



# Energias Alternativas, Mudanças Climáticas e Gestão Empresarial

Oswaldo Soliano Pereira, Ph.D.  
IHAC/UFBA  
Novembro 2018

# Conteúdo

- Mudança do Clima
  - Status
  - Negociações
  - Ações no Brasil
- Energias Renováveis
  - Status no Mundo e no Brasil
  - Energia Solar
  - Energia Eólica
  - Geração Distribuída (GD)
- Gestão Empresarial
  - Grande escala: leilões
  - Micro e mini-gerador

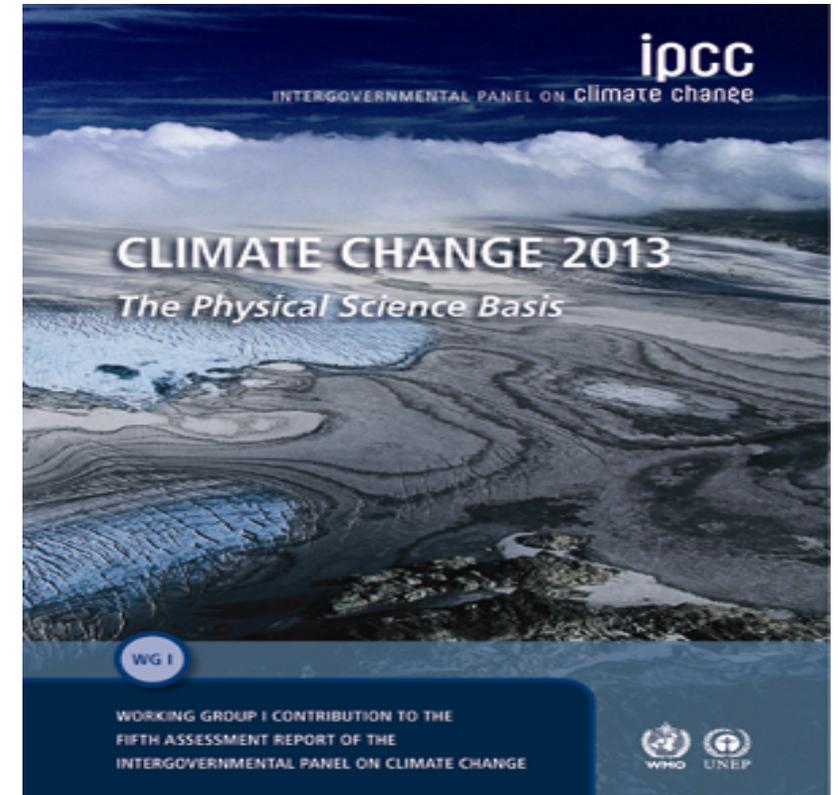
# Mudança do Clima

# Marcos da Questão da Mudança Climática

- IPCC (pesquisa e monitoramento)
- UNFCCC (negociação)
- IPCC AR5
- Protocolo de Kyoto
- COP 15: Copenhagen => 2° C (450 ppm)
- Intended Nationally Determined Contributions (INDCs)
- COP 21: Paris
- COP 24: Próxima semana em Katowice, Polônia

# Painel Intergovernamental da Mudança do Clima - IPCC

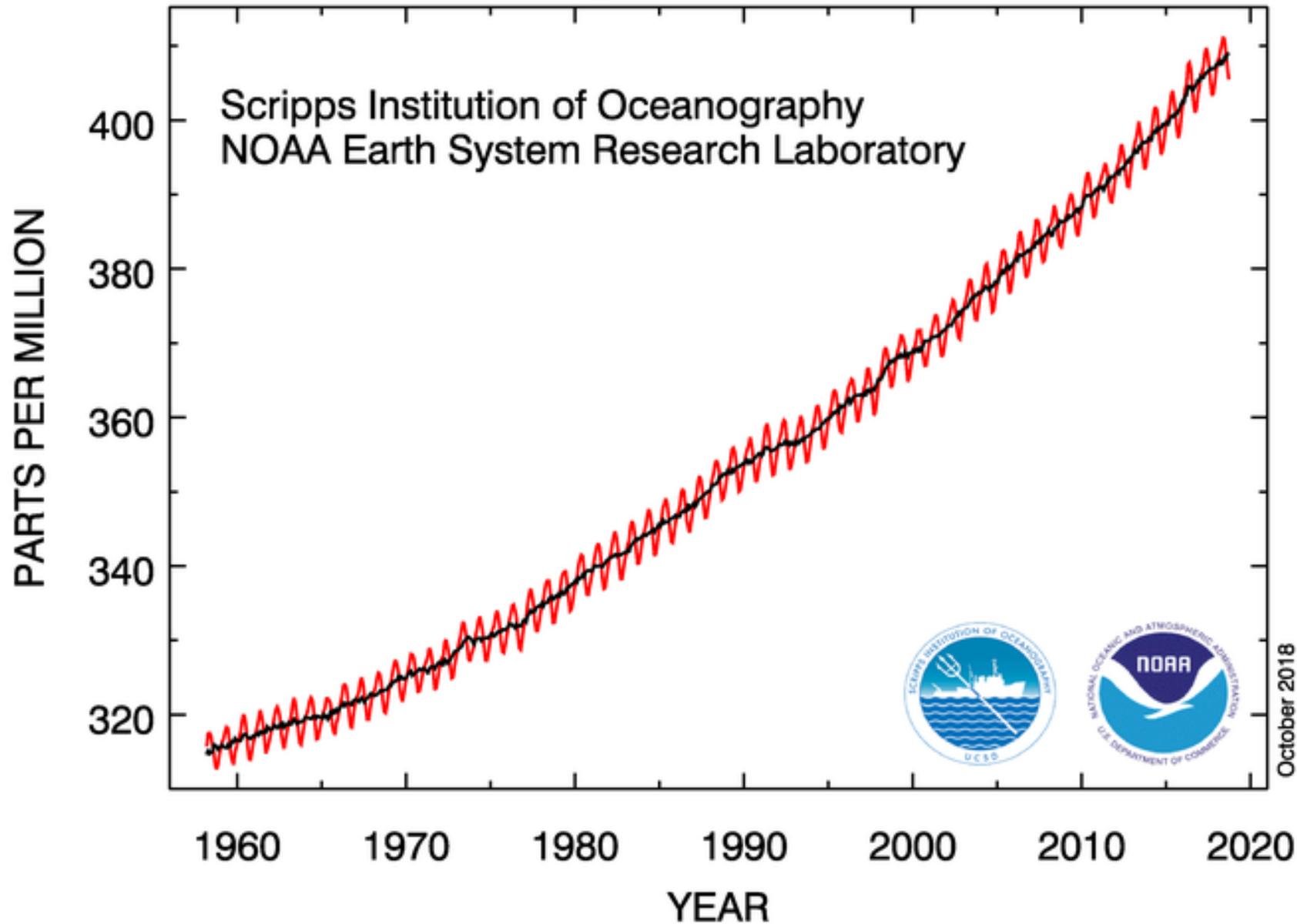
<b>Grupo de Trabalho I</b> (Base científica física)	23-26 Setembro /13
<b>Grupo de Trabalho II</b> (Adaptação e Vulnerabilidade)	25-29 Março/14
<b>Grupo de Trabalho III</b> (Mitigação)	7-12 Abril/14
<b>Relatório Síntese</b>	27-31 Outubro/14



# IPCC AR5 – GT I

- **As mudanças climáticas são reais e nós somos os principais responsáveis**
  - Aquecimento global sem precedentes é um **fato inequívoco**
  - As emissões de gases de efeito estufa (GEE) são a principal causa, com as concentrações atmosféricas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) , metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) aumentaram para níveis sem precedentes, pelo menos nos últimos **800 mil anos**
  - Impactos no nível do mar, temperatura e acidez dos oceanos, extensão e espessura do gelo nos polos e disponibilidade de água no planeta
  - Cada uma das três últimas décadas tem sido sucessivamente mais quente na superfície da Terra do que qualquer década anterior desde 1850
  - O **aquecimento dos oceanos** domina o aumento da energia armazenada no sistema climático.
  - A taxa de **aumento do nível do mar** desde meados do século 19 tem sido maior do que a taxa média durante os dois milênios anteriores

