

Panorama das Energias Renováveis

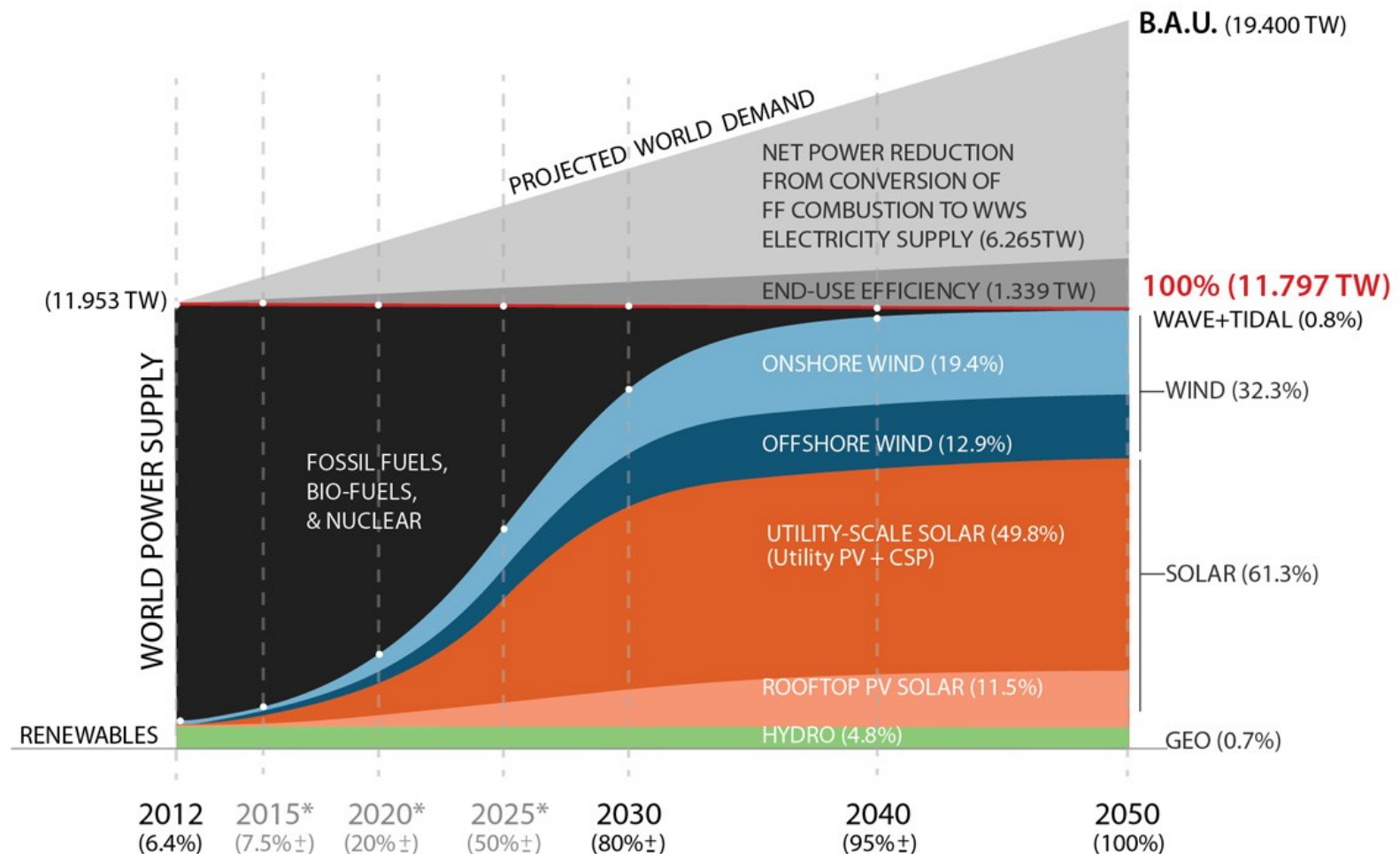
Fórum Estadual de Mudanças Climáticas e Biodiversidade

