia

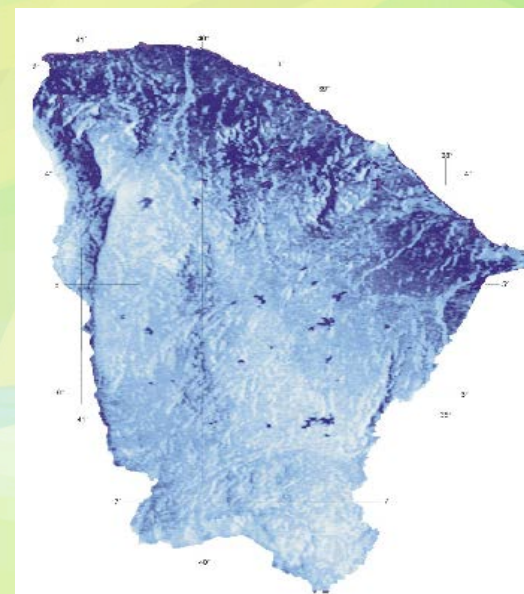


Fonte: Energia Eólica e Desenvolvimento Sustentável no
da Geração de Empregos por meio de uma
luto ampliada – Moema Silva Simas

Brasil e Ceará – Potencial Eólico



Potencial do Ceará
24,9GW
17.4 % of Brazil
33.2 % of NE



ATLAS DO POTENCIAL EÓLICO DO CEARÁ (2001)

Estimativa atual do Ceará:
80GW

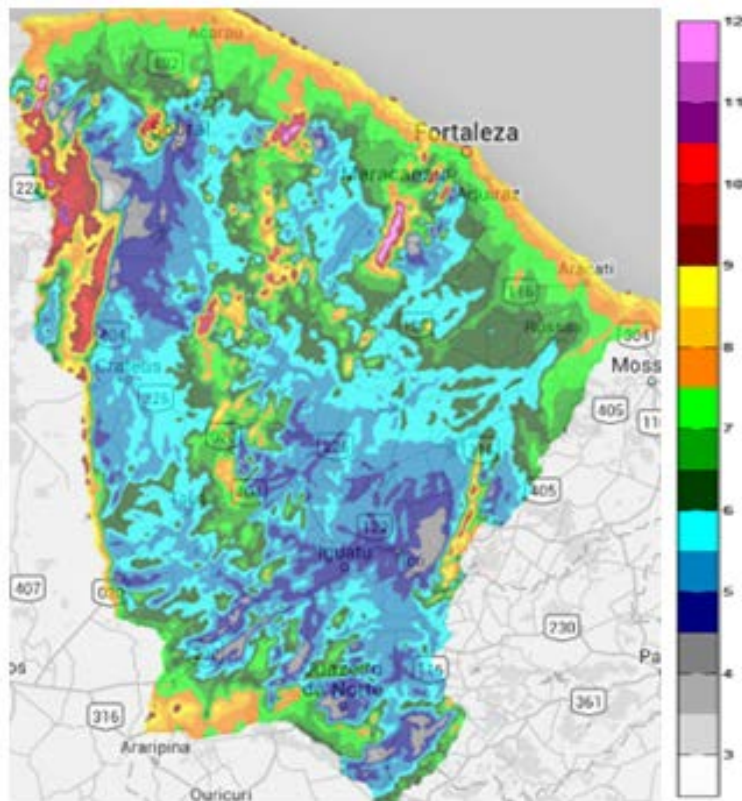
ATLAS DO POTENCIAL EÓLICO



Estimativa atual do Brasil:
500 GW



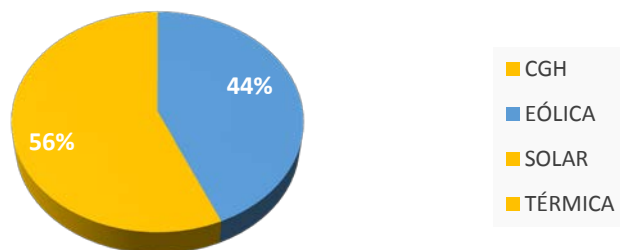
Ceará - Excelentes condições para Geração Eólica e Solar



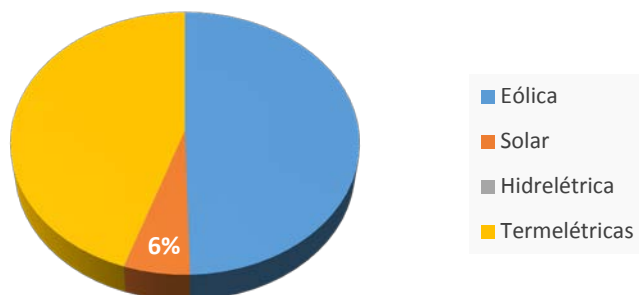
Ceará, Condições Excelentes para Geração Eólica. Grande parte do Estado com ventos constantes e bem direcionados, apresentando um potencial de 80GW para velocidades acima de 7m/s

Matriz de Energia Elétrica – Ceará

Atual: OUT/2017



Previsão: 2021



Fonte: Aneel – Agência Nacional de Energia Elétrica
<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/ResumoEstadual/CapacidadeEstado.cfm>

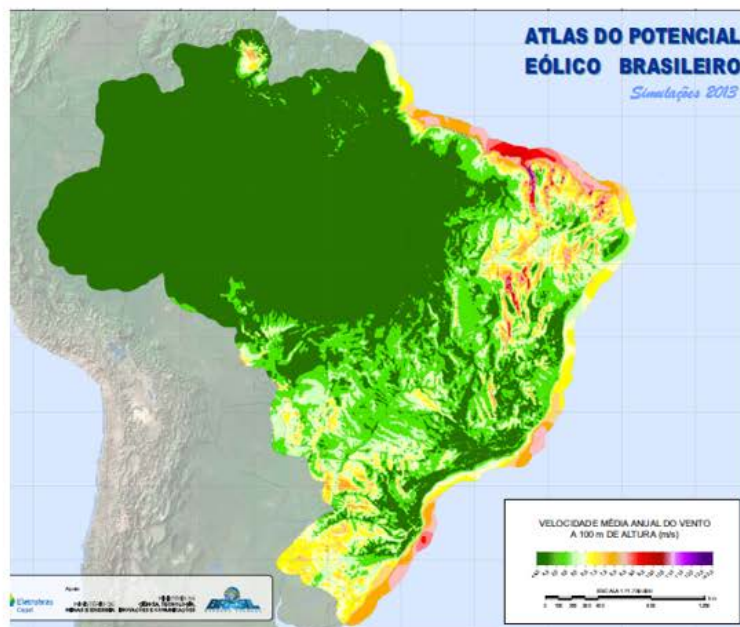
Matriz de Energia Elétrica			
Fonte	Quant	Pot (MW)	%
Eólica (Em operação)	61	1.652	34,3%
Eólica (Em construção)	19	398,5	8,3%
Eólica (Contratadas)	17	337,4	7,0%
Eólica	97	2387,9	49,6%
Solar (Em operação)	1	5	0,1%
Solar (Contratadas)	9	264,1	5,5%
Solar	10	269,1	5,6%
Hidrelétrica (Em operação)	2	1,3	0,0%
Hidrelétrica (Contratadas)	1	0	0,0%
Hidrelétrica	3	1,3	0,0%
Termelétricas (Em operação)	34	2.146,20	44,6%
Termelétricas (Contratadas)	3	11,6	0,2%
Termelétricas	37	2157,8	44,8%
TOTAL	147	4816,1	