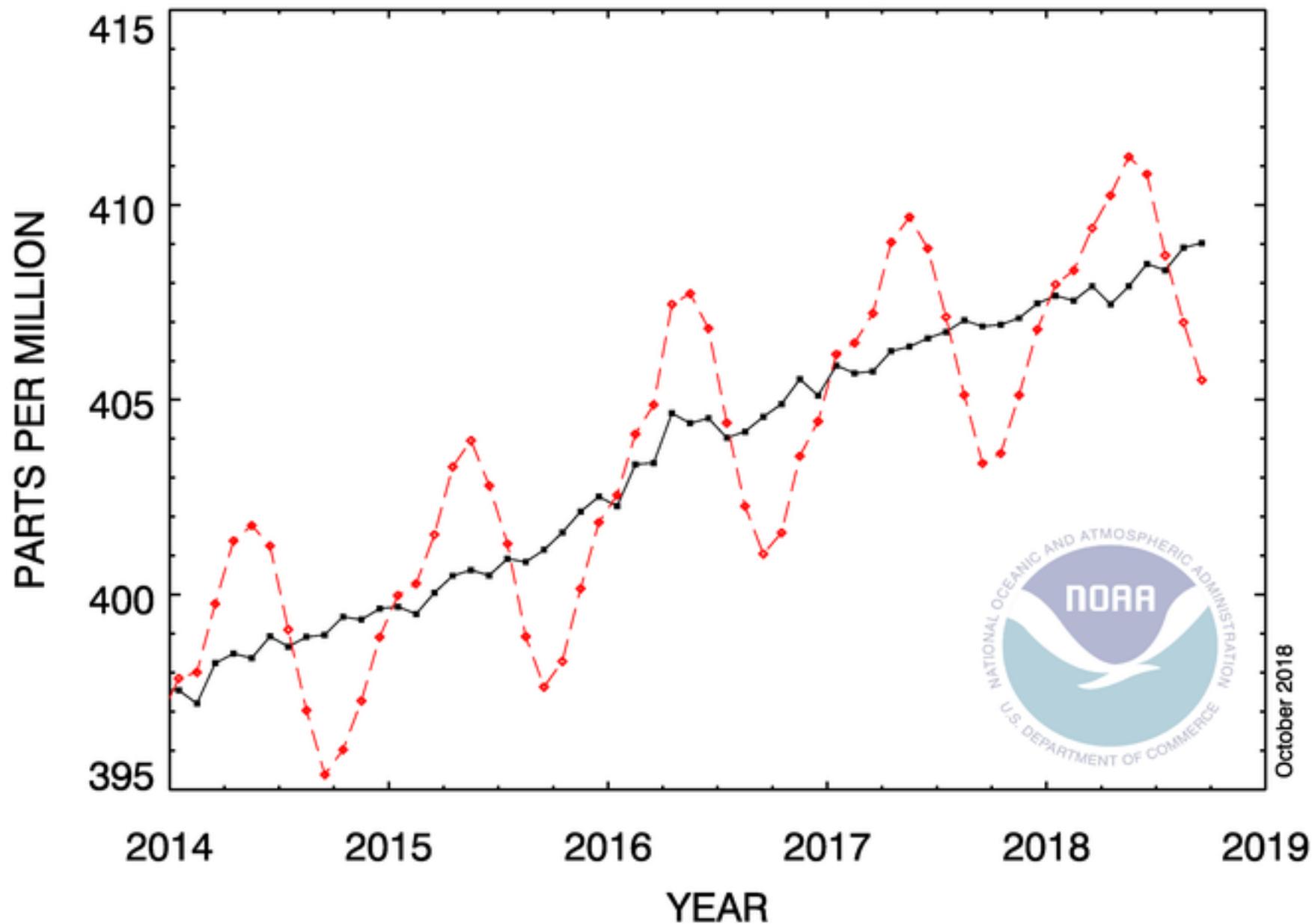
# Atmospheric CO<sub>2</sub> at Mauna Loa Observatory



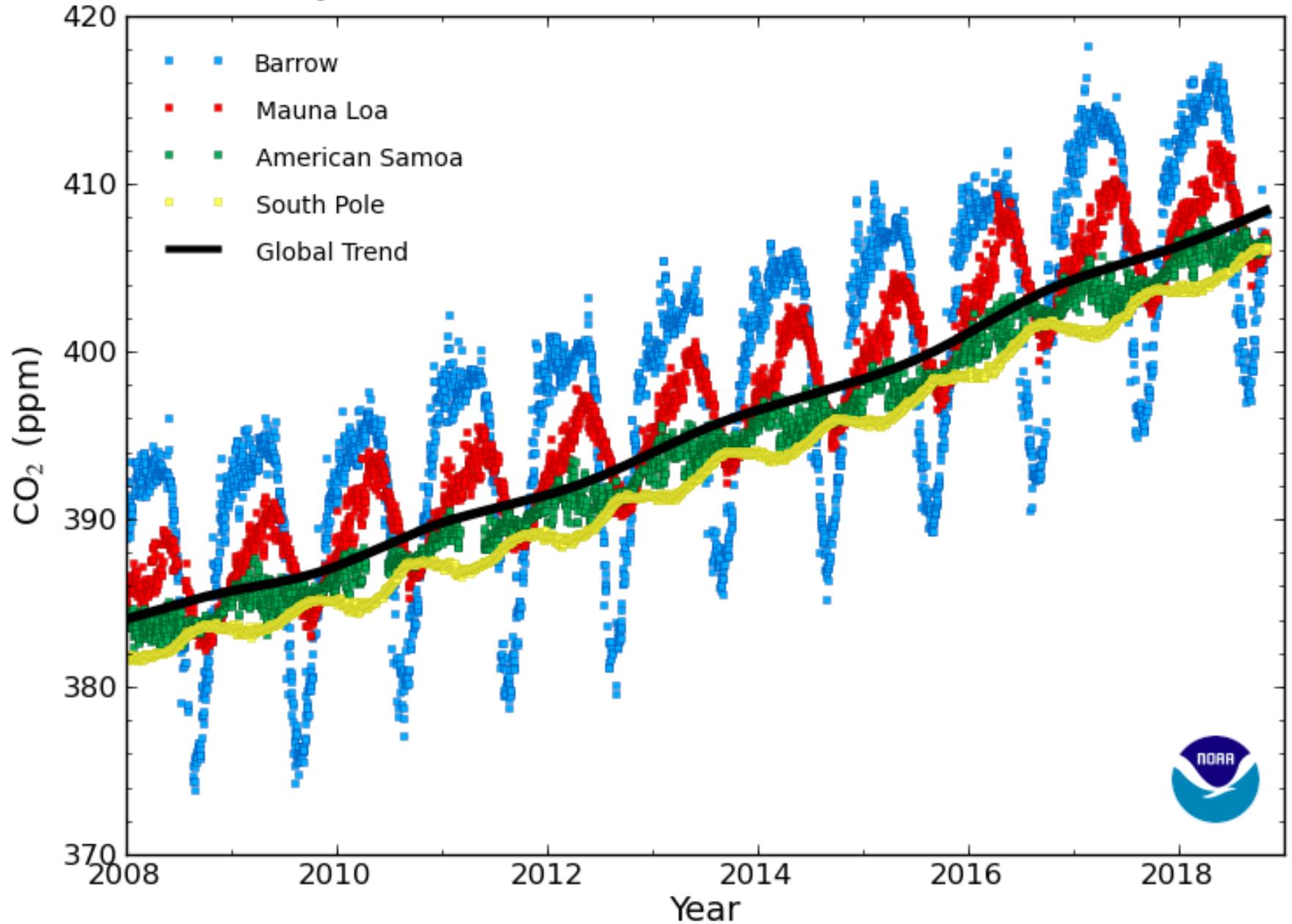
**405,51 (09/18)**

**A maior contribuição para a forçante radiativa total é o aumento da concentração atmosférica de CO<sub>2</sub> desde 1750.**