Jurandir Picanço
Joaquim Rolim

18 de Março de 2016

Panorama das Energias Renováveis no Mundo

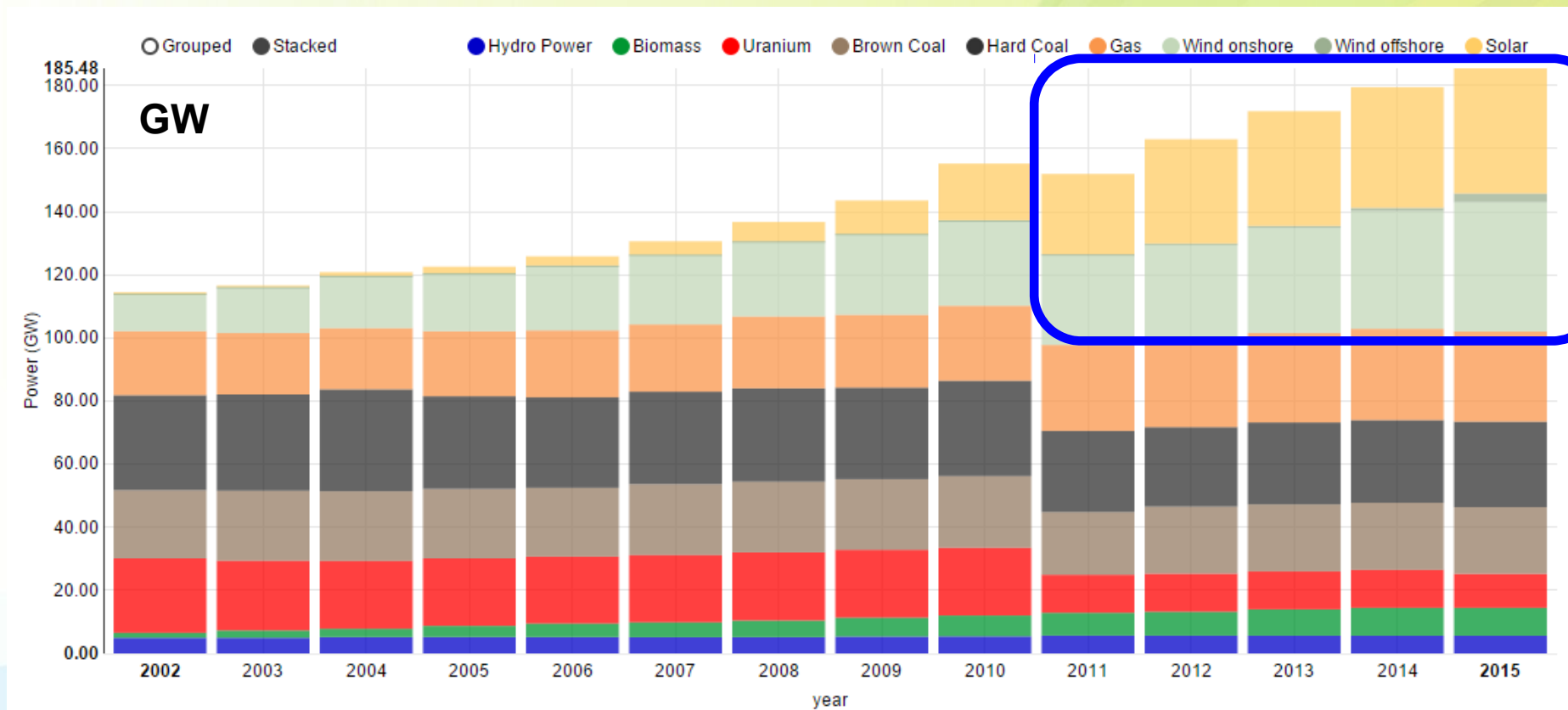
Visão do Futuro – Mundo 2050



Projected Energy Supply & Demand, **World**

Solutions Project, 2015

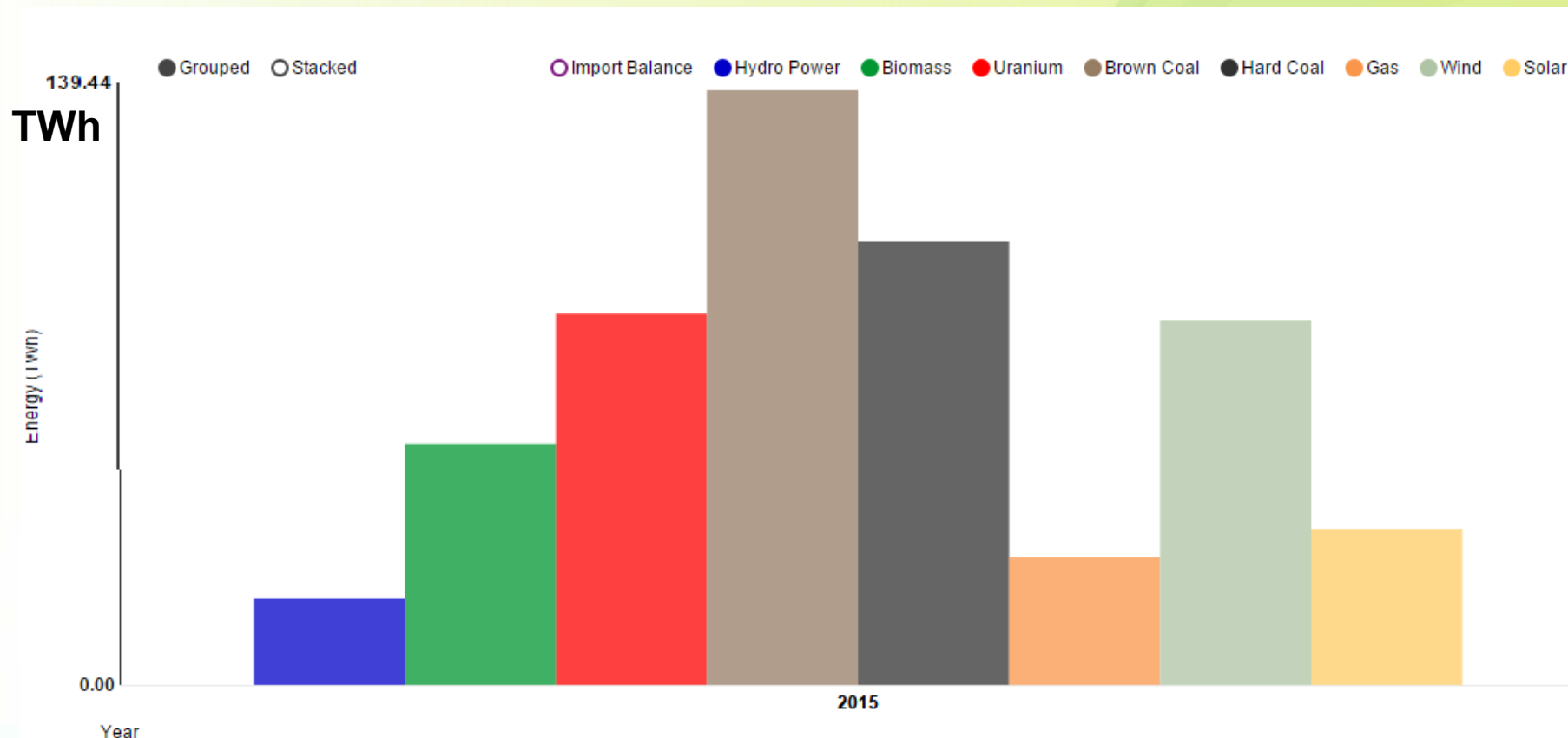
Avanço na Alemanha – Potência Instalada



Fonte : Fraunhofer

https://www.energy-charts.de/power_inst.htm

Avanço na Alemanha – Energia consumida em 2015

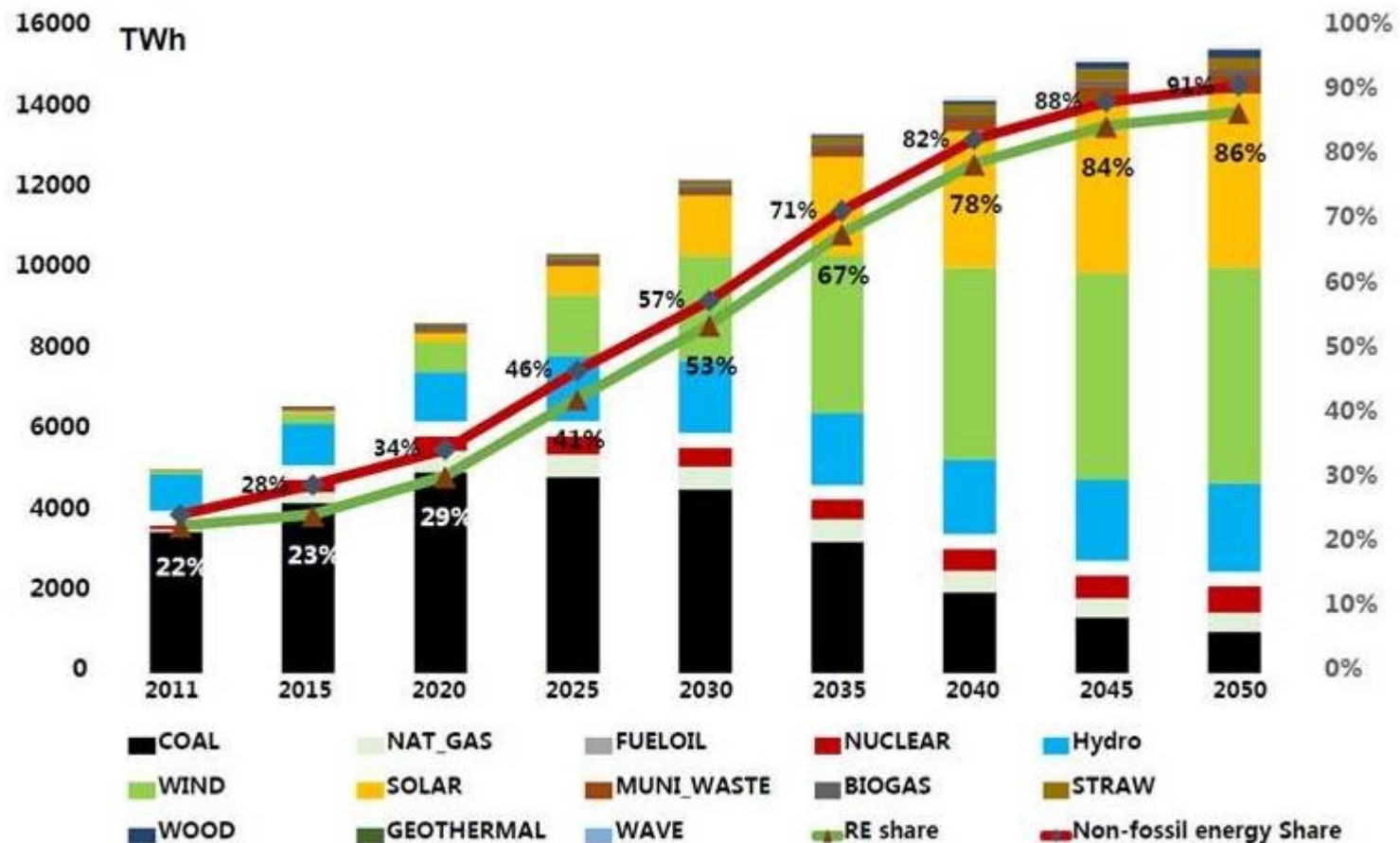


CARVÃO-1	CARVÃO-2	NUCLEAR	EÓLICA	BIOMASSA	SOLAR	GÁS	HIDRO	TOTAL
139,44	103,94	87,07	85,43	56,57	36,58	29,95	20,24	559,22
24,9%	18,6%	15,6%	15,3%	10,1%	6,5%	5,4%	3,6%	

Fonte : Fraunhofer

https://www.energy-charts.de/power_inst.htm

Avanço na China – Projeção para 2050

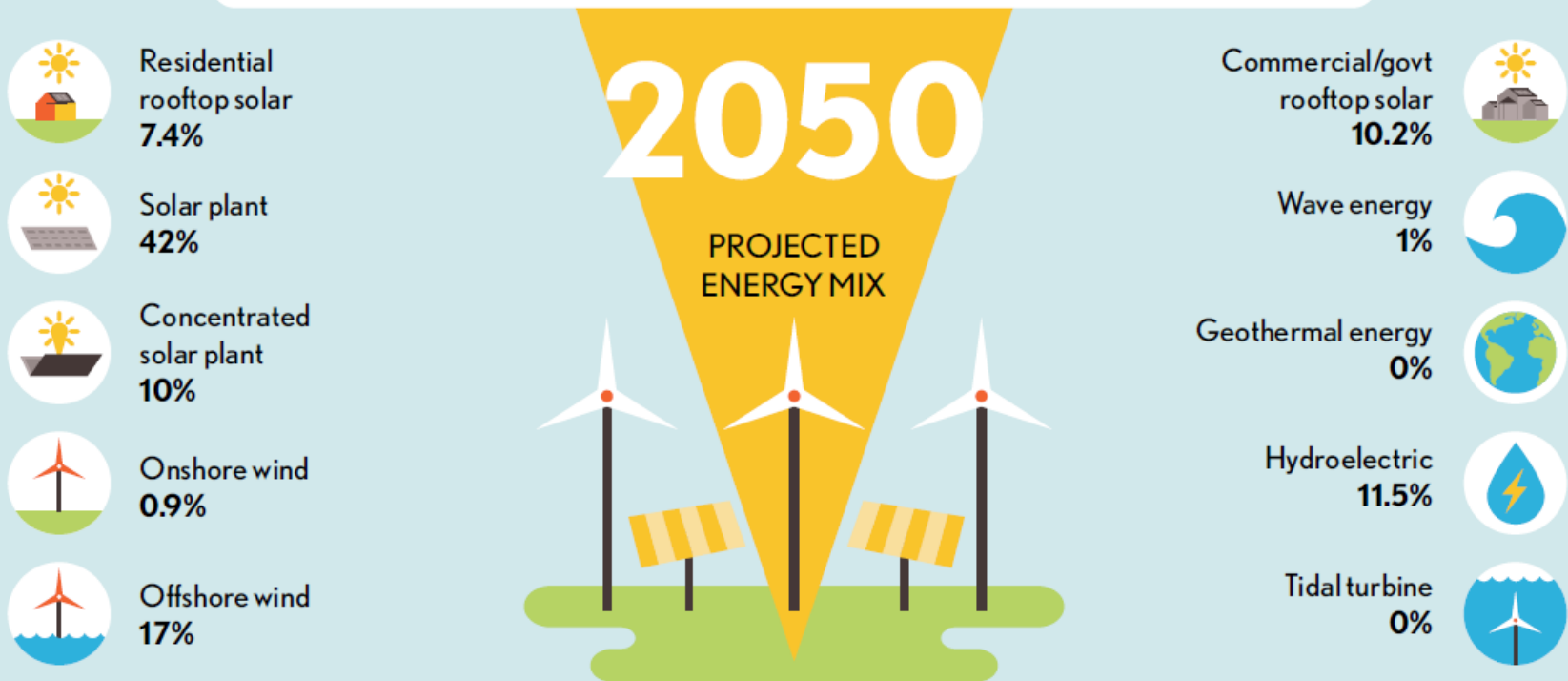


Fonte:

<http://www.tokyofoundation.org/en/articles/2016/can-china-curb-emissions>

100% BRAZIL

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



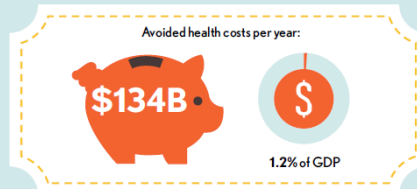
Fonte: The Solutions Project – Stanford University

Visão do Futuro – Brasil 2050

100% BRAZIL

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

Avoided Mortality and Illness Costs



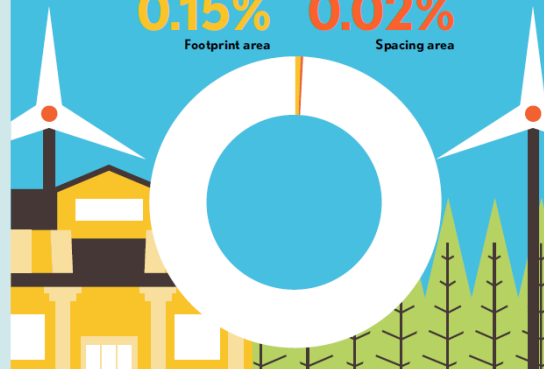
Air pollution deaths avoided every year: 15,305



Plan pays for itself in as little as 3.7 years from air pollution and climate cost savings alone.