Estão contratados mais 468MW de usinas eólicas e 270MW de usinas solares

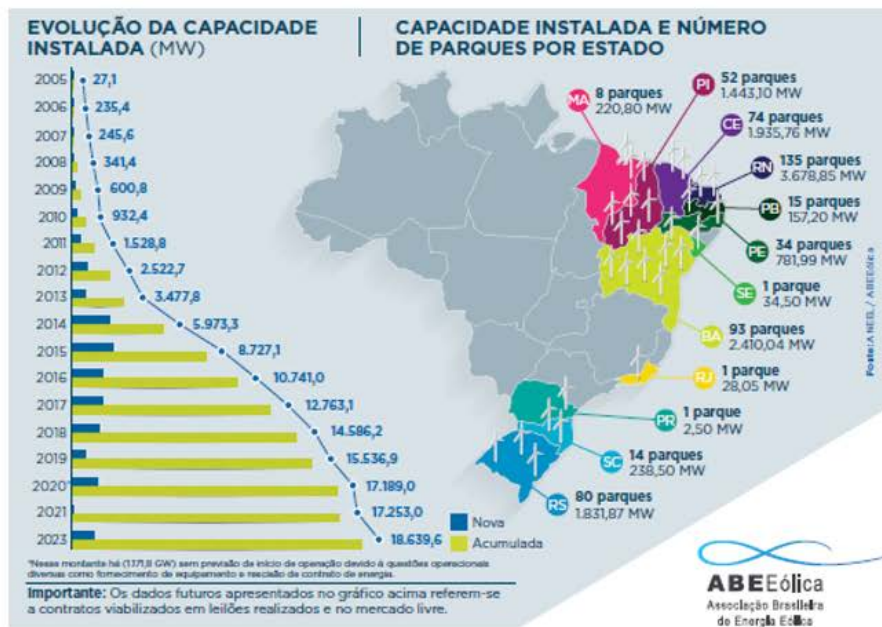
Usina Eólica



Brasil - Geração Centralizada de Energia Eólica



O Potencial Atual de Geração Eólica do Brasil é de 500 GW (Fonte: Abeeólica)



Atualmente o Brasil possui 12,7GW instalados, representando investimentos totais superiores a R\$ 60 bilhões de reais

<http://novoatlas.cepel.br/wp-content/uploads/2017/03/4.MapasTematicos-Velocidade100m.pdf>

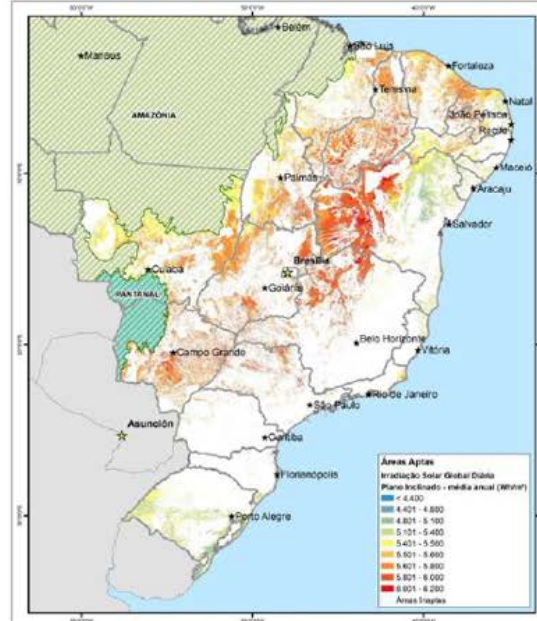
Usina Solar Fotovoltaica



Usina Solar na Bom Jesus da Lapa (BA)
158MW

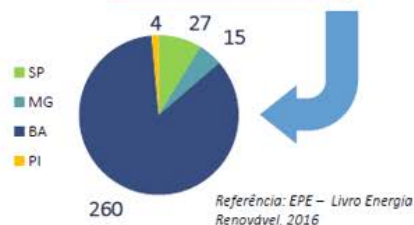
Brasil - Geração Centralizada de Energia Solar

Potencial técnico fotovoltaico (Centralizada)

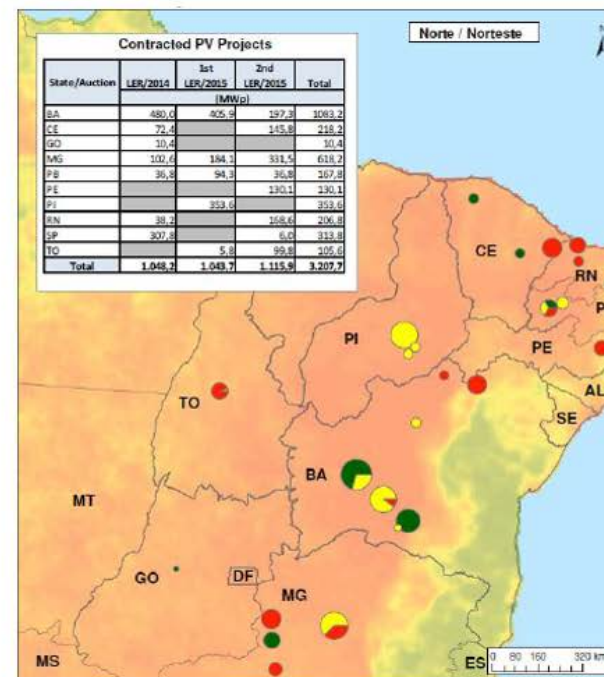


Excluindo áreas com vegetação nativa:

Faixa de irradiação (Wh/m².dia)	Potência Fotovoltaica (GWp)
4400-4800	24
4800-5100	747
5100-5400	4.803
5400-5500	2.618
5500-5600	3.406
5600-5800	10.101
5800-6000	6.513
6000-6200	307