# RECENT MONTHLY MEAN CO<sub>2</sub> AT MAUNA LOA



Daily CO<sub>2</sub> at Barrow, Mauna Loa, Samoa, South Pole



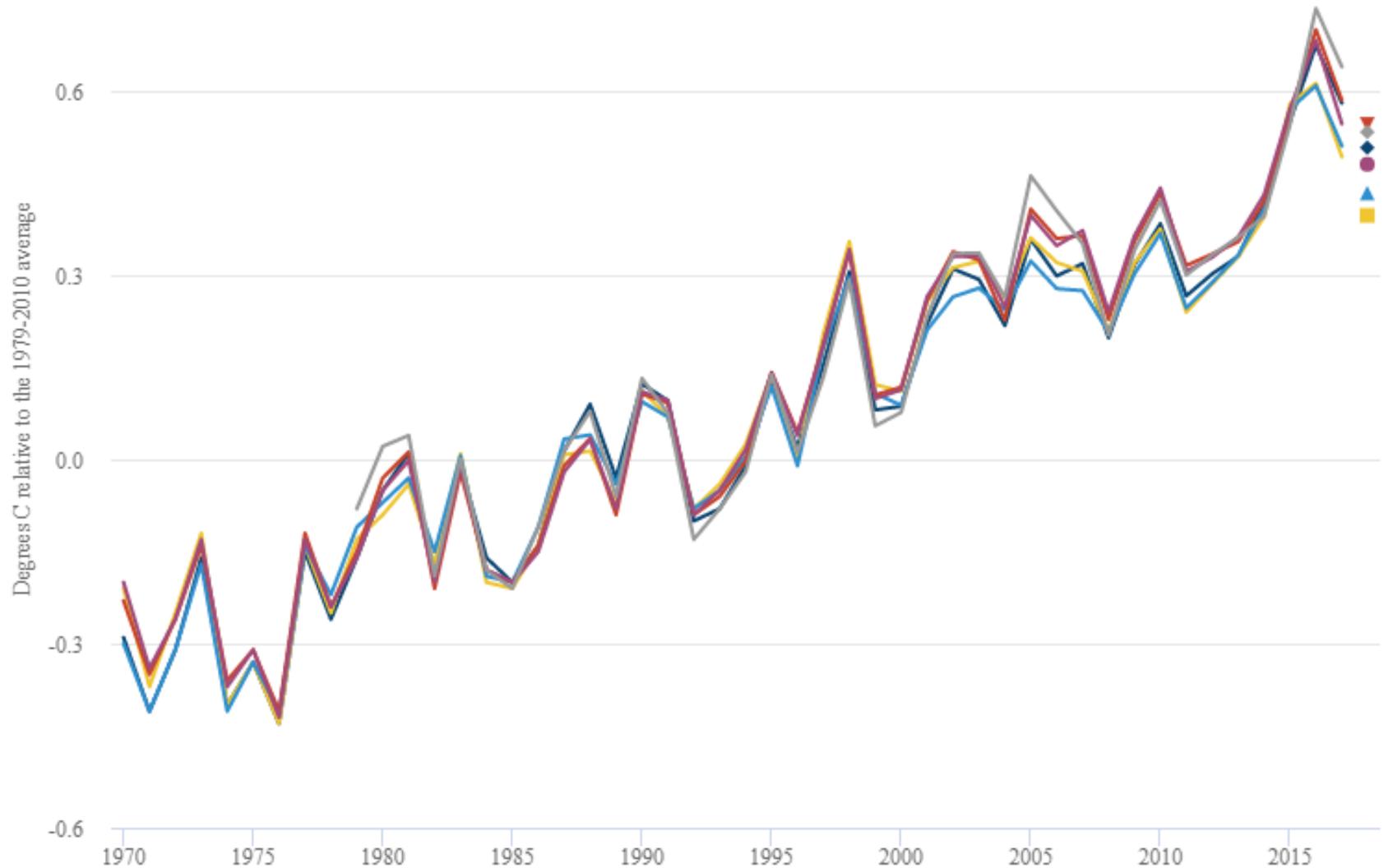
2018-October-31

Global surface temperature records, 1970-2017, and 2018 to-date

— NASA GISTemp    — Hadley/UEA HadCRUT4    — NOAA GlobeTemp    — Berkeley Earth  
— Cowtan and Way    — Copernicus/ECMWF

- 1°: 2016
- 2°: 2015
- 3°: 2017
- 4°: 2014
- 5°: 2010
- 6°: 2005
- 7°: 1998
- 8°: 2013
- 9°: 2003
- 10°: 2002

2018: 4° ????



# IPCC AR5 – GT I

- **Sobre os cenários futuros das mudanças climáticas:**
  - Mudança de temperatura da superfície global para o final do século 21 é provavelmente superior a 1,5°C em relação a 1850-1900 para todos os cenários, com risco de aumento médio de temperatura do planeta em até 5,8°C .
  - Aquecimento com variabilidade interanual ou interdecadas e não uniforme regionalmente.
  - Contraste da precipitação entre as regiões úmidas e secas e entre as estações chuvosa e seca vai aumentar.
  - O oceano global vai continuar a aquecer durante o século 21, o nível médio do mesmo continuará a subir.
  - A maioria dos aspectos das alterações climáticas vai persistir por muitos séculos, mesmo se as emissões de CO<sub>2</sub> cessem completamente.
- **Necessidade de redução drástica das emissões de GEE**

# Aquecimento global de 1.5 °C

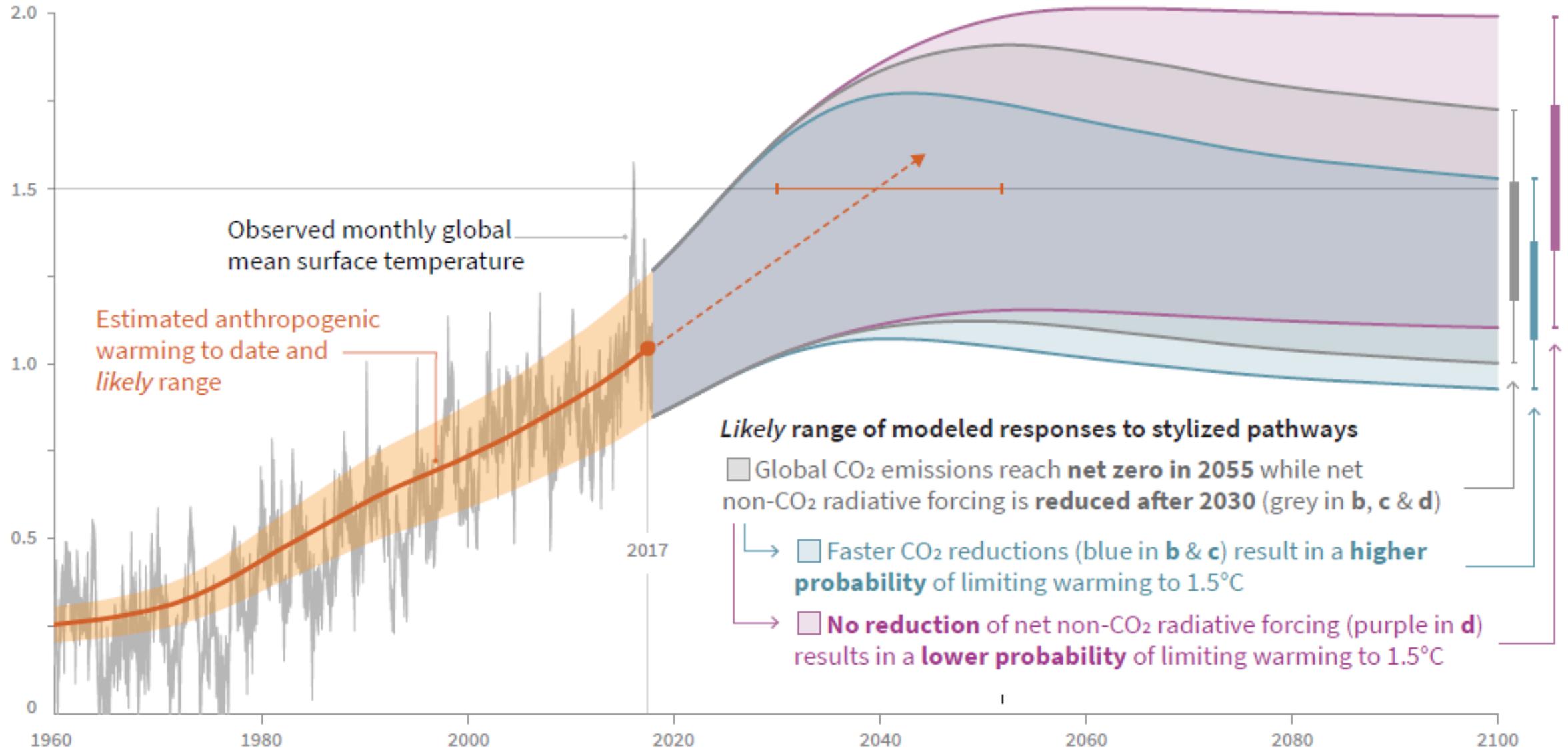
Relatório especial do IPCC sobre os impactos do aquecimento global de 1,5 ° C acima dos níveis pré-industriais e dos caminhos relacionados à emissões globais de gases estufa, no contexto do fortalecimento da resposta global à ameaça da mudança climática, desenvolvimento sustentável e esforços para erradicar a pobreza

## *Summary for Policymakers*

This Summary for Policymakers was formally approved at the First Joint Session of Working Groups I, II and III of the IPCC and accepted by the 48th Session of the IPCC, Incheon, Republic of Korea, **6 October 2018**.