Percentage of Land Needed for All New WWS Generators

0.15% Footprint area
0.02% Spacing area



Future Energy Costs 2050

BAU (Business as usual) WWS (Wind, water, solar)



Average fossil-fuel energy costs*

8 c/kWh

*Health and climate external costs of fossil fuels are another 5.7c/kWh



Average WWS electricity costs

8.1 c/kWh

Money in Your Pocket

€P = \$100

Annual energy, health, and climate cost savings per person in 2050: \$1,508



Annual energy cost savings per person in 2050: \$70

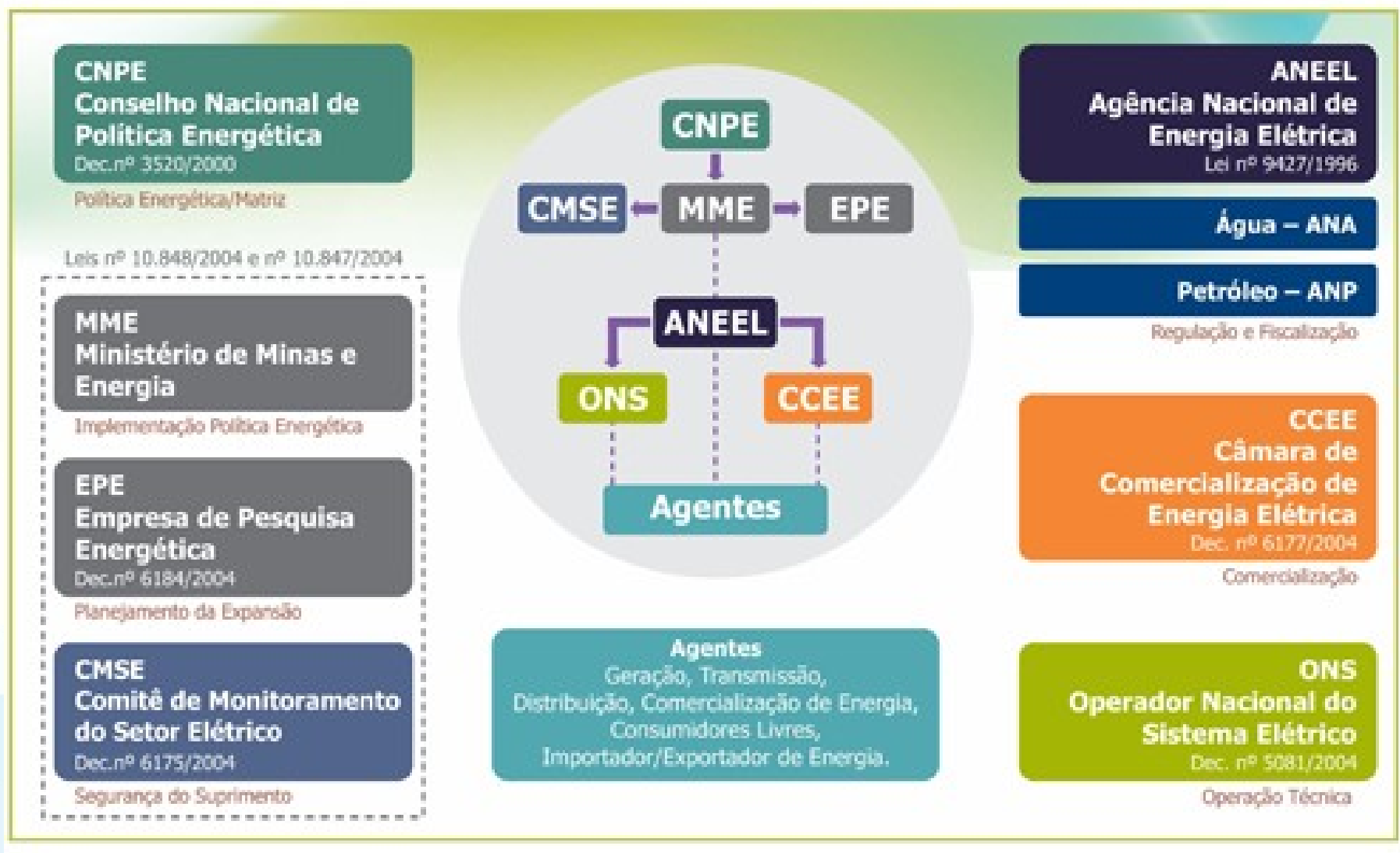


Fonte: The Solutions Project – Stanford University



Setor Elétrico Brasileiro

Modelo Institucional do Setor Elétrico



Fonte: ONS – OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO

Consumidor Cativo □ Mercado Regulado

- Consumidor compulsório da distribuidora.
- Tarifa definida pela ANEEL
- Pode produzir sua própria energia de fonte renovável (micro ou mini gerador).

Consumidor Livre □ Mercado Livre

➤ **CONVENCIONAL**

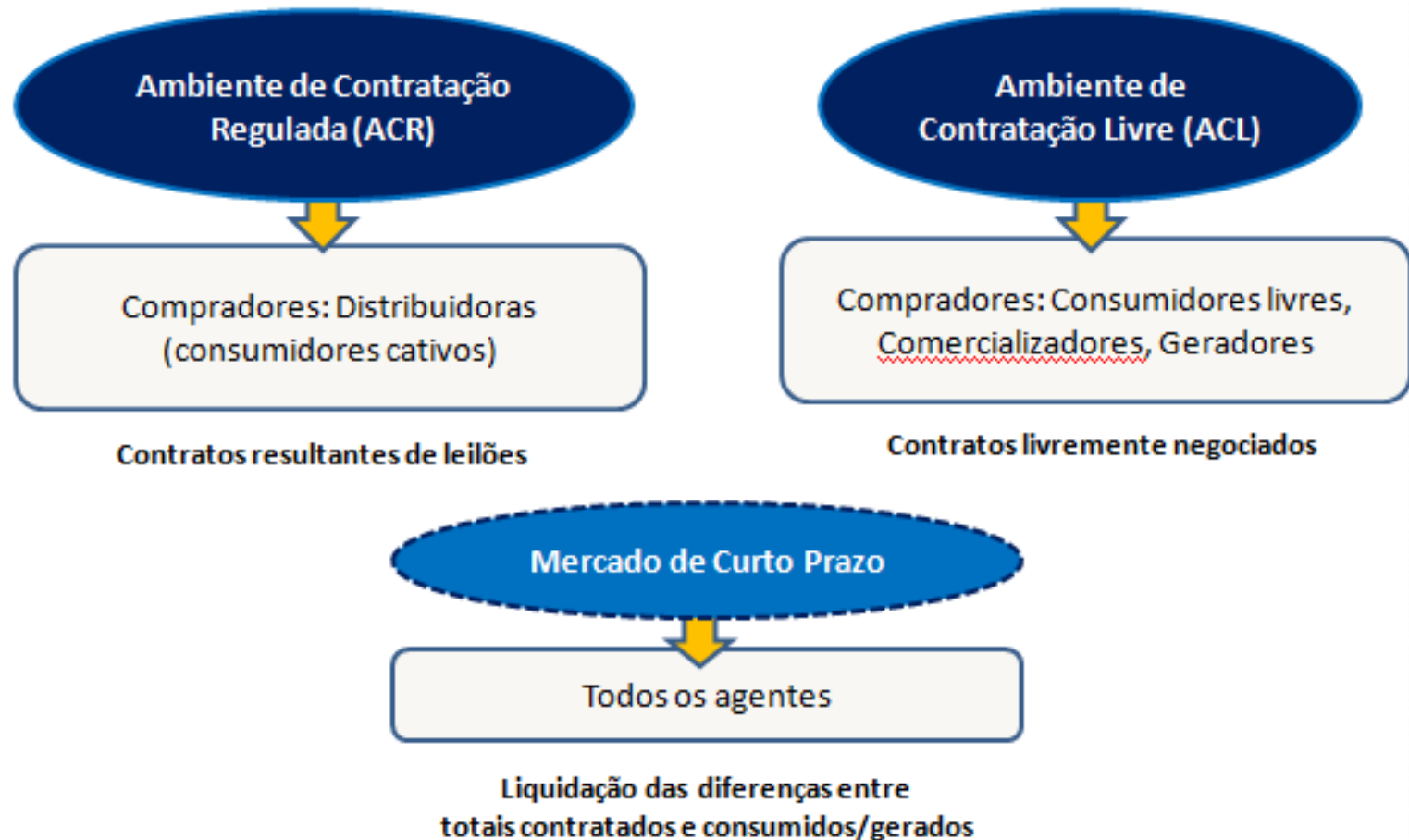
- ✓ Consumidores com demandas a partir 3 MW.
- ✓ Pode comprar energia de qualquer fonte.
- ✓ Preço negociado entre as partes.

➤ **ESPECIAL**

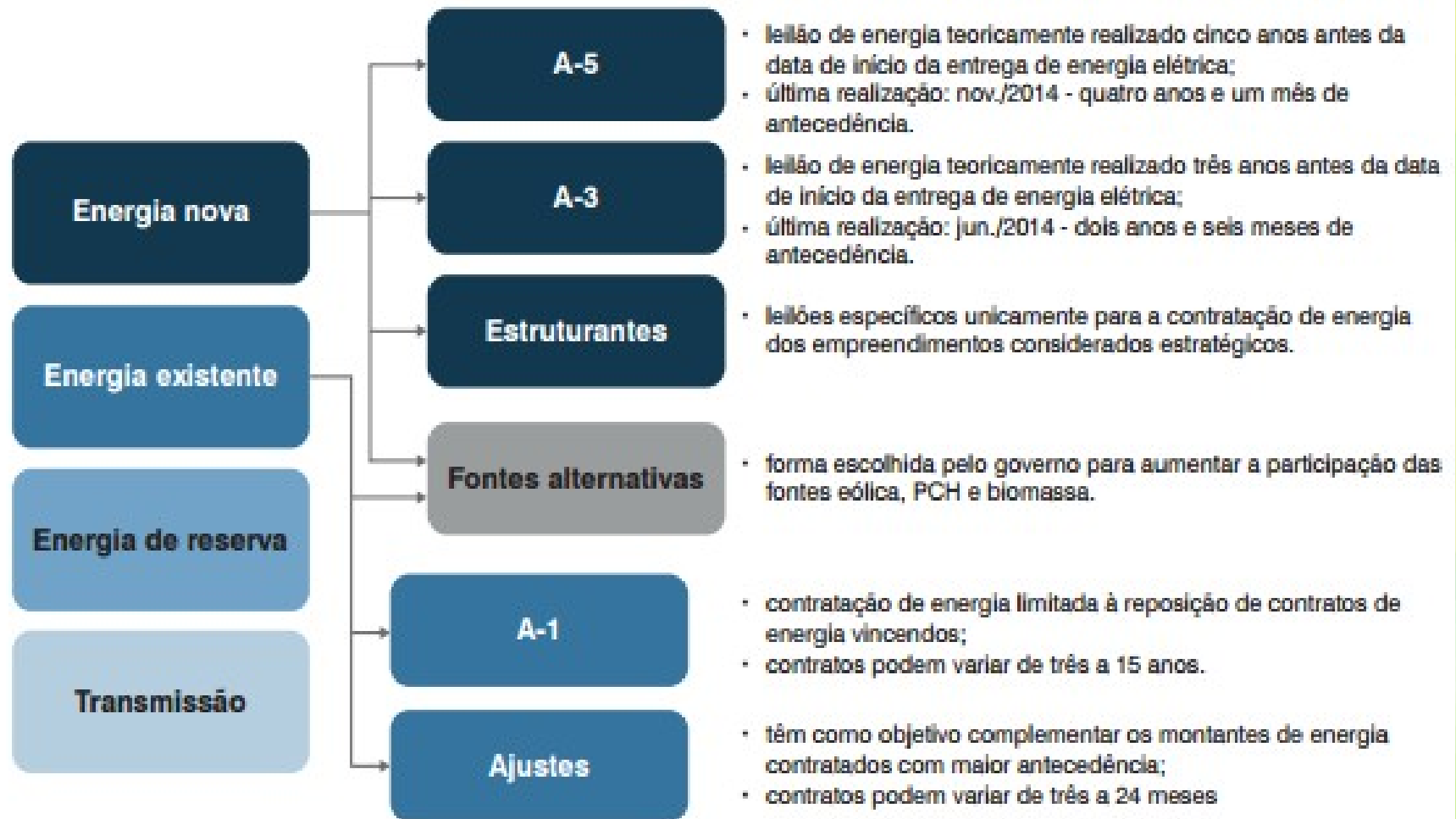
- ✓ Consumidores com demanda a partir 500 kW
- ✓ Apenas energias renováveis: eólica, solar, biomassa, etc.
- ✓ Preço negociado entre as partes.