O Brasil possui um potencial total estimado em 28.000 GW (equivalente a 100 vezes a capacidade total instalada atual considerando-se todas as fontes de energia)



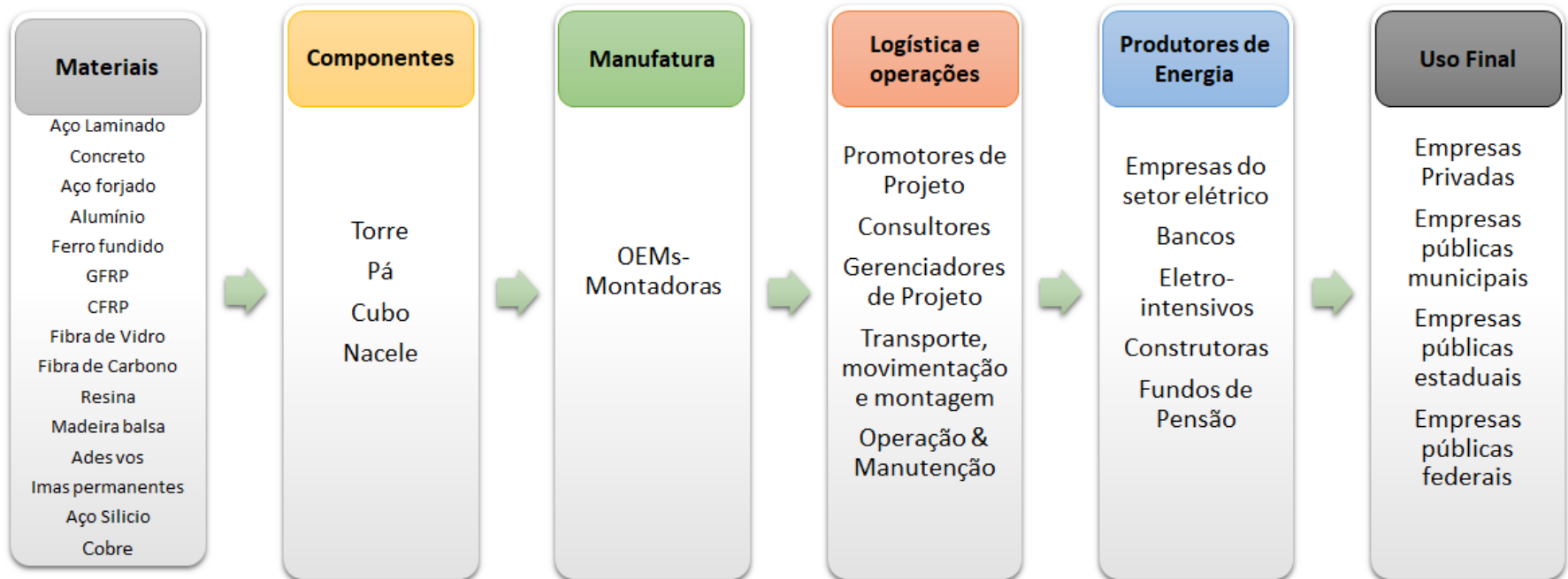
O Brasil está apenas iniciando o processo, com 1GW instalado até 2017. Estão contratados mais 2,5GW, representando investimentos totais superiores R\$ 10 bilhões de reais.

Fonte : EPE – Empresa de Pesquisa Energética

Energia Eólica

Cadeia Produtiva

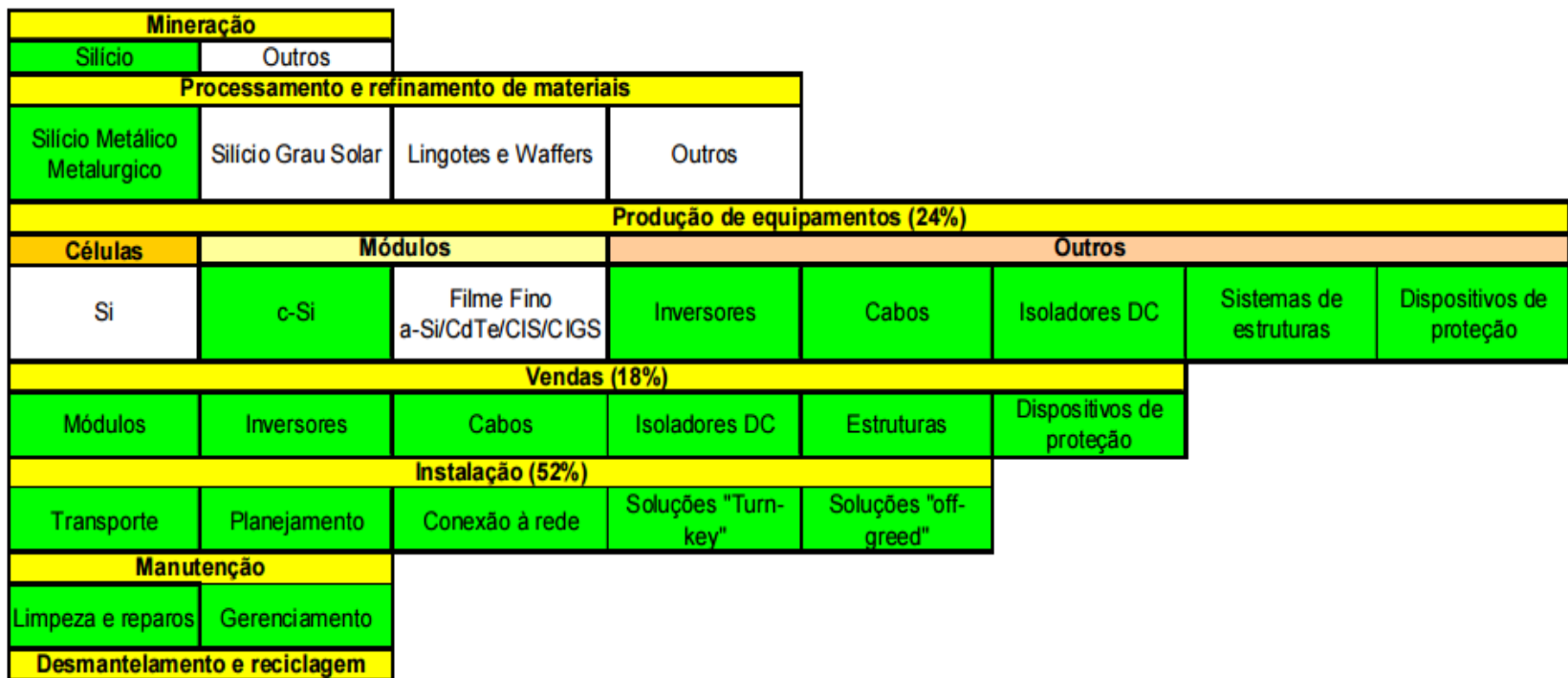
Serviços preparatórios: Estudos, Desenvolvimento de Projetos, Serviços Financeiros e Jurídicos, Licenciamento Ambiental, etc.