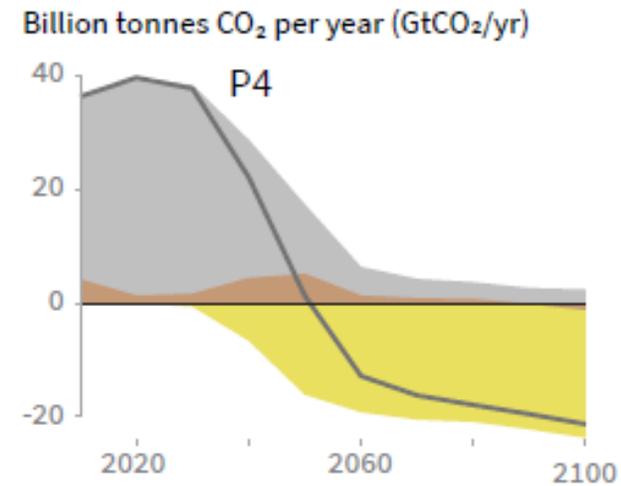
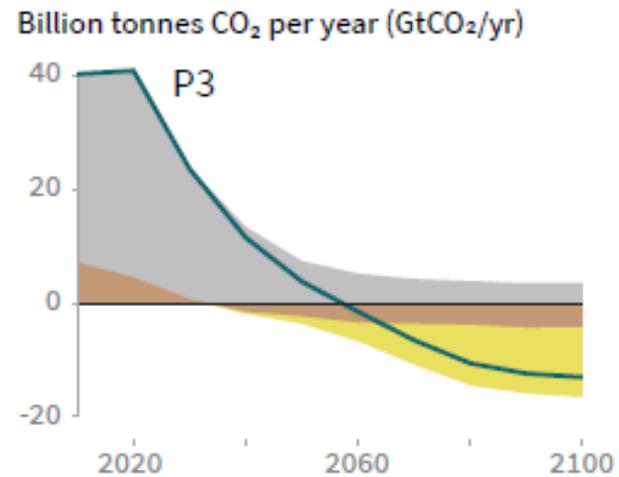
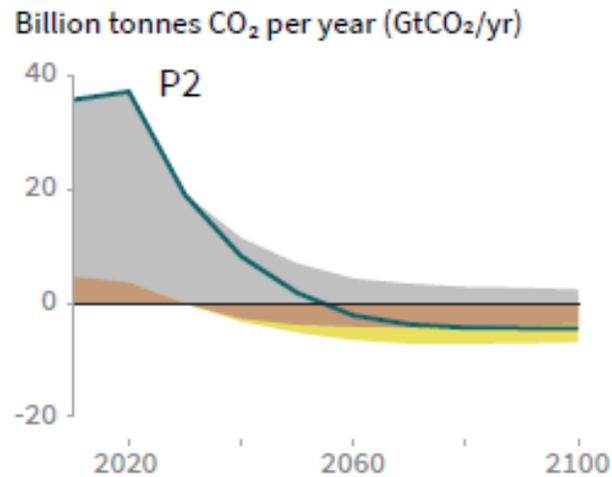
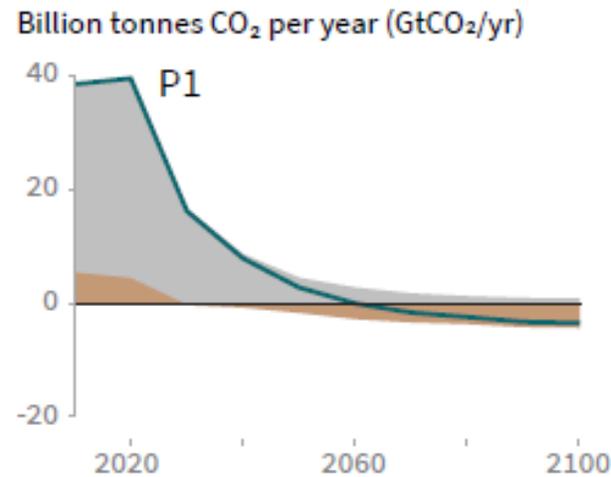
# Mudanças de temperatura global observadas e respostas modeladas para caminhos modelados de emissão antropogênica e forçante radiativa

Global warming relative to 1850-1900 (°C)



# Repartição das contribuições para as emissões líquidas globais de CO<sub>2</sub> em quatro trajetórias modelo ilustrativas

● Fossil fuel and industry ● AFOLU ● BECCS



**P1:** A scenario in which social, business, and technological innovations result in lower energy demand up to 2050 while living standards rise, especially in the global South. A down-sized energy system enables rapid decarbonisation of energy supply. Afforestation is the only CDR option considered; neither fossil fuels with CCS nor BECCS are used.

**P2:** A scenario with a broad focus on sustainability including energy intensity, human development, economic convergence and international cooperation, as well as shifts towards sustainable and healthy consumption patterns, low-carbon technology innovation, and well-managed land systems with limited societal acceptability for BECCS.

**P3:** A middle-of-the-road scenario in which societal as well as technological development follows historical patterns. Emissions reductions are mainly achieved by changing the way in which energy and products are produced, and to a lesser degree by reductions in demand.

**P4:** A resource and energy-intensive scenario in which economic growth and globalization lead to widespread adoption of greenhouse-gas intensive lifestyles, including high demand for transportation fuels and livestock products. Emissions reductions are mainly achieved through technological means, making strong use of CDR through the deployment of BECCS.

# Mitigação

- Emissões antropogênicas líquidas globais de CO<sub>2</sub> para trajetórias modelo para até 1,5°C
  - 45%, em relação aos níveis de 2010, até 2030
  - Valor líquido zero em torno de 2050
- Transições rápidas e de longo alcance em energia, uso da terra, infraestrutura urbana (incluindo transporte e edifícios) e sistemas industriais.
- Transições inéditas em termos de escala, mas não necessariamente em termos de velocidade => reduções profundas de emissões em todos os setores

# Mitigação: Geração de eletricidade

- Energias renováveis: 70-85% da eletricidade em 2050.
- Proporções de combustíveis nucleares e fósseis com captura e armazenamento de dióxido de carbono (CCS): aumento na maioria das rotas.
- Uso do gás natural: aproximadamente 8% da eletricidade global em 2050
- Uso de carvão: redução acentuada em todas as vias, perto de 0% (0-2%) da eletricidade.

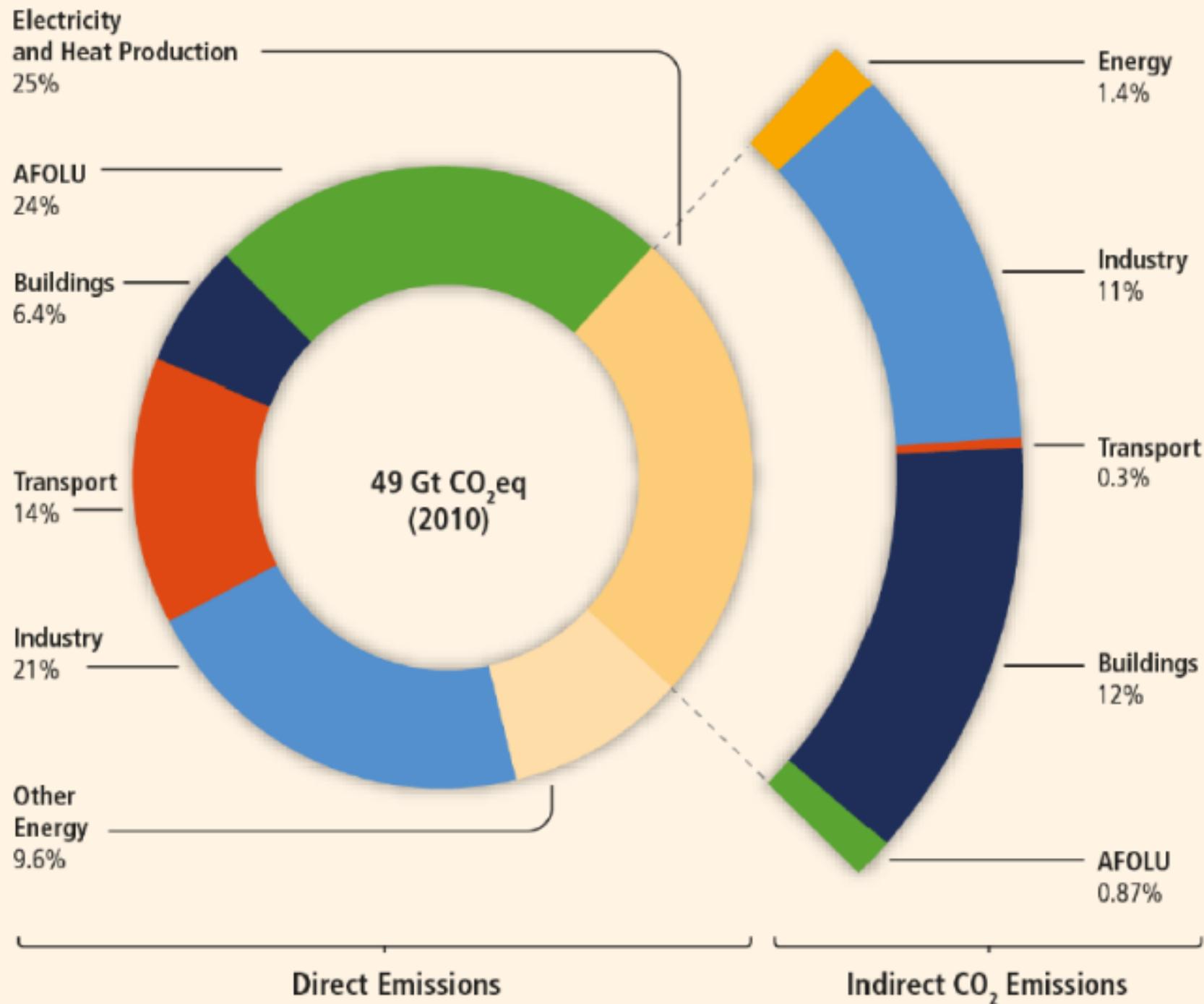
# AR6

- IPCC: 6º Ciclo
- Synthesis Report: 2022
  - A tempo para o 1º UNFCCC Global Stocktake => revisão do Acordo de Paris
- Contribuições dos 3 “Working Group” finalizados em 2021.