Setor Elétrico - A Comercialização de Energia

Comercialização de energia elétrica – atual modelo



Tipos de Leilões de Energia

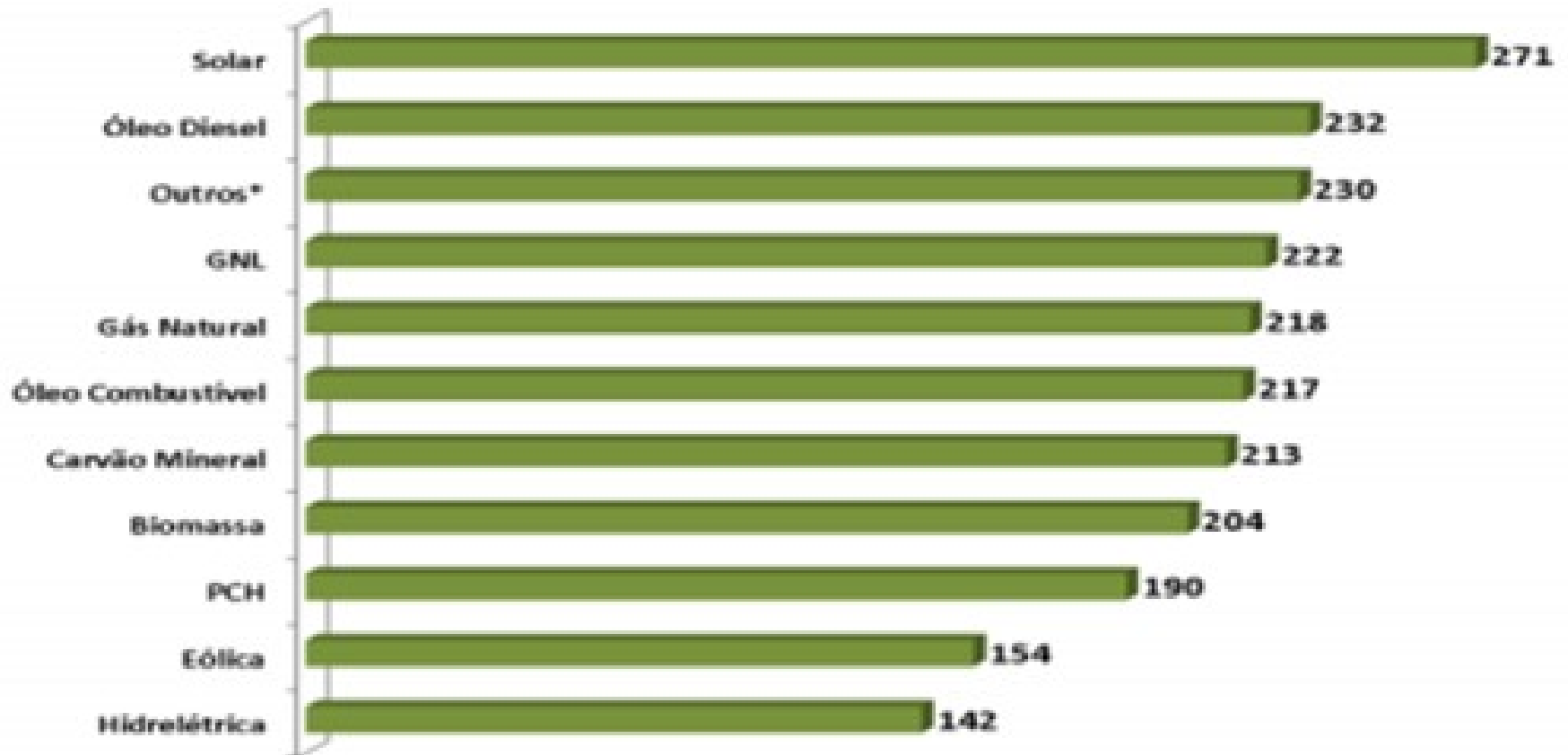


Fonte: Advisia OC&C Strategy Consultants e Appy.

Fonte : CNI – Confederação Nacional da Indústria

Resultados Leilões de Geração - até Set/2015

Preço Médio Atualizado (R\$/MWh)



*Outros: Gás de Processo e Bioquímico

** IPCA set/15

Fonte : MME – Ministério das Minas e Energia

Oportunidades em do Ceará em Energias Renováveis

1. Energia Eólica

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)