Serviços de Capacitação, Pesquisa e Desenvolvimento: Pesquisas, Laboratórios, Ensaios, Certificações, Formação, Especialização, etc.

Fonte: Adaptado da Tese: Energia Eólica e Desenvolvimento Sustentável no Brasil - Estimativa da Geração de Empregos por meio de uma matriz insumo-produto ampliada – Moema Silva Simas

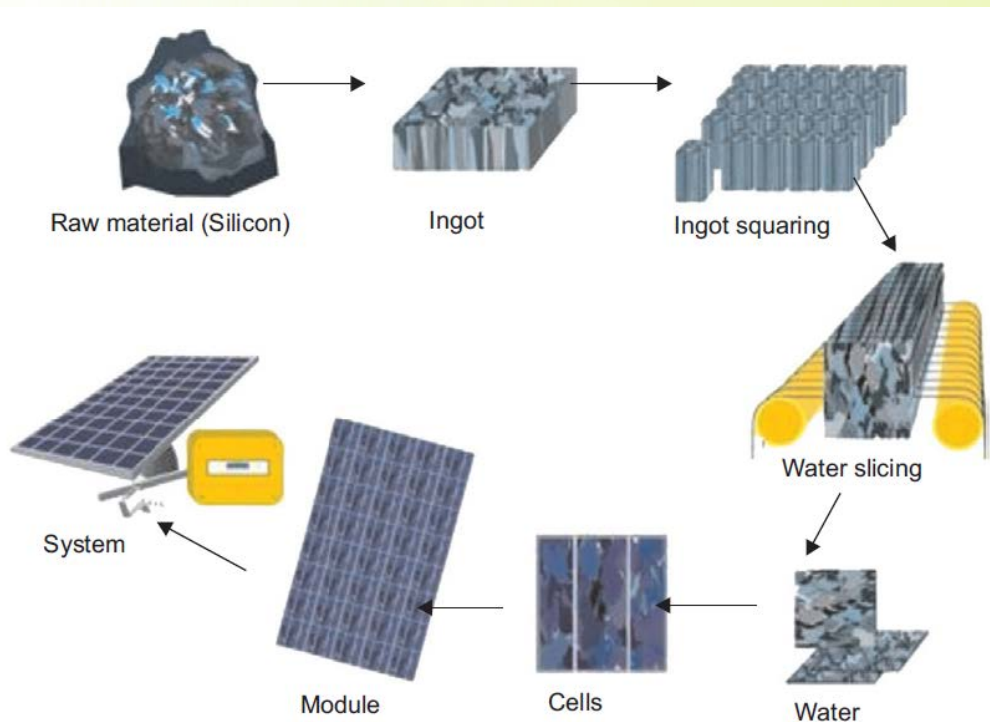
Cadeia de Valor na Energia Solar no Brasil



Vários elos da cadeia produtiva do setor fotovoltaico estão presentes no Brasil (em verde), e certamente serão fortalecidos com o surgimento da demanda.

Fonte : **ABINEE** - http://www.rio12.com/download/proceedings_workshop/RIO12-Workshop6_Leonidas_Andrade_Grupo_Setorial_FV-ABINEE.pdf

Materiais de um sistema Solar FV



Fonte: <http://www.epia.org/solar-pv/pv-technologies-cells-and-modules.html>.

Fonte : **ABDI** -

http://www.abdi.com.br/Estudo/PDTS_relatorio_de%20pesquisa-rev01.pdf



Geração Distribuída – Opções

EÓLICA



Portugal

SOLAR



BIOMASSA



97 % do total de conexões são de painéis fotovoltaicos.