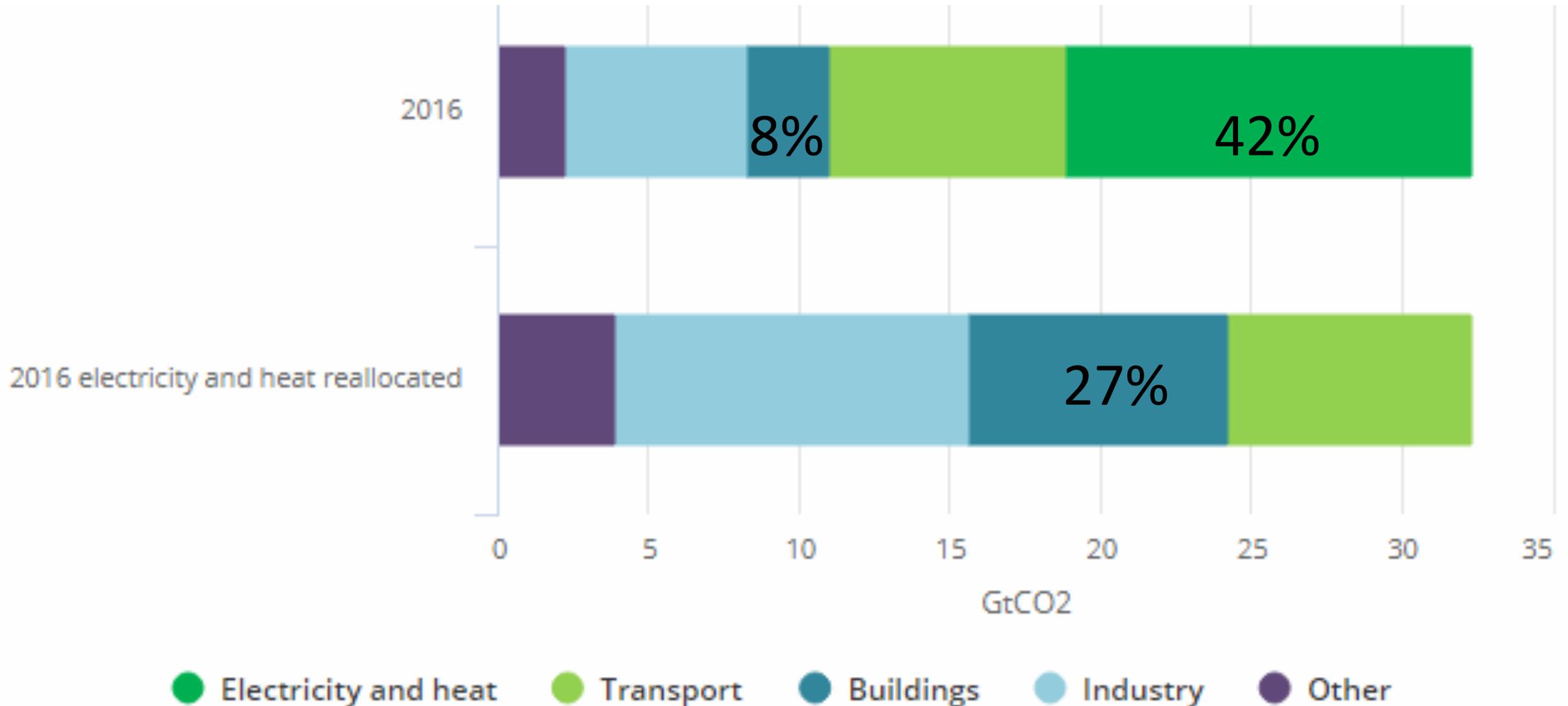
# UNFCCC (A Convenção)

- Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima
- Rio 92
- Vigência em 1994
- 196 países + Comunidade Europeia (Partes)
- Conferências das Partes (COP) anuais
- Protocolo de Kyoto: expirou-se em 2012
- COP 15 (2009) – Copenhagen
  - National Appropriate Mitigation Actions: NAMA's
- COP 21 (2015) – Acordo de Paris
  - NDC's
- COP 24: 2 a 14 de dezembro de 2018 (Katowice)

GEE  
Antropogênico  
2010  
(Gt CO<sub>2</sub>eq/ano)  
(IPCC, 2014)