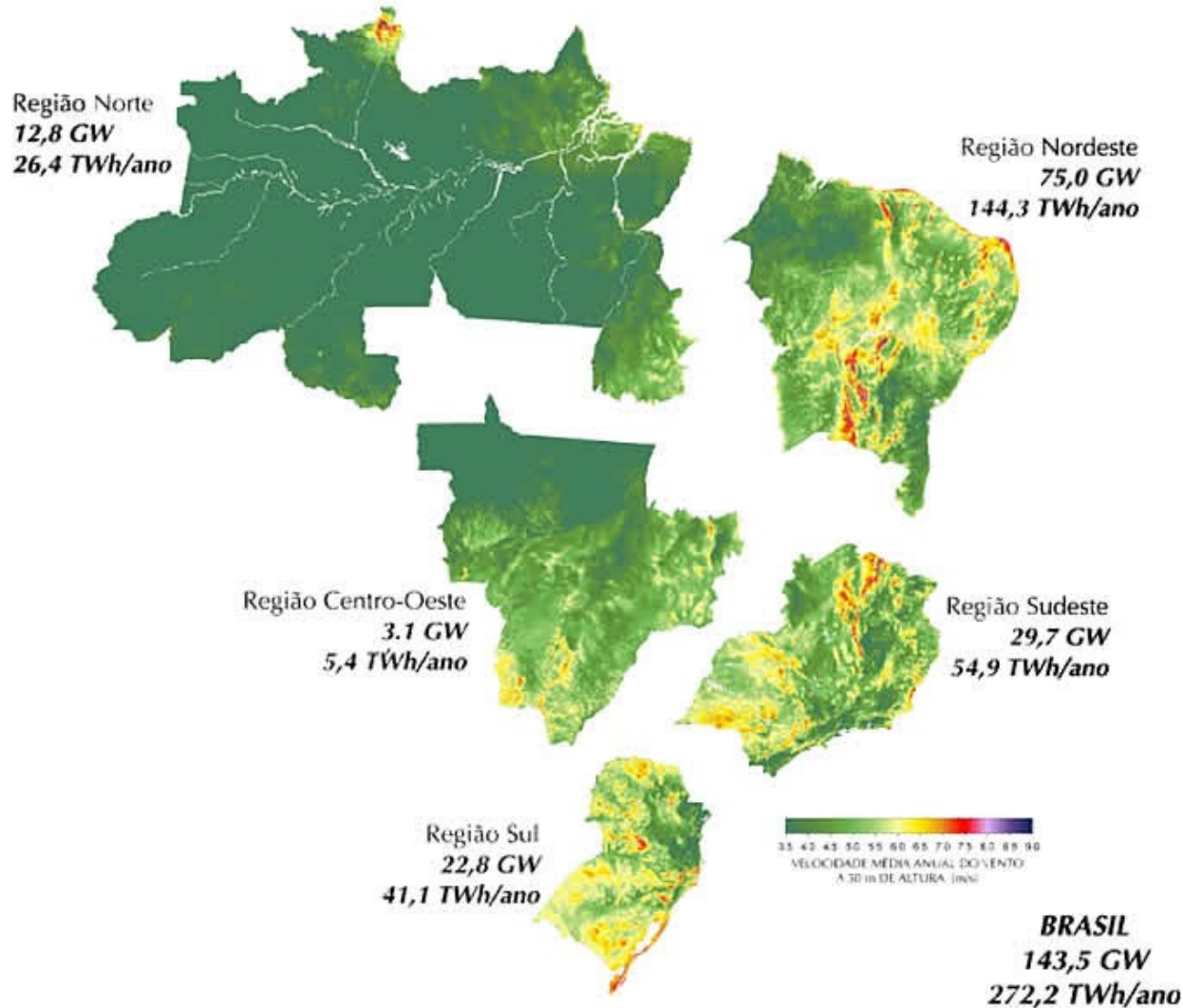
Autoprodutor

- Produz energia para consumo próprio e pode vender as sobras

Micro e minigerador

- Qualquer consumidor pode produzir sua energia, desde que renovável

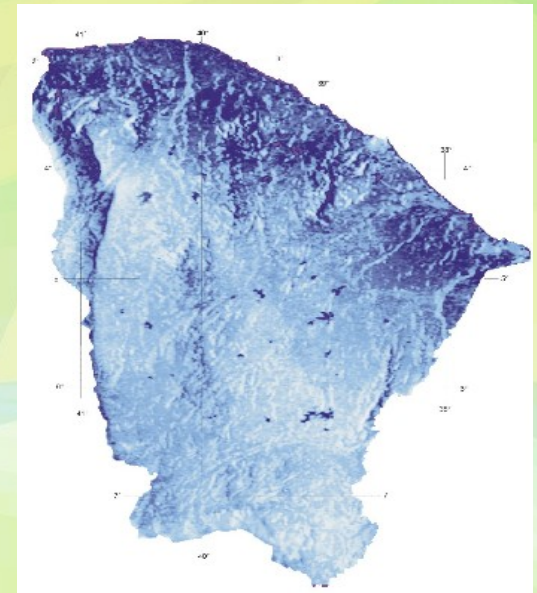
Brasil e Ceará - Potencial Eólico



**ATLAS DO POTENCIAL EÓLICO
BRASILEIRO (2001)**

**Estimativa atual do Brasil:
> 350GW**

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

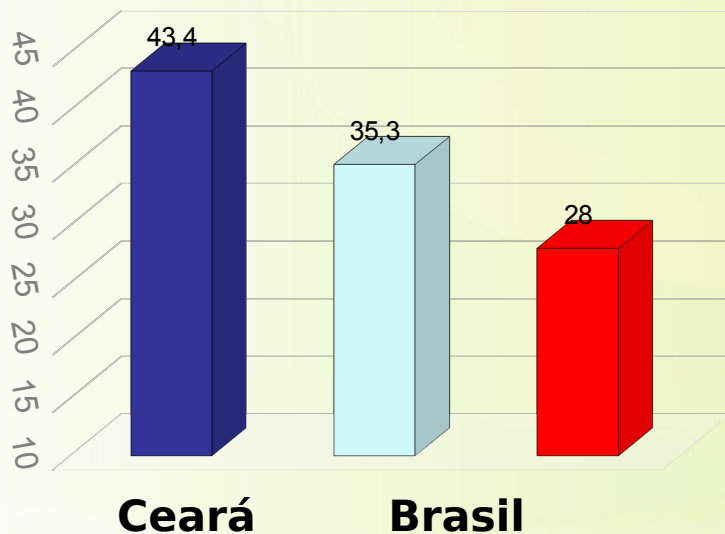


**Atlas do Potencial Eólico do Ceará
(2001)**

**Estimativa atual do Ceará:
90GW**

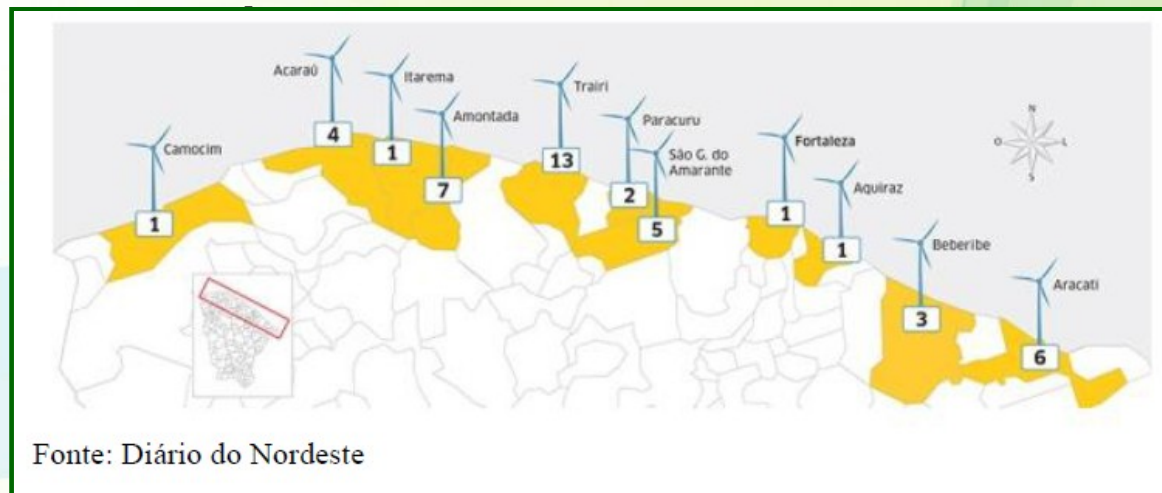
Fator de Capacidade de Geração Eólica

Fator de Capacidade em 2014



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

Fontes: 2014 - Editora Brasil Energia; GWEC (Global Wind Energy Council)



Atualmente os parques eólicos do Ceará estão basicamente instalados na região litorânea

Setor Elétrico Brasileiro

Expansão do Sistema Elétrico

Usinas Eólicas Evolução da Capacidade Instalada

Valores Previstos 2015 – 2018
410 Usinas Contratadas – 10 mil MW
R\$ 40 bilhões em investimentos

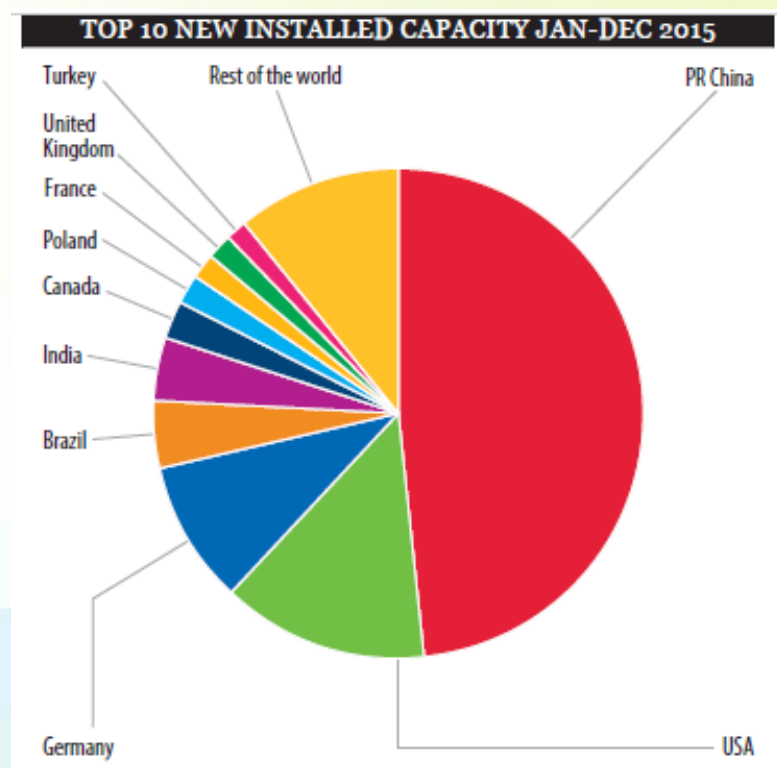
Valores em MW



Fonte : MME – Ministério das Minas e Energia

Top Ten Eólica 2015 - Novas Capacidades Instaladas

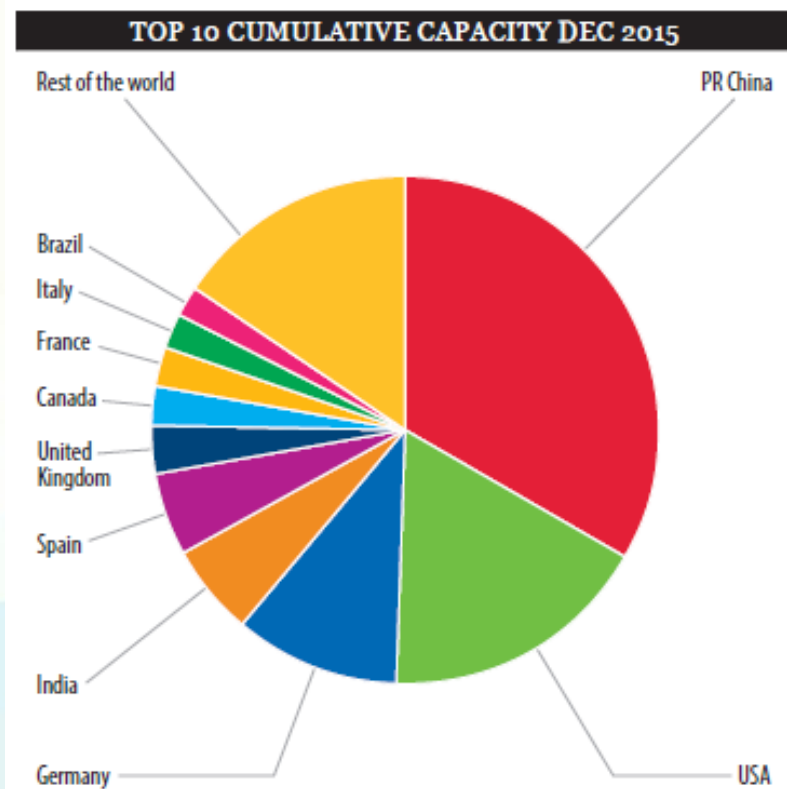
- Crescimento anual do mercado Mundial: 22%
- Brasil: 4º em novas instalações



Country	MW	% Share
PR China**	30,500	48.4
USA	8,598	13.6
Germany	6,013	9.5
Brazil	2,754	4.4
India	2,623	4.2
Canada	1,506	2.4
Poland	1,266	2.0
France	1,073	1.7
United Kingdom	975	1.5
Turkey	956	1.5
Rest of the world	6,749	10.7
Total TOP 10	56,264	89
World Total	63,013	100

Top Ten Eólica 2015 - Capacidades Instalada Total

Brasil: 10ª posição no ranking mundial (próximo de ultrapassar a Itália).



Country	MW	% Share
PR China**	145,104	33.6
USA	74,471	17.2
Germany	44,947	10.4
India	25,088	5.8
Spain	23,025	5.3
United Kingdom	13,603	3.1
Canada	11,200	2.6
France	10,358	2.4
Italy	8,958	2.1
Brazil	8,715	2.0
Rest of the world	66,951	15.5
Total TOP 10	365,468	84.5
World Total	432,419	100

Capacidade Instalada Geração Eólica

A capacidade instalada de usinas eólicas cresceu 45% ao longo de 2015 na comparação com 2014, saltando de 5.710 MW para 8.277 MW.

Entre janeiro e dezembro do ano passado, entraram em operação 102 novos empreendimentos, totalizando 325 geradoras eólicas em 2015.

Segundo a CCEE, as usinas eólicas produziram 2.971 MW médios, crescimento de 52% em relação ao mesmo período de 2014.