Geração Distribuída – Solução Mundial



Fortaleza - Brasil

Usina solar fotovoltaica do Grupo Telles

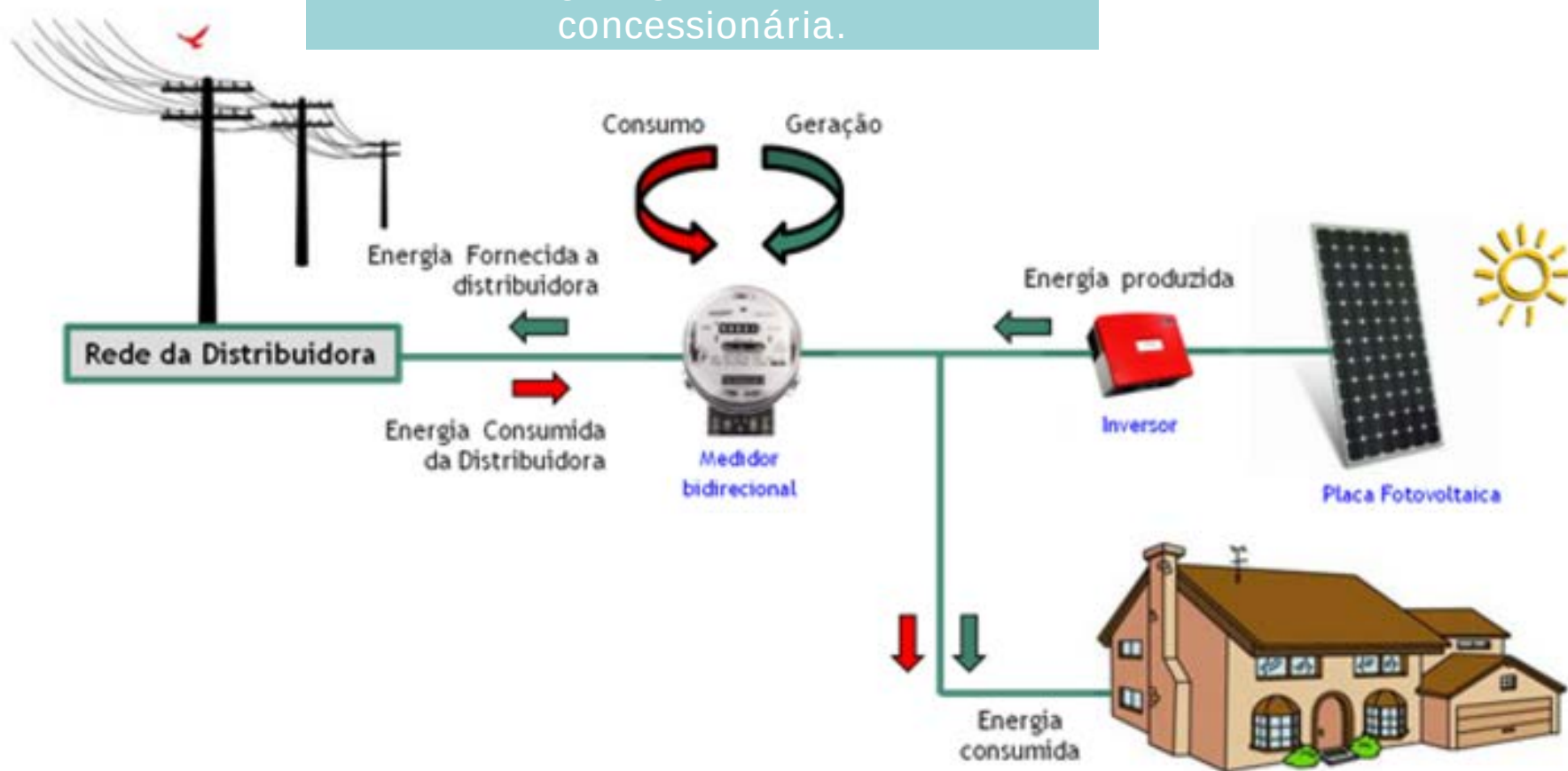
Pindoretama-CE

3MWp; 9.230 módulos; 6ha



Consumidor produzindo sua própria energia ligado à rede da concessionária.

Consumidor



Sistema Solar fotovoltaico Conectado

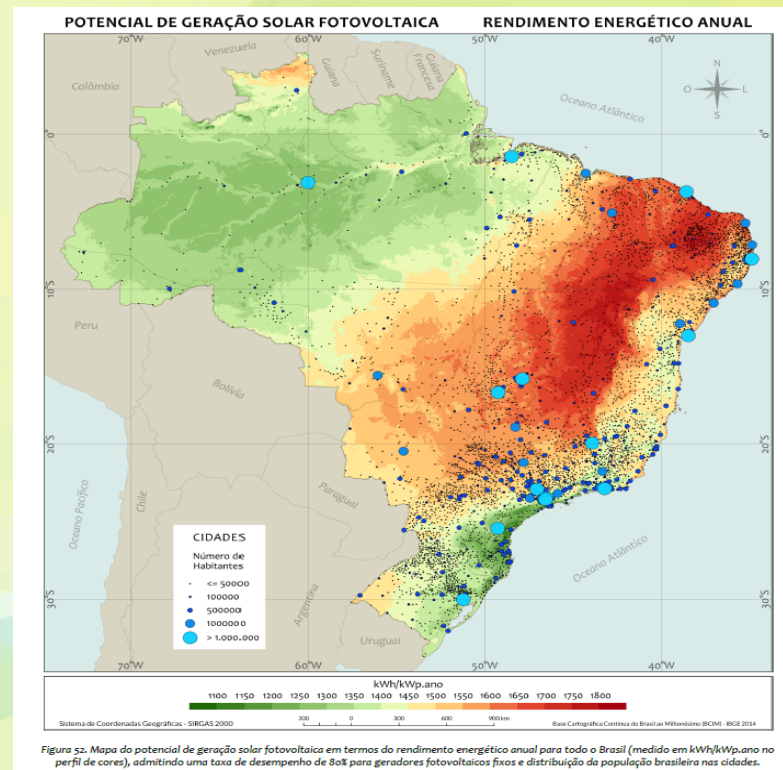
Fontes: ANEEL e

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

Brasil - Geração Distribuída de Energia



Potencial estimado pela ABSOLAR =
164GW

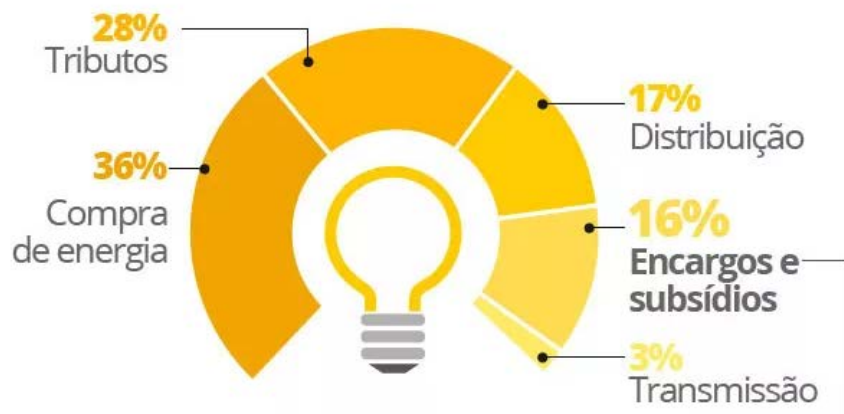


**Fortaleza, única cidade com mais de
1 milhão de habitantes localizada
dentro do cinturão solar do Brasil**

Destinação dos recursos recolhidos na conta de luz

O que pagamos na conta de luz?

Encargos e subsídios estão embutidos na tarifa



Encargos, subsídios e tributos: 44%

Encargos e subsídios

- Programa Luz para Todos
- Desconto para consumidores de baixa renda
- Combustível para térmicas da região Norte
- Indenização para concessionárias
- Incentivo à energia eólica, de biomassa e de pequenas hidrelétricas
- Desconto de até 90% na energia para aquicultura e irrigação
- Subsídio para pequenas distribuidoras
- Compensação pelo uso da água
- Taxa de fiscalização
- Manutenção da segurança energética brasileira
- Compra de energia de reserva (segurança energética)
- Pesquisa, desenvolvimento e programas de eficiência energética
- Despesas do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS)

Fonte: G1-Globo (set/2016)