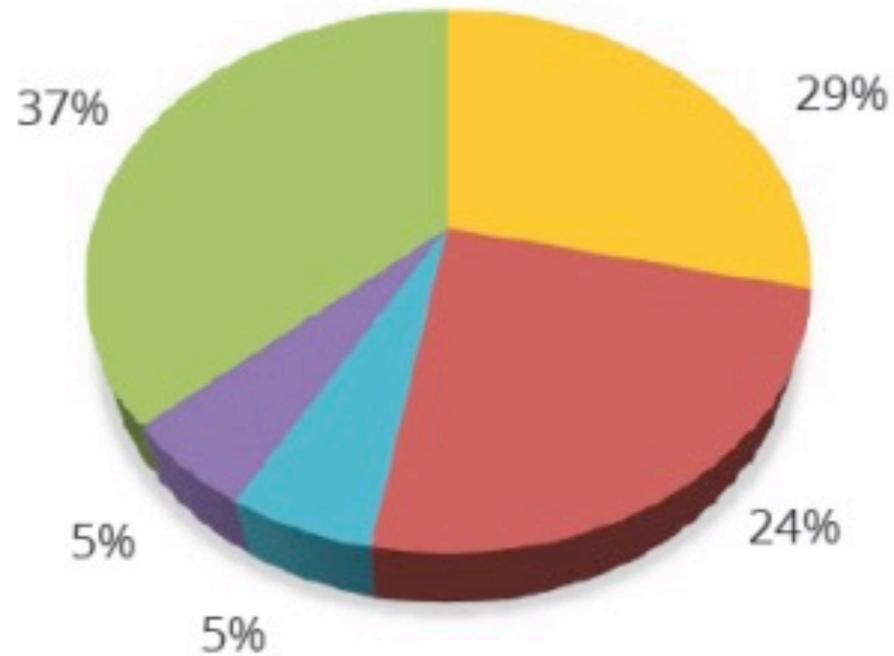


# Emissões globais de CO2 por setor (2016) (IEA)

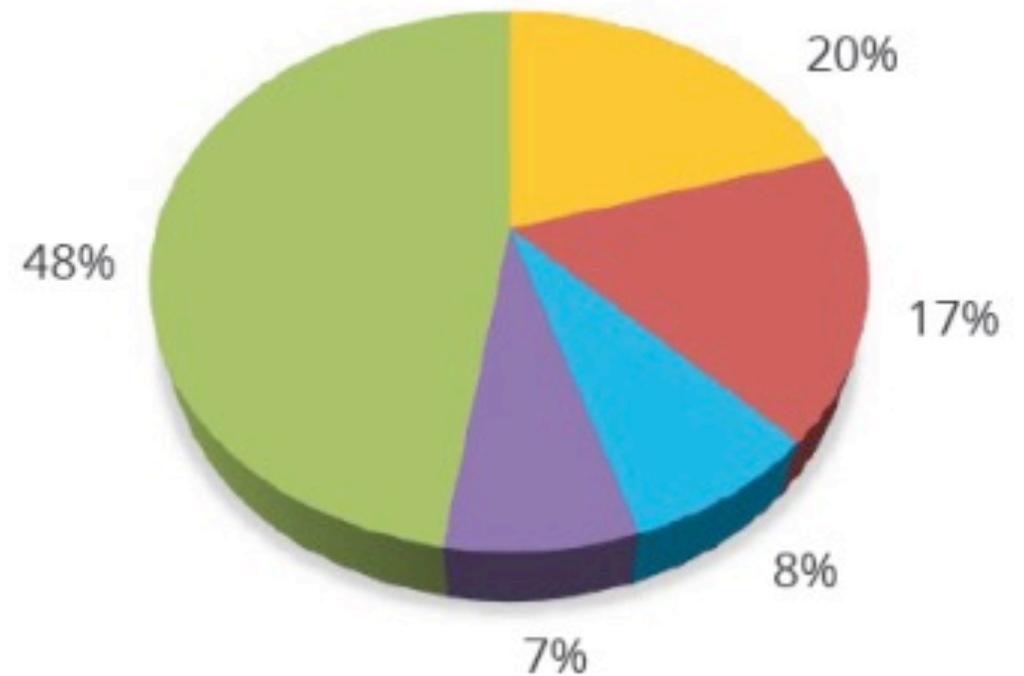


# Emissões de GEE no Brasil em 2016 (Mt CO2e)

## Emissões Líquidas

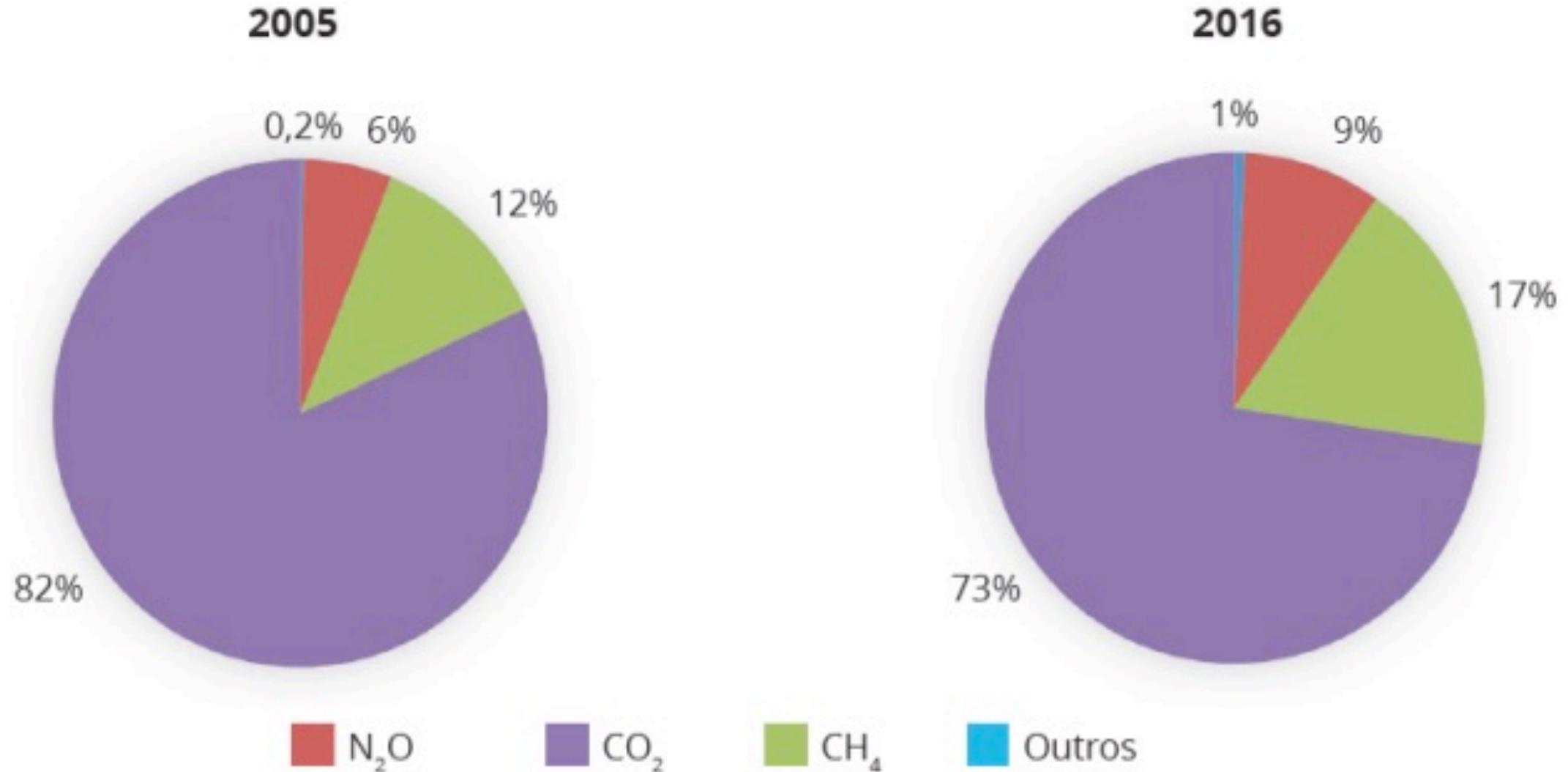


## Emissões Brutas



■ Agropecuária ■ Energia ■ Processos Industriais ■ Resíduos ■ Mudanças de Uso da Terra

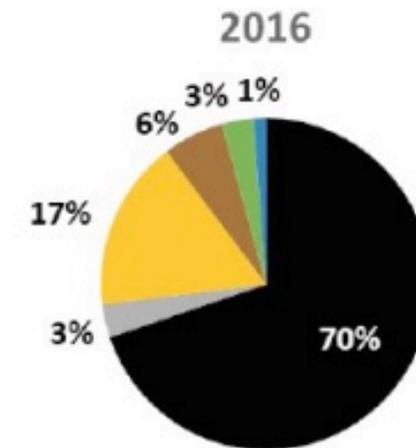
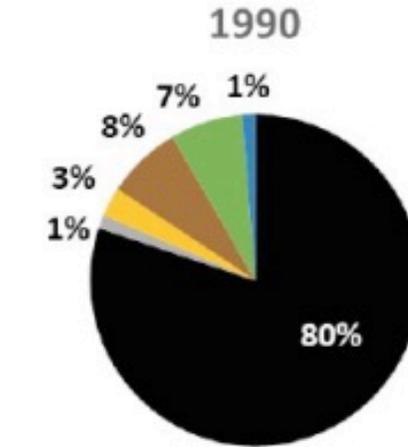
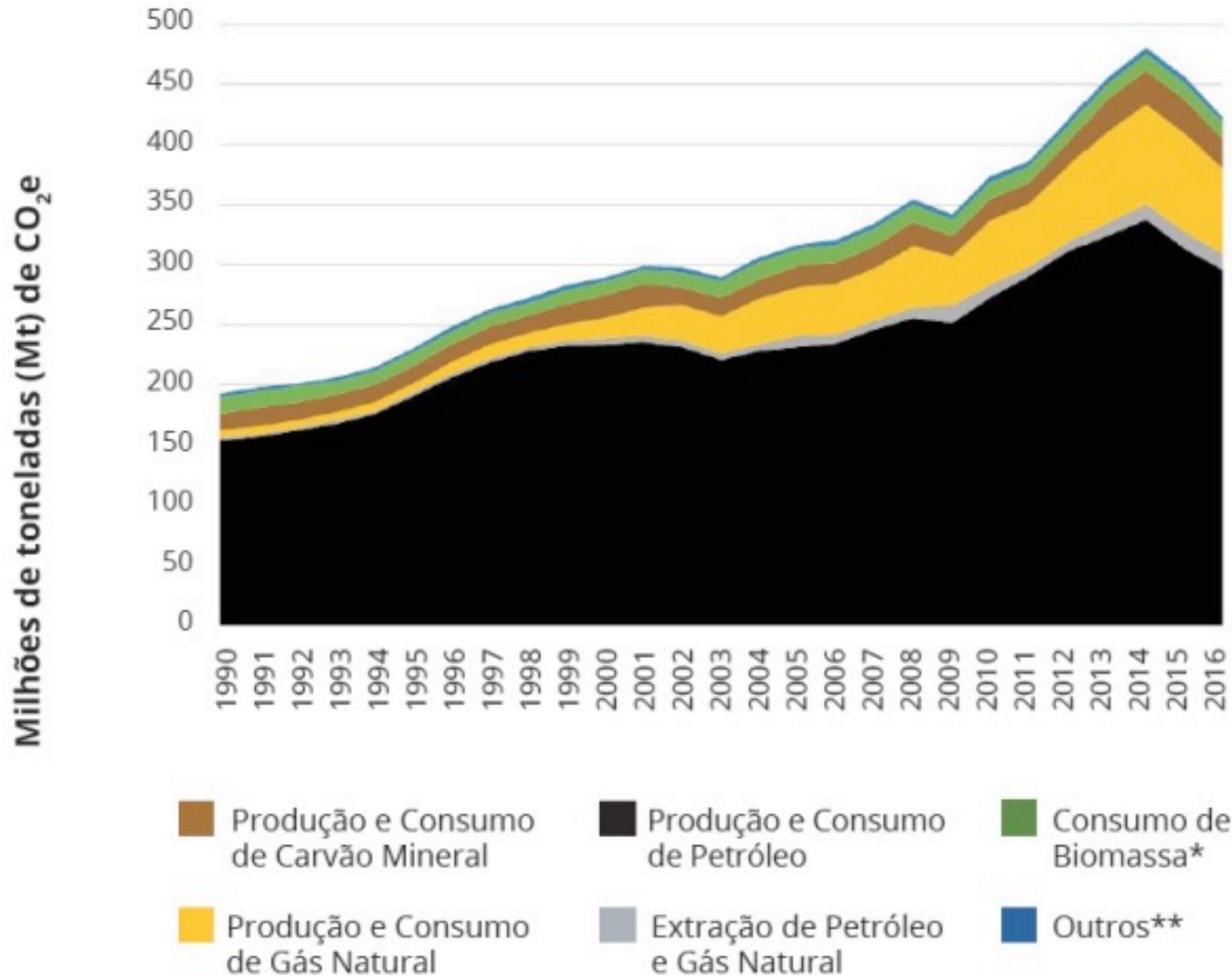
# Participação dos diferentes GEE nas emissões brasileiras em 2005 e 2016 (% total em CO2e)