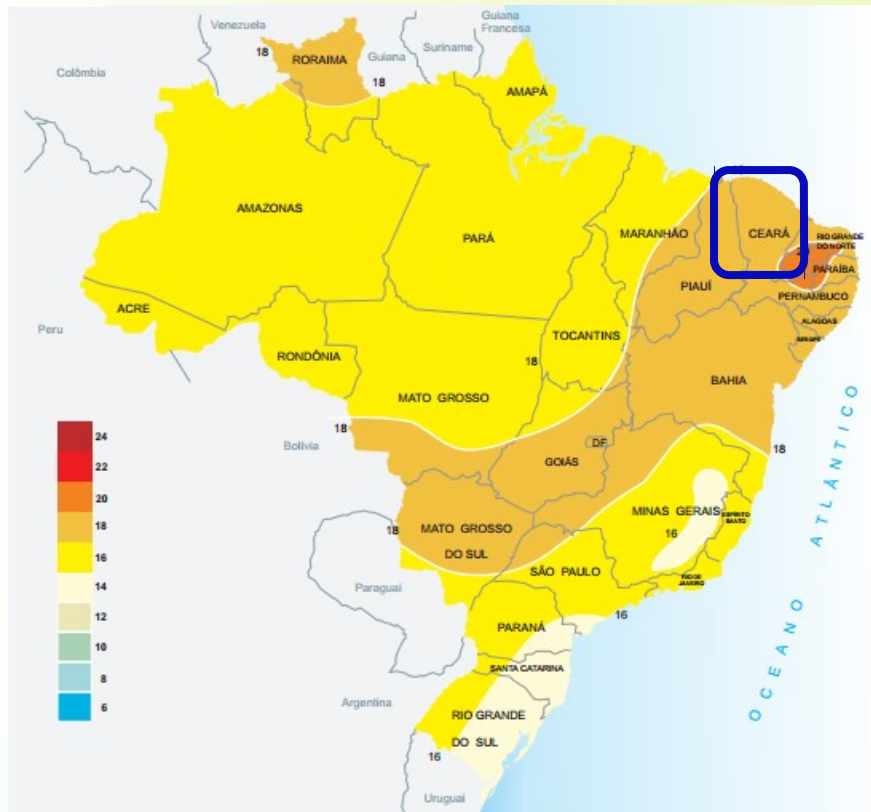
Posição	Estado	MW
1º	Rio Grande do Norte	2.493
2º	Ceará	1.573,5
3º	Rio Grande do Sul	1.514
4º	Bahia	1.441
5º	Piauí	705
6º	Santa Catarina	224
7º	Pernambuco	192
8º	Paraíba	59,5
9º	Sergipe	34,5
10º	Rio de Janeiro	28

Fonte : CCEE – Câmara de
Comercialização de Energia Elétrica

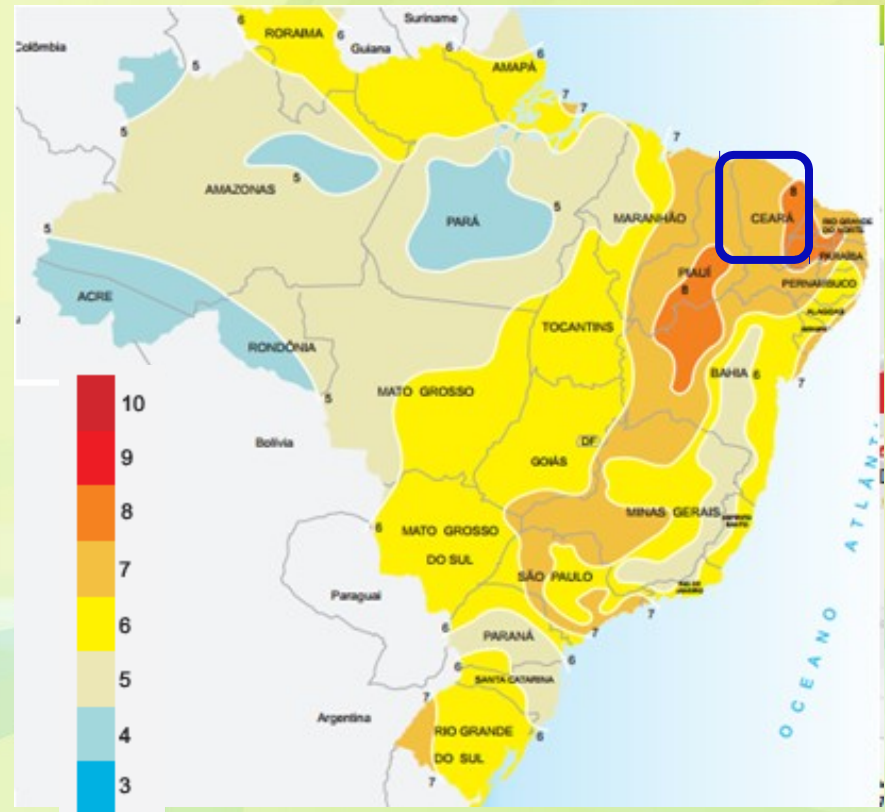
Oportunidades em do Ceará em Energias Renováveis

2. Energia Solar

Atlas de radiação solar no Brasil



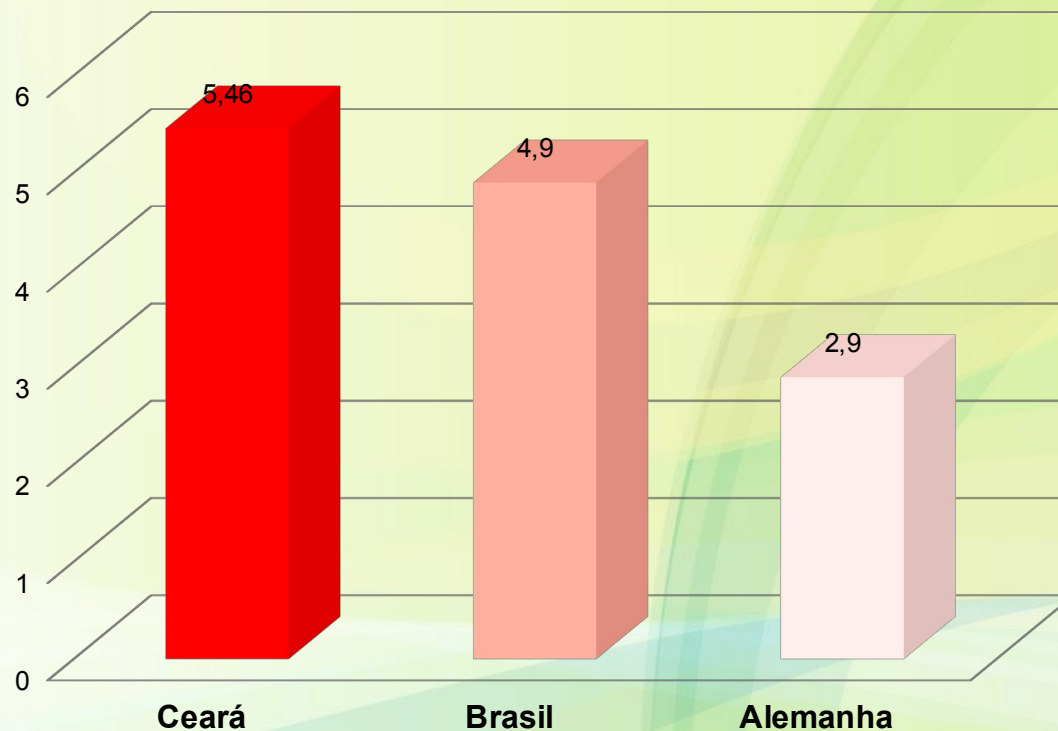
Radiação Global Diária, Média Anual
MJ/m²/dia



Insolação Diária, Horas Médias
Anuais
Horas/dia

Fonte: CEPEL/ELETRONBRAS

Ceará - Comparativo de radiação solar



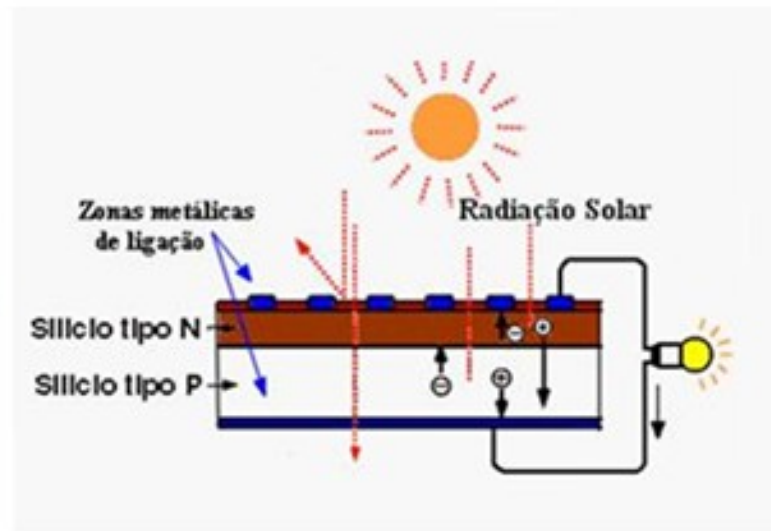
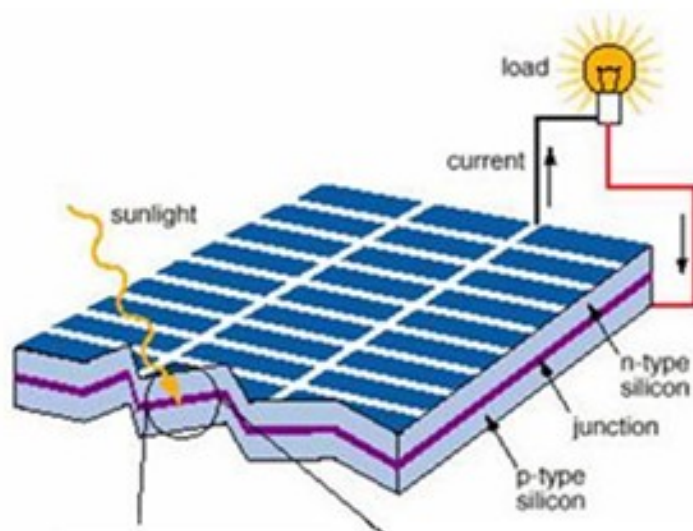
Alemanha: País com maior produção de energia solar fotovoltaica

RADIAÇÃO SOLAR MÉDIA DO CEARÁ É 90% MAIOR QUE DA ALEMANHA

Fonte: Solarterra

Média do Ceará: 5,5 kWh/m².dia

Tecnologias de Geração Solar - Fotovoltaica



Estrutura de uma célula fotovoltaica

O efeito fotovoltaico:

Quando a luz incide sobre uma célula fotovoltaica, os fótons que a integram se chocam contra os elétrons presentes nas estruturas de silício, fornecendo-lhes energia. Devido ao campo elétrico gerado no interior de cada célula, os elétrons são forçados a fluir da camada P para a camada N, gerando-se assim um fluxo de elétrons.