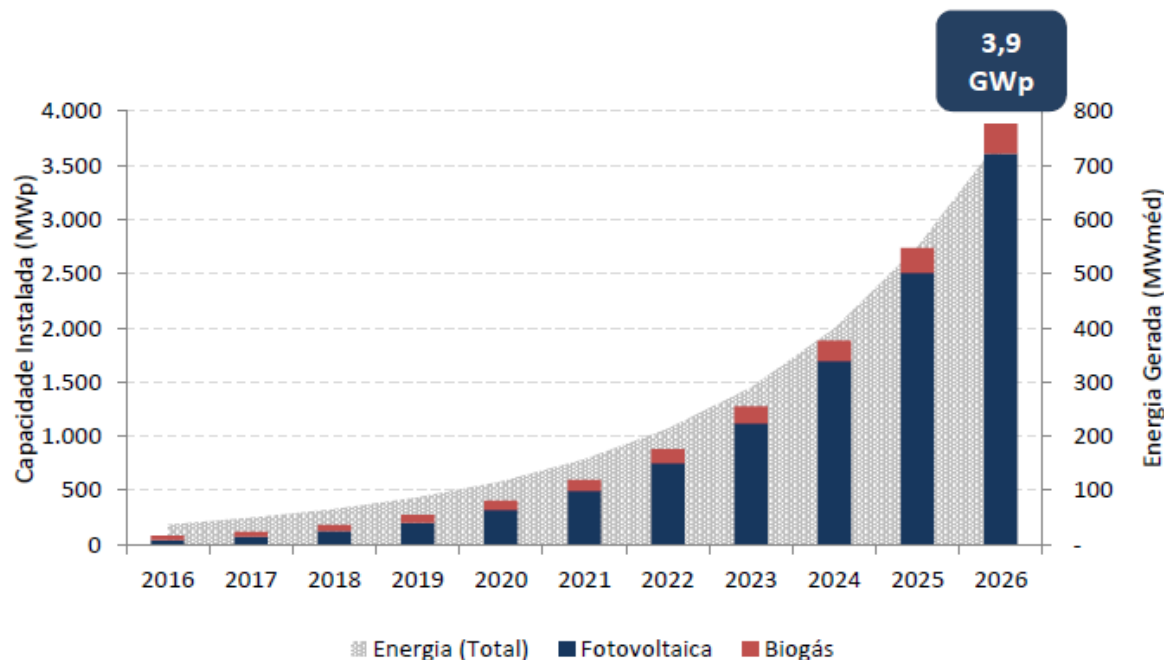
<http://g1.globo.com/economia/seu-dinheiro/noticia/2016/09/pais-pagara-em-2016-r-20-bilhoes-em-encargos-e-subsidios-na-conta-de-luz.html>

Geração Distribuída - Regulamentação

Resolução Normativa N° 482 da ANEEL

- ✓ Conceito de geração distribuída;
 - ✓ Central geradora de energia elétrica que utilize cogeração ou fontes renováveis, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.
 - ✓ Microgeração - até 75 kW
 - ✓ Minigeração - de 75 até 5 MW
- Prazo para compensação dos créditos – 60 meses;
- Vedada a venda de energia.

Brasil - Geração Distribuída de Energia Projeções



Em 2026, estimam-se 770 mil adotantes de sistemas fotovoltaicos, totalizando 3,3 GWp de potência instalada

Fonte: EPE – Empresa de Pesquisa Energética /
MME – Ministério de Minas e Energia

http://www.mme.gov.br/documents/10584/0/PDE2026_versao_para_publicacao_08dez2017.pdf/f5d8f999-566d-4f5b-9167-d80b6ea8924e

Geração Distribuída - Financiamento



Público alvo:

- Empresas industriais, agroindustriais, comerciais e de prestação de serviços, produtores rurais, empresas rurais.

Prazo:

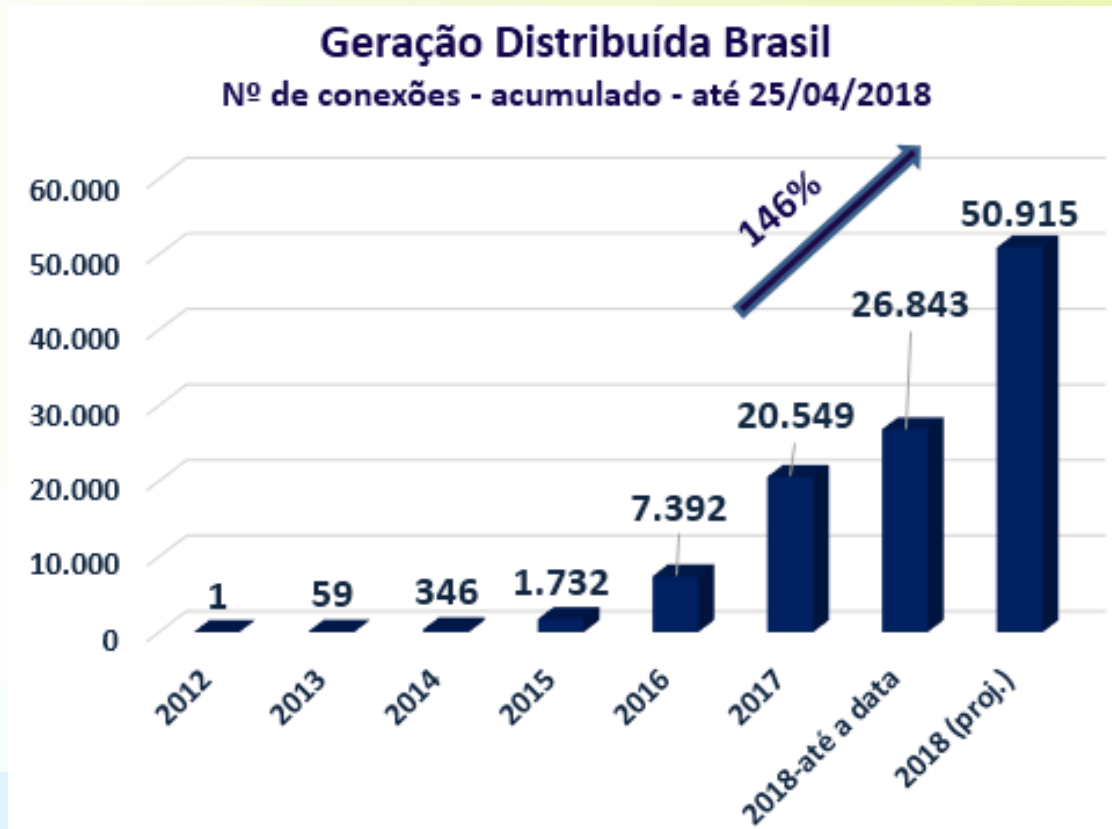
- Até 12 anos.

Carência:

- 6 meses a 1 ano.