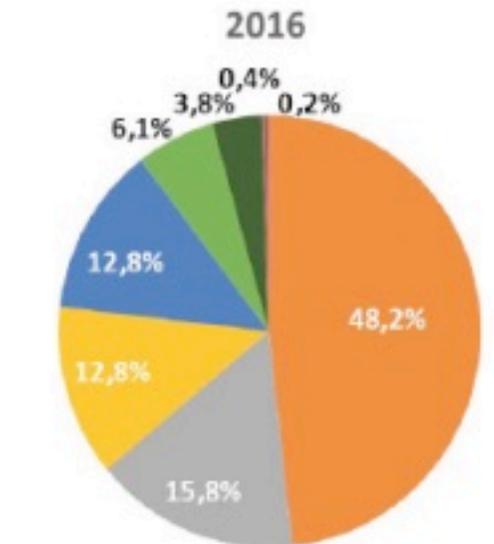
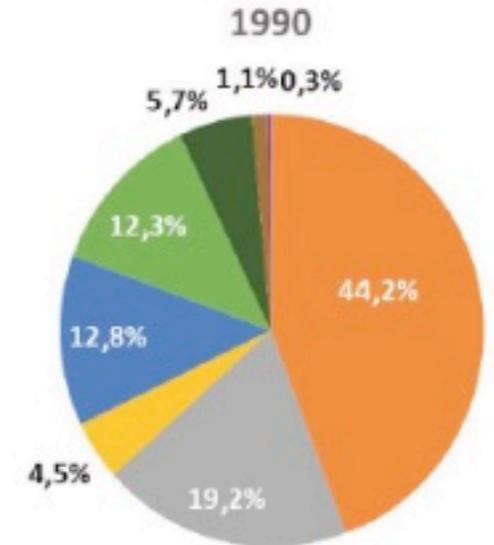
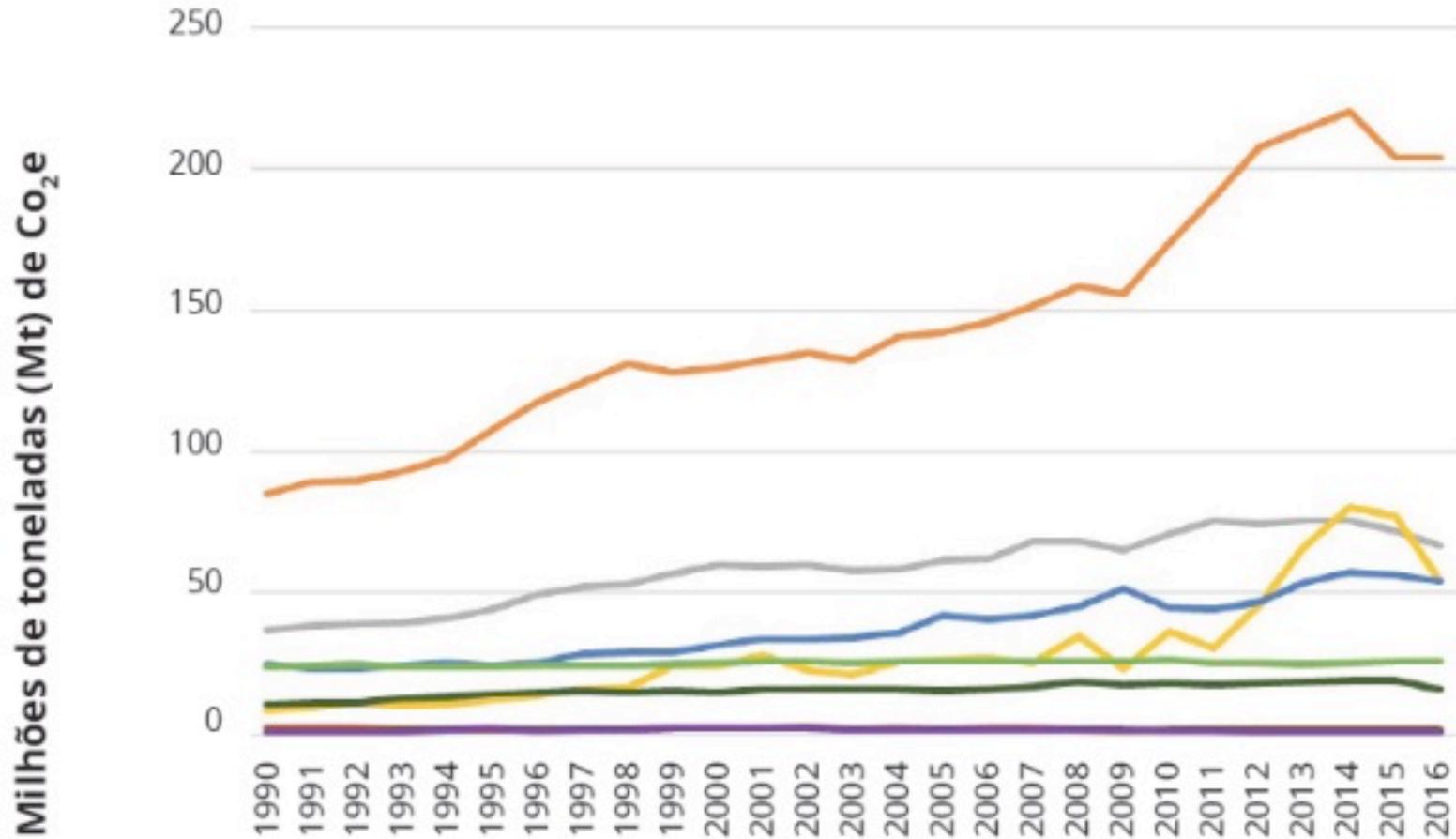
# Taxa de crescimento das emissões

Setores	2005-2010	2010-2015	2005-2015
Agropecuária	5,4%	3,3%	8,7%
<b>Energia</b>	<b>21,8%</b>	<b>28,8%</b>	<b>33,4%</b>
Mudança de Uso da Terra e Floresta	-63%	-5%	-50%
Processo Industriais	24%	7%	19%
<b>Resíduos</b>	<b>24%</b>	<b>10%</b>	<b>32%</b>
TOTAL	-40,9%	5,1%	-30,2%

# Emissões de CO<sub>2</sub>e do Setor de Energia por fonte primária (1990-2016)



# Emissões de CO<sub>2</sub>e do Setor de Energia por segmento de atividade (1990-2016)



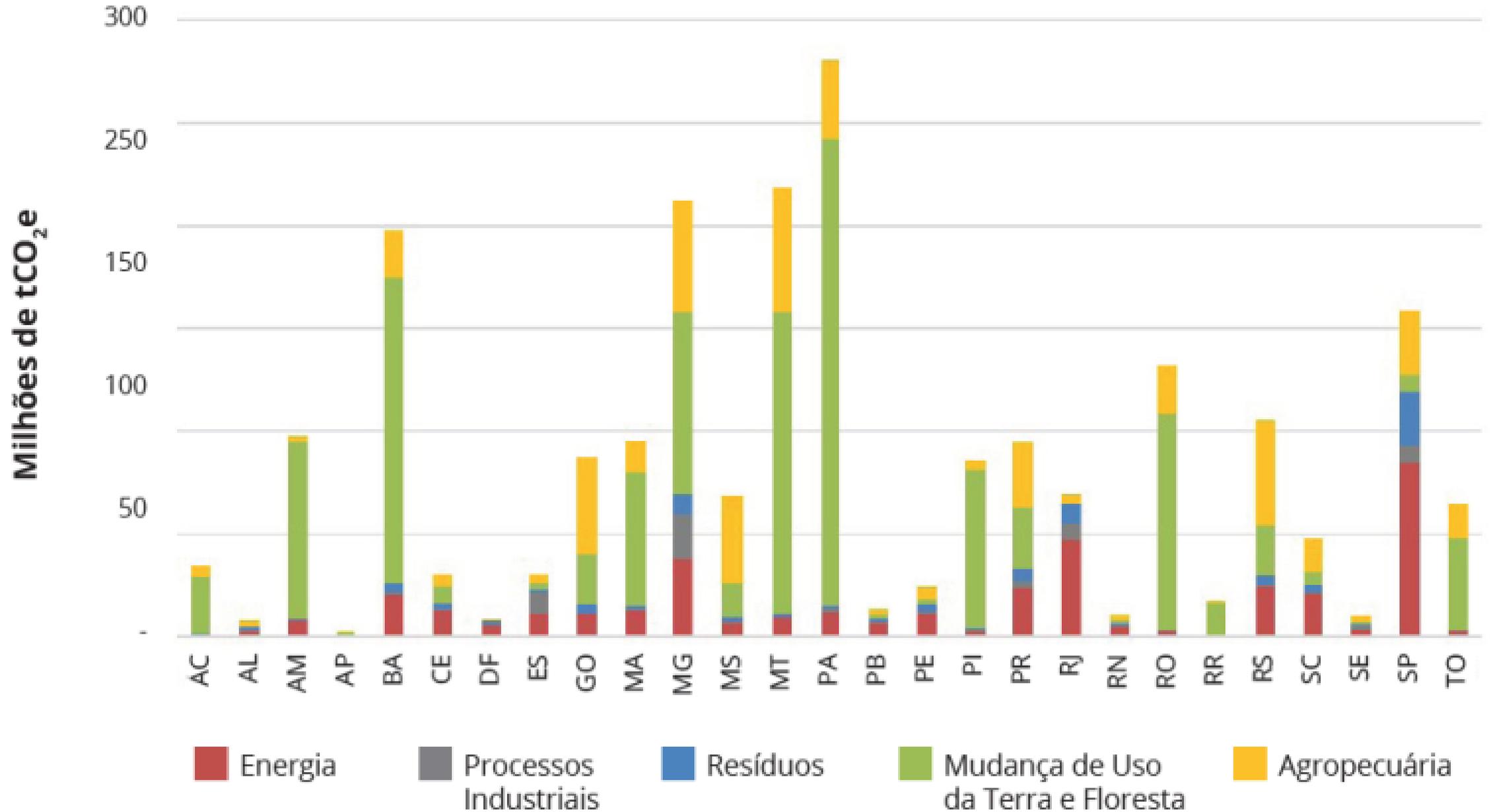
## Estimativa de Emissões de GEE no Brasil por Setor e Sub Setor 2016 (tCO2e)