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

Tecnologias de Geração Solar - Heliotermia

TECNOLOGIAS: CALHA PARABÓLICA, FRESNEL, TORRE SOLAR E DISCO PARABÓLICO



Fonte : <http://energiaheliotermica.gov.br/pt-br/energia-heliotermica/como-funciona>

Energia Solar no Brasil

Na energia solar, o Brasil já tem contratados 3.206,9 megawatts-pico (MWp) de potência, em 94 empreendimentos da fonte solar fotovoltaica, somando R\$ 12,9 bilhões em investimentos.

No último leilão, realizado em 13/11/15 foi alcançado o maior deságio já registrado para essa fonte.

O Ceará apresenta atualmente 180 MW contratados (5,6% do total).

Existe a perspectiva de transferência de mais 90MW já contratados para o Ceará, o que elevaria o percentual para 8,4%

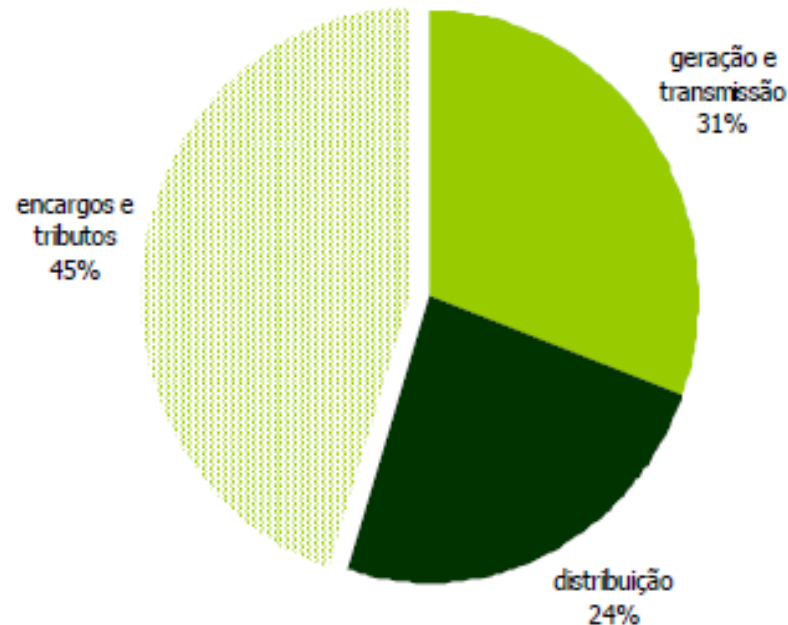
Oportunidades em do Ceará em Energias Renováveis

3. Geração Distribuída

Destinação dos recursos recolhidos na conta de luz

Somente um quarto da conta de luz destina-se a concessionária de distribuição

Encargos e Tributos representam 45% da conta de luz*



*Considera os valores implícitos nas tarifas de geração, transmissão, e distribuição, além do ICMS e PIS/COFINS

Fonte: Aneel, PricewaterhouseCoopers/Instituto Acende Brasil

Micro e Mini Geração no Brasil - Viabilidade Econômica

- PARADOXO BRASILEIRO DO PREÇO DA ENERGIA
 - ✓ Na geração: devido ao seu potencial hidrelétrico se produz energia a preços baixos quando se compara com outros países.
 - ✓ No consumo: em decorrência dos encargos e impostos incidentes, a energia vendida para o consumidor é uma das mais caras do mundo.

COMPARA-SE O CUSTO DA ENERGIA DA
MICRO E MINIGERAÇÃO COM A TARIFA
PARA O CONSUMIDOR:
GRANDE CHANCE DE SER VIÁVEL

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

- Conceito de micro e minigeração distribuída;
Até 75 kW – Micro geração
75 até 5 MW – Mini-geração
- Empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras;
- Geração compartilhada;
- Autoprodução remota;
- Prazo para compensação dos créditos – passou para 60 meses;
- Vedada a venda de energia.

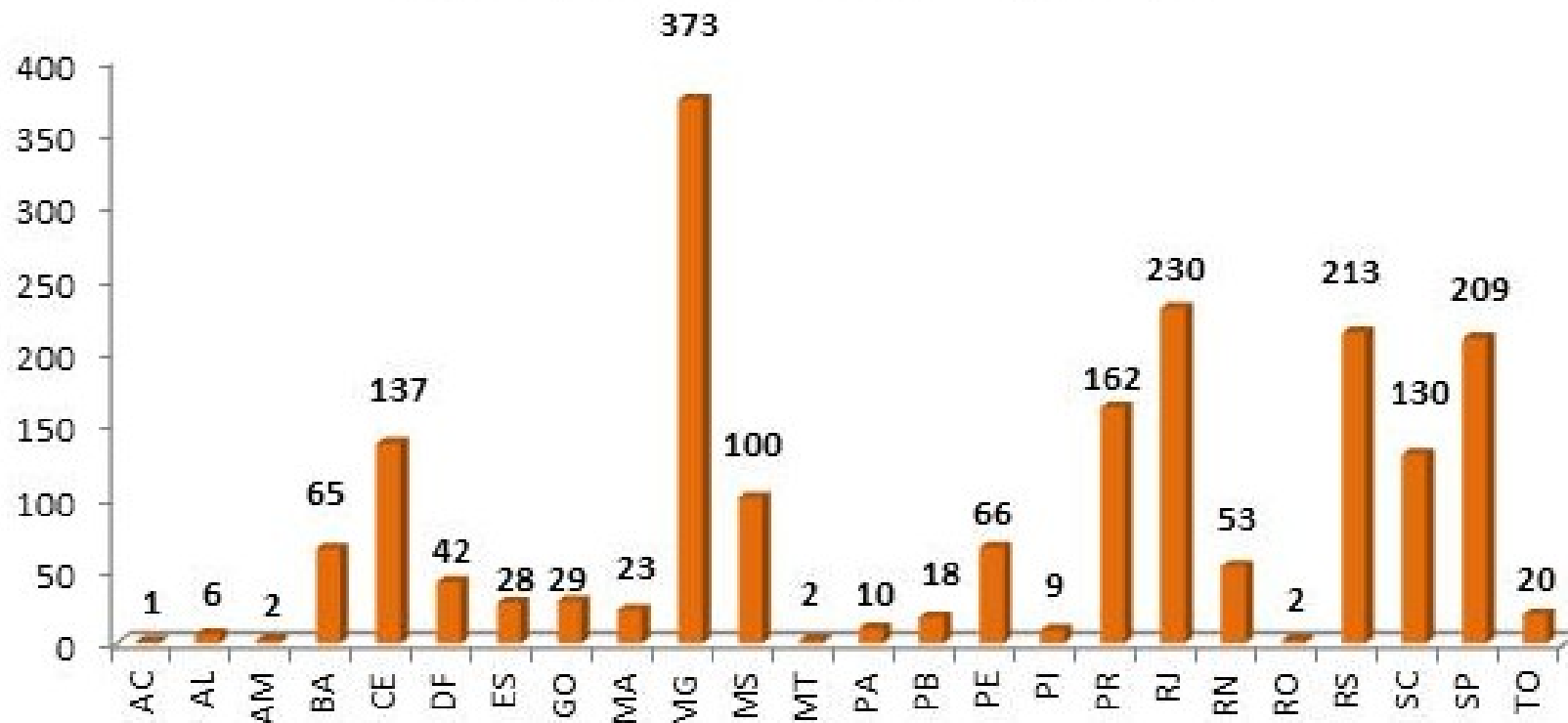
Micro e Mini Geração no Brasil - REN 482



Fonte: ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica - Março/2016

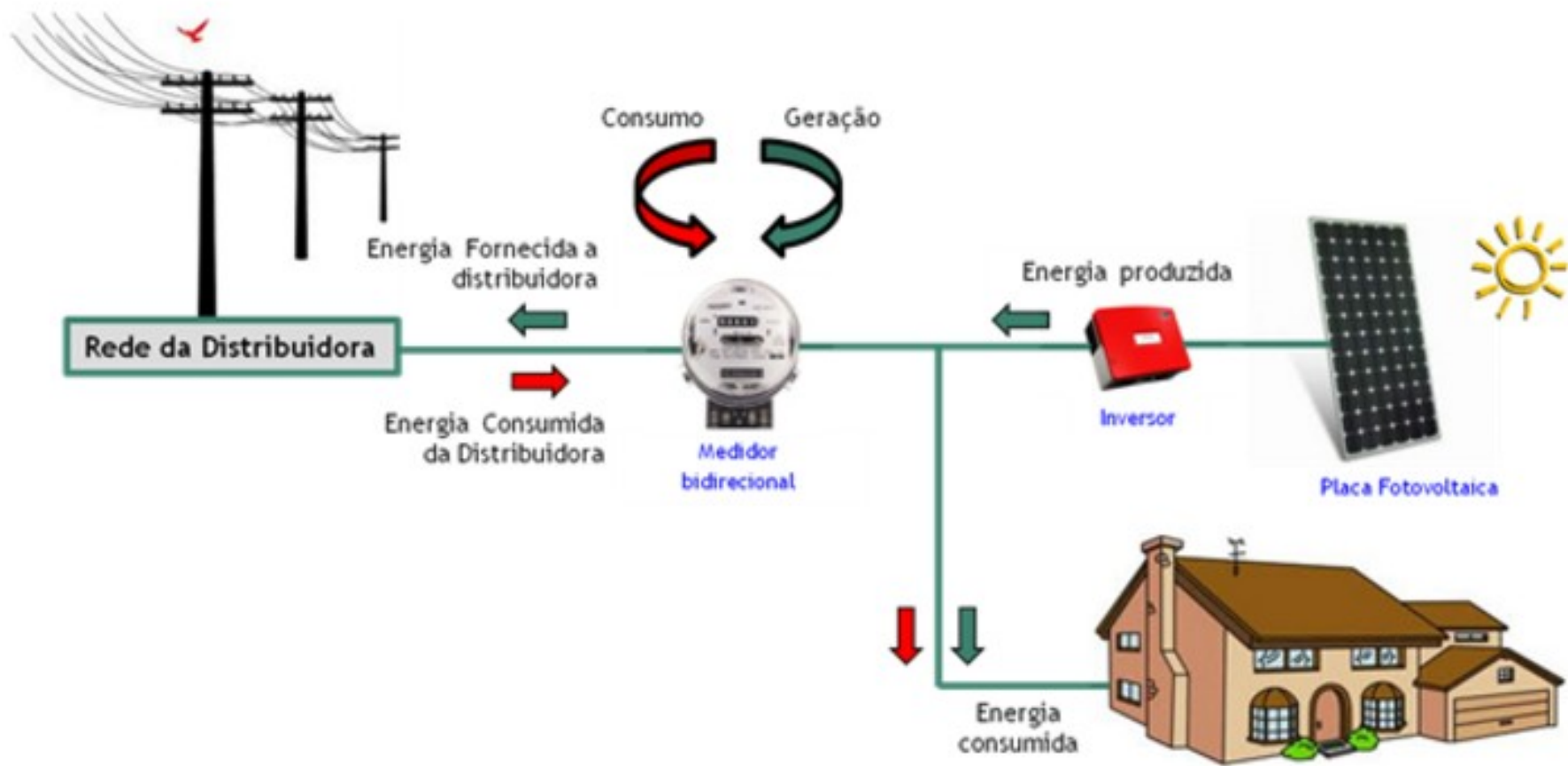
Micro e Mini Geração no Brasil - REN 482

Número de conexões por UF



Fonte: ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica – Março / 2016

GD - Predomínio da Tecnologia Fotovoltaica



Sistema Solar fotovoltaico Conectado

97% do total de conexões são de painéis fotovoltaicos.