Desembolso mensal das parcelas do financiamento compatível com a redução dos custos de energia elétrica

GD Brasil – N° de conexões acumulado



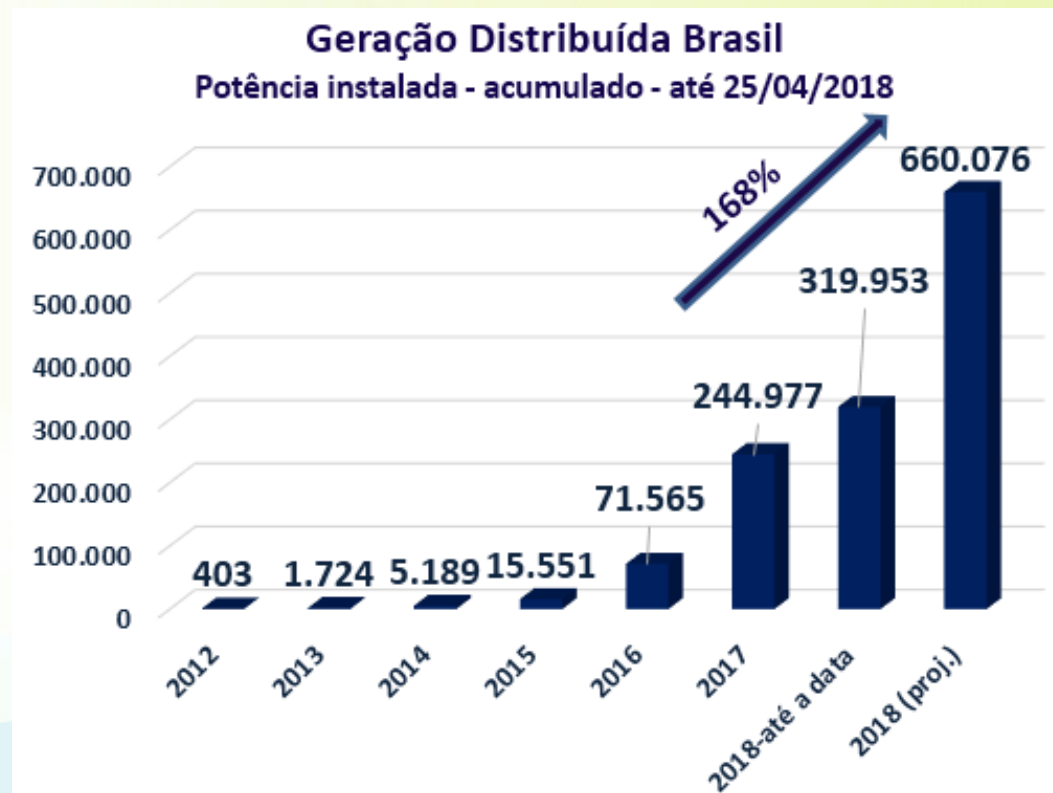
Mar/18: 24.970 Ucs
(+7,5%)

Fonte: Aneel 25/04/2018

http://www2.aneel.gov.br/scq/gd/GD_Estadual.asp

GD Brasil – Potência acumulada (kW)

Mar/18: 302.733 kW
(+5,7%)

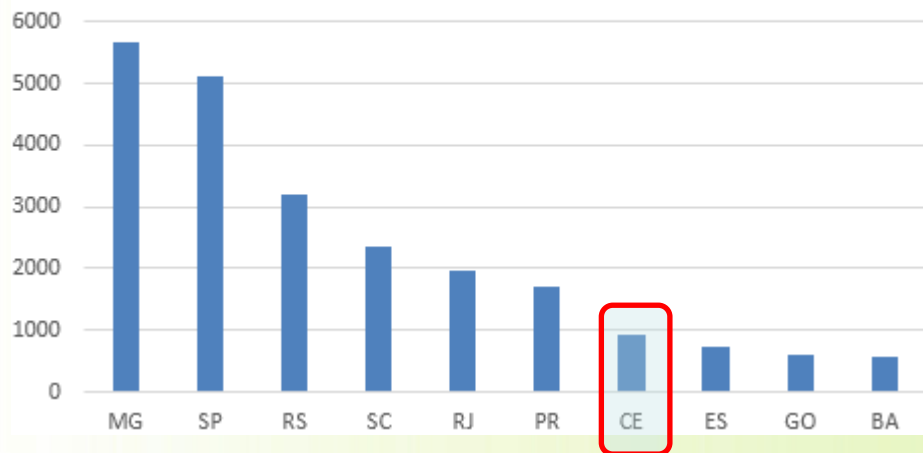


Fonte: Aneel 25/04/2018

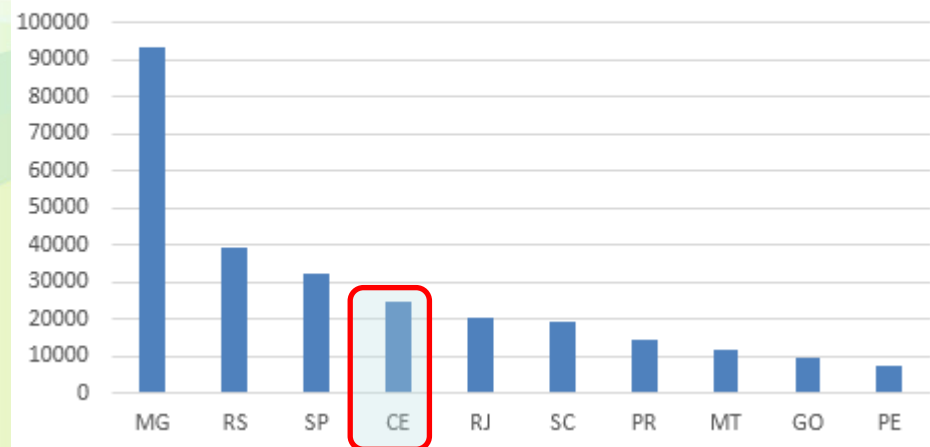
http://www2.aneel.gov.br/scq/gd/GD_Estadual.asp

GD Brasil – Quantidades e Potência (10+)