Micro e Mini Geração no Brasil - REN 482



ProGD

Programa de Desenvolvimento da Geração
Distribuída de Energia Elétrica

**Ações de estímulo à geração distribuída,
com base em fontes renováveis**

Brasília, 15 de dezembro de 2015

Fonte: MME – Ministério das Minas e Energia



Potencial (cumulativo até 2030)

Investimento de **R\$ 100 bilhões**

Adesão de **2,7 milhões** de unidades consumidoras

Geração de **48 milhões de MWh** (metade de Itaipu em um ano)

Redução na emissão de **29 milhões** de toneladas/CO2



Fonte : MME – Ministério das Minas e Energia



Plano de Energia Elétrica do Brasil

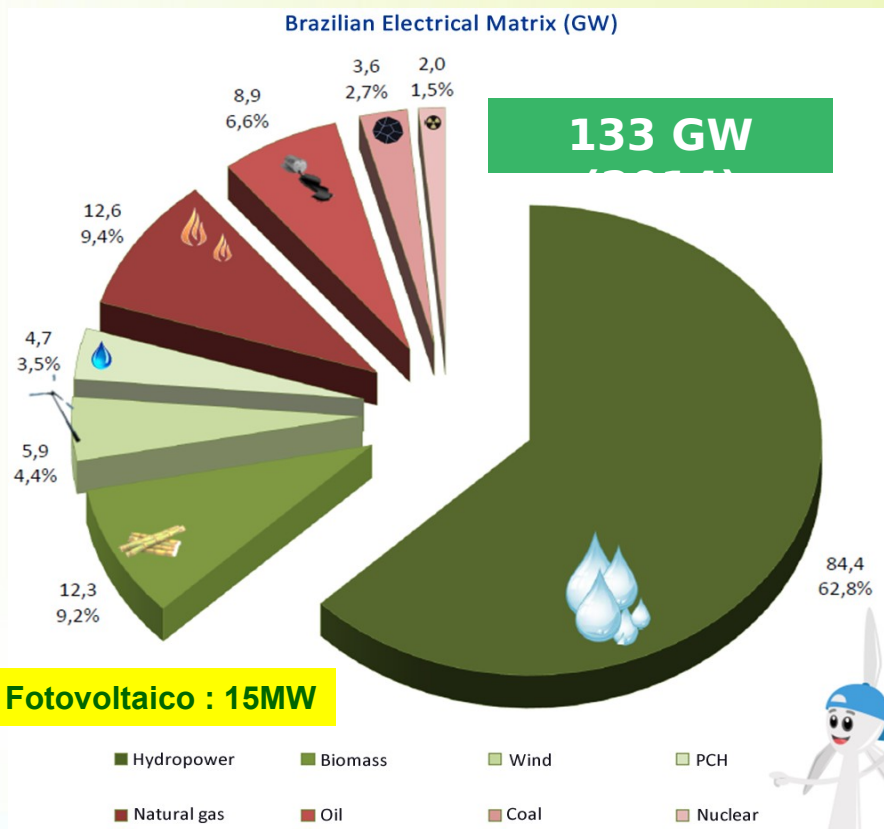
Matriz 2015 - CE - NE - BR e Alemanha

MATRIZ DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - DEZ 2015

2015	Ceará		Nordeste		Brasil		Alemanha	
	MW	%	MW	%	MW	%	MW	2015
EOLICA	1.254,2	39,0%	5.979,4	21,6%	7.793,5	5,5%	41.360,0	22,6%
BIOMASSA	0,0	0,0%	0,0	0,0%	13.267,3	9,4%	8.790,0	4,8%
SOLAR	0,0	0,0%	14,6	0,0%	21,3	0,0%	39.550,0	21,6%
RENOVÁVEIS (SEM HÍDRICA)	1.254,2	39,0%	6.123,8	21,6%	21.082,1	14,9%	89.700,0	49,1%
HÍDRICA	0,0	0,0%	12.104,2	43,6%	91.832,1	65,1%	5.590,0	3,1%
RENOVÁVEIS (COM HÍDRICA)	1.254,2	39,0%	18.098,2	65,2%	112.914,2	80,1%	95.290,0	52,1%
NUCLEAR	0,0	0,0%	0,0	0,0%	1.990,0	1,4%	10.790,0	5,9%
TERMELÉTRICA	1.964,1	61,0%	9.633,9	34,7%	26.144,7	18,5%	76.770,0	42,0%
TOTAL	3.218,3		27.732,1		141.048,9		182.850,0	

Fontes : Sites da ANEEL e Fraunhofer, em 16/01/16

Expansão de energia elétrica



Fonte : Abeeólica - Dec/2014

Fonte	GW		Acréscimo (%)
	2014	2024	
Hidrelétrica	90,0	117,0	30,0%
Biomassa	11,0	18,0	63,6%
Eólica	5,0	24,0	380,0%
Fotovoltaica	0,0	7,0	>>>>
PCH	5,0	8,0	60,0%
Outros	22,0	33,0	50,0%
Renováveis	111	174	56,7%
Total	133,0	207,0	55,6%

Fonte : PDE – Plano Decenal de Expansão

85% da expansão planejada (74GW) está baseada em fontes renováveis, sendo 49% de eólica, solar, biomassa e PCHs

Investimentos na Geração (R\$)

TIPO DE FONTES	Usinas contratadas e autorizadas		Usinas planejadas		TOTAL	
	R\$ bilhões	%	R\$ bilhões	%	R\$ bilhões	%
HIDRO	18,3	17,6	54,8	33,2	73,1	27,2
PCH + BIOMASSA + EÓLICA + SOLAR	59,3	57,3	96,5	58,5	155,8	58,1
TERMELÉTRICA	26,0	25,1	13,6	8,3	39,6	14,7
Nuclear	11,0	10,6	-	-	11,0	4,1
Gás natural	12,7	12,3	13,6	8,3	26,3	9,8
Carvão	2,3	2,2	-	-	2,3	0,8
Óleo combustível/diesel	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0
TOTAL	103,6		164,9		268,5	

Fonte: EPE / PLANO DECENAL DE ENERGIA – PDE 2024

**Oportunidades
Investimento em Renováveis
R\$ 15,6 bilhões/ano**

Novos Leilões Geração

Leilão A-5 /2016



Data: ~~29 de março de 2016~~ **29 de abril de 2016**

Fontes: Hidro, Carvão, Biomassa, Gás Natural e Eólica

Contratos: de 20 a 30 anos

Projetos Cadastrados: 1.055

Potência Cadastrada: 47.618 MW

MME remarca leilão para entrega de energia em 2021

02-03-2016

O Ministério de Minas e Energia - MME publicou no Diário Oficial da União, de 2 de março de 2016, a Portaria nº 42, que altera a data do Leilão A-5 2016 para o dia 29 de abril. Anteriormente, o leilão com entrega de energia elétrica prevista para 2021 estava programado para 31 de março.

Fonte : MME – Ministério das Minas e Energia

Fonte : EPE – Empresa de Pesquisa Energética

Energia Elétrica x Meio Ambiente

21ª Conferência das Nações Unidas sobre o Clima (COP21) – 195 países planetários

- **META BÁSICA:** Limitar o aumento de temperatura a 1,5°C.
 - A produção de energia é responsável por 2/3 da emissão de gases de efeito estufa;
- **PRINCIPAL MEDIDA:** transformação dos sistemas energéticos em processos de energia de baixo carbono.
 - Maior participação das energias renováveis;
 - Eficiência energética;
 - Geração distribuída.

Fonte: IEA

Compromissos do Brasil na COP21

- **COMPROMISSOS DO BRASIL EM ENERGIA PARA 2030**
 - Expansão do uso de outras fontes renováveis de energia que não hidroelétrica entre 28% e 33%;
 - Aumento da cota das energias renováveis (além da hidrelétrica) no fornecimento de energia elétrica para, pelo menos, 23%

Fonte: WWF

Termelétricas no Brasil

- Até o ano 2000, o **sistema interligado nacional** dependia pouco de termelétricas – quase 100% hídrico;
- O apagão de 2001 direcionou para um modelo hidrotérmico -> térmica contribuindo para a segurança do sistema;
- Hoje a matriz contempla: hidro, térmico (carvão, gás natural, óleo combustível e óleo diesel), eólico, biomassa, PCH solar e nuclear.

PONTO DE VISTA:

Desde que a energia eólica tornou-se competitiva, com potencial quase inesgotável, estudos deveriam ter sido direcionados para um modelo TOTAL RENOVÁVEL

Termelétricas x Meio Ambiente

- **Restrições Globais:** há um movimento mundial direcionado a substituir gradativamente a geração termelétrica por fontes renováveis em decorrência da **emissão de gases de efeito estufa**.
- **Restrições regionais e locais:** os processos e tecnologias atuais permitem empreendimentos termelétricos com **baixíssimo impacto ambiental**.

PONTO DE VISTA PRAGMÁTICO:

Esforços devem ser empreendidos para eliminar as termoelétricas fósseis e nucleares da expansão da geração elétrica no Brasil.

Havendo leilão de termelétricas, não há razão para que se restrinja sua localização no Ceará.



OBRIGADO !

Jurandir Picanço

jurandirpicanco@uol.com.br

Joaquim Rolim

jcrolim@sfiec.org.br