Brasil-UCs com GD - 10+
25/04/18



Brasil-Potência instalada GD - 10+
25/04/18

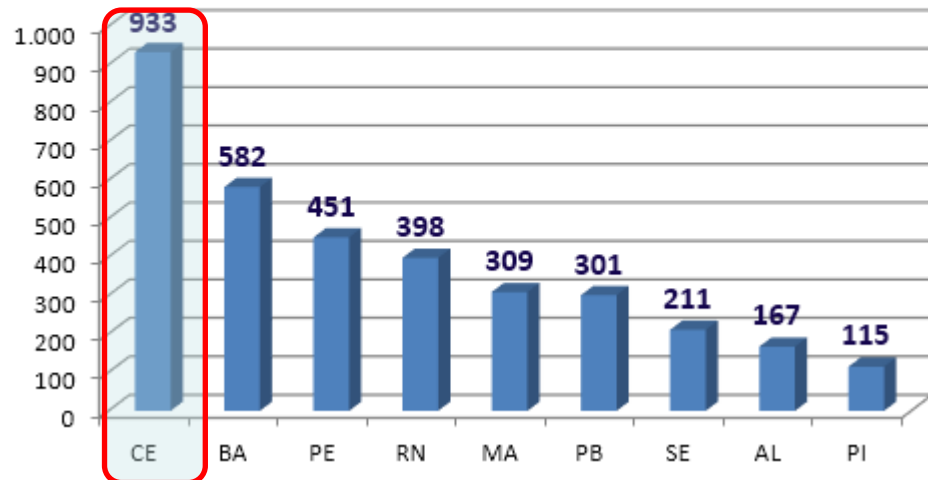


Fonte: Aneel 25/04/2018

http://www2.aneel.gov.br/scq/gd/GD_Estadual.asp

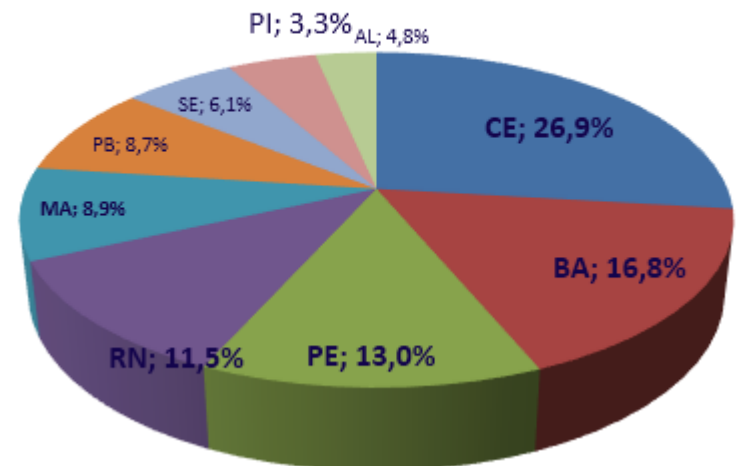
GD Nordeste – Quantidade

Geração Distribuída Nordeste Quantidades por Estado



Mar/18: CE com 851 Ucs (+9,6%)

Quantidades por Estado (%)

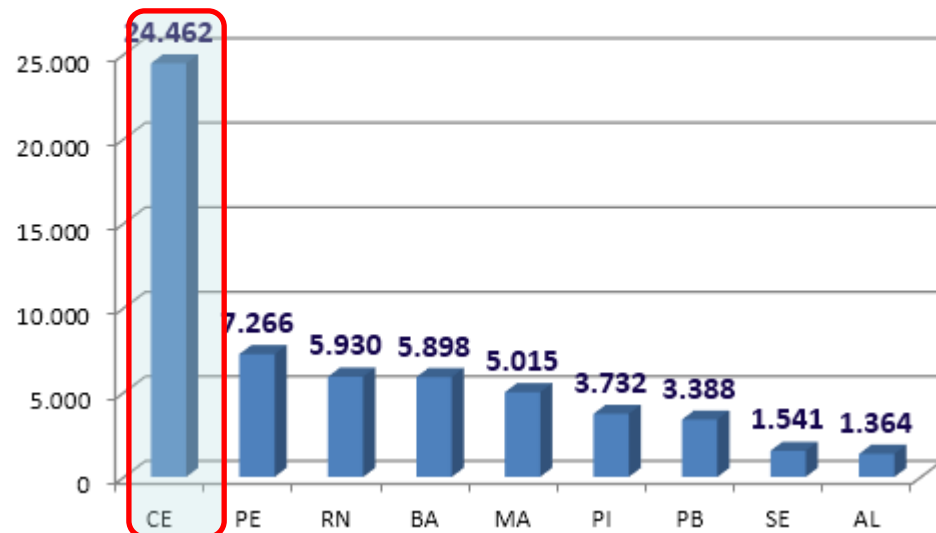


Fonte: Aneel 25/04/2018

http://www2.aneel.gov.br/scq/gd/GD_Estadual.asp

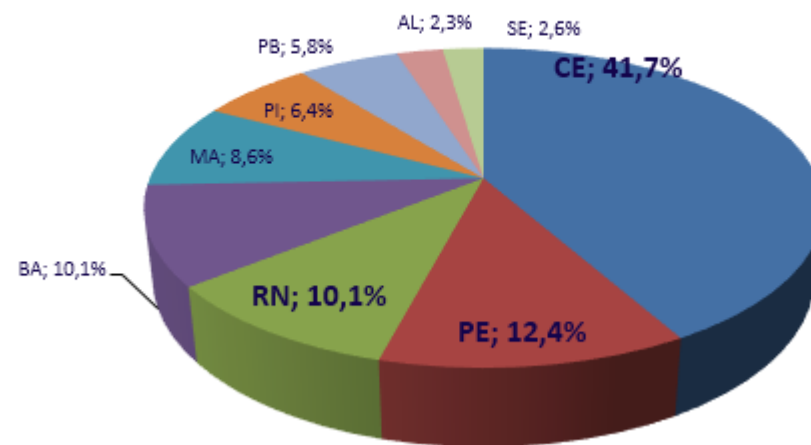
GD Nordeste – Potência Instalada

**Geração Distribuída Nordeste
Potência por Estado (kW)**



Mar/18: CE com 23663 kW (+3,37%)

Potência por Estado (%)



Fonte: Aneel 25/04/2018

http://www2.aneel.gov.br/scq/gd/GD_Estadual.asp

Geração Distribuída Ceará – Por Municípios (10+)

Municípios CE - 10+ por Quantidade			
Município	Quant	Pot	% Quant
Fortaleza	390	4279	42,3%
Eusébio	107	673	11,6%
Juazeiro do Norte	45	193	4,9%
Caucaia	35	13112	3,8%
Aquiraz	32	520	3,5%
Sobral	30	1437	3,3%
Limoeiro do Norte	28	234	3,0%
Iguatu	22	266	2,4%
Aracati	20	97	2,2%
Russas	17	101	1,8%

Municípios CE - 10+ por Potência			
Município	Quant	Pot	% Potência
Aquiraz	28	13.096	57,5%
Fortaleza	320	4.350	19,1%
Limoeiro do Norte	25	1.306	5,7%
Eusébio	93	639	2,8%
Juazeiro do Norte	2	551	2,4%
Acaraú	26	525	2,3%
Iguatu	18	235	1,0%
Caucaia	19	207	0,9%
Sobral	30	201	0,9%
Aracati	13	167	0,7%

Fonte: Aneel 25/04/2018

http://www2.aneel.gov.br/scq/gd/GD_Estadual.asp



Muito Obrigado

Joaquim Rolim

jcrolim@sfiec.org.br

Jurandir Picanço

jurandirpicanco@uol.com.br

Indira Ponte

ricardo@energygreenbrasil.com.br