<b>Agropecuária</b>	499.347.572	21,9
Fermentação Entérica	323.668.638	14,2
Solos Agrícolas	134.865.225	5,9
<b>Energia</b>	<b>423.477.076</b>	<b>18,6</b>
Emissões Fugitivas	24.503.118	1,1
<b>Emissões pela Queima de Combustíveis</b>	<b>398.973.958</b>	<b>17,5</b>
<b>Mudança de Uso da Terra</b>	1.167.484.337	51,3
Alterações de Uso do Solo	1.094.881.552	48,1
<b>Processos Industriais</b>	95.574.732	4,2
Produção de Metais	46.966.822	2,1
Produtos Minerais	27.732.121	1,2
<b>Resíduos</b>	91.971.999	4,0
Tratamento e Afastamento de Efluentes Líquidos	38.765.486	1,7
Tratamento de Resíduos Sólidos	53.206.513	2,3
<b>Grand Total</b>	<b>2.277.855.716</b>	<b>100,0</b>

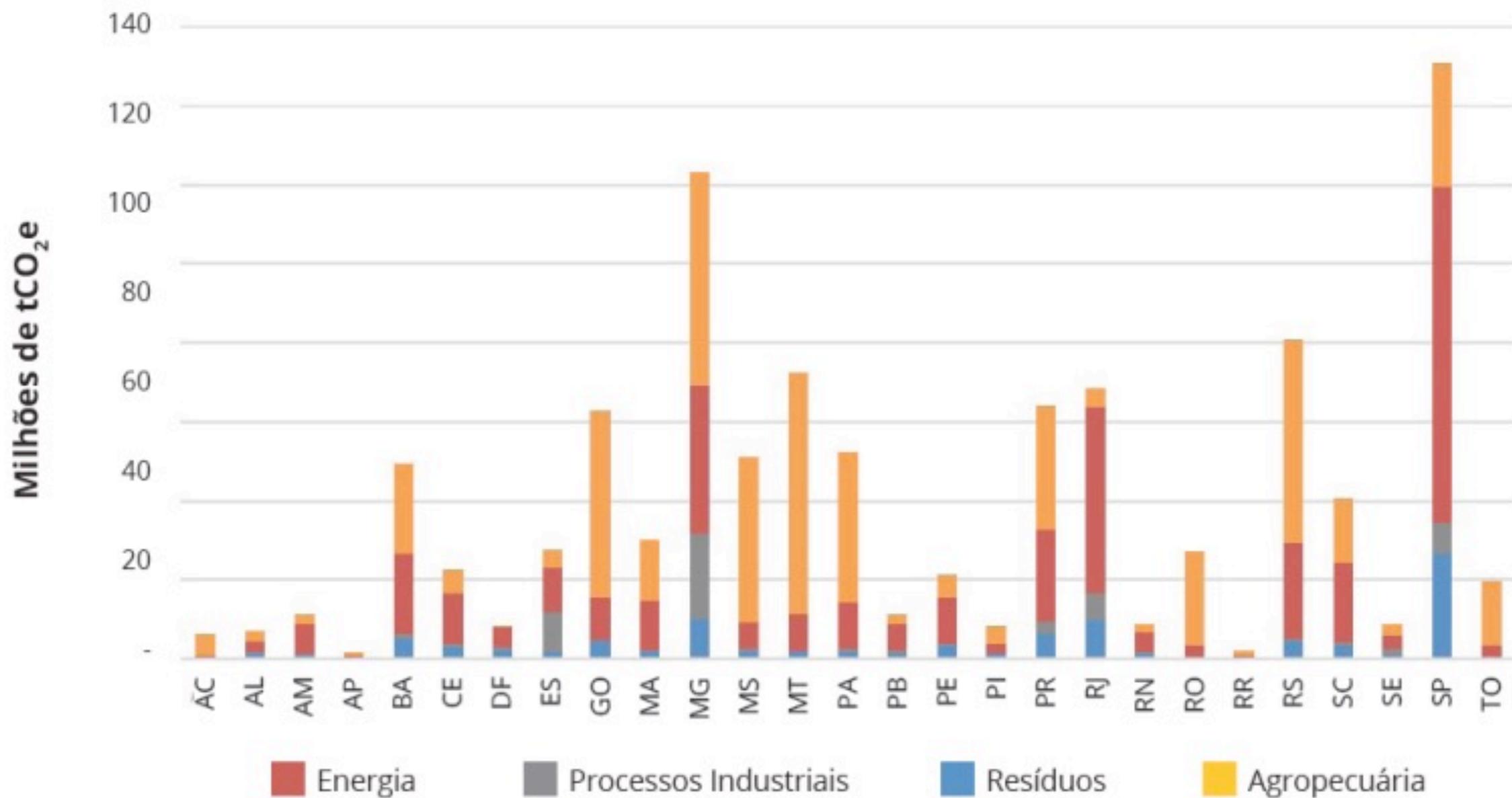
## Ranking Global do Brasil nas emissões (7o)

1	China	23,7%
2	United States	12,9%
3	European Union (28)	7,4%
4	India	6,5%
5	Indonesia	5,1%
6	Russian Federation	4,2%
7	Brazil	3,4%
8	Japan	2,7%
9	Canada	1,8%
10	Germany	1,7%
	Fonte CAIT 2.0 - WRI; SEEG 5	

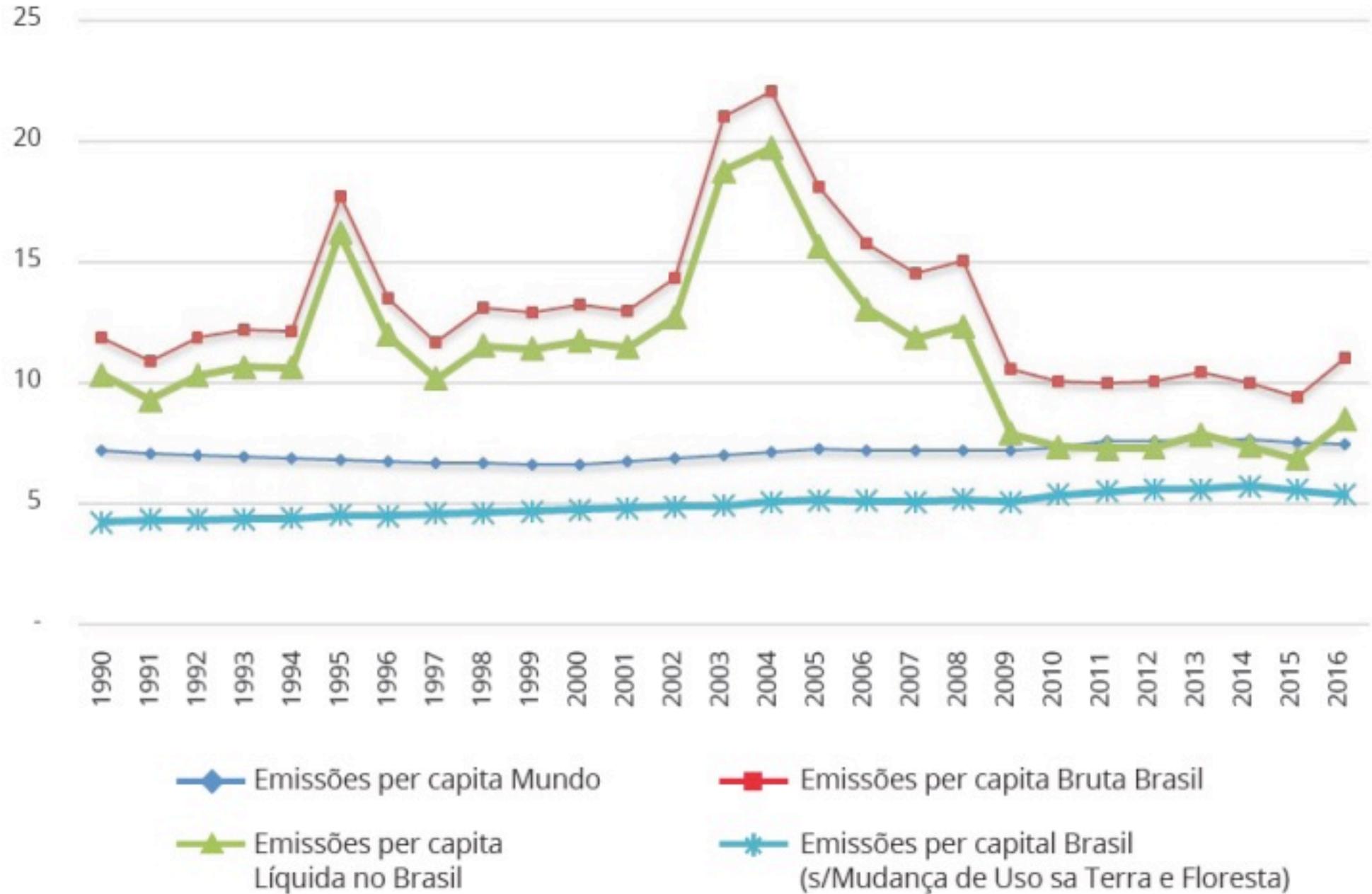
# Estimativa de Emissões de GEE por Estado em 2016 (CO<sub>2</sub>e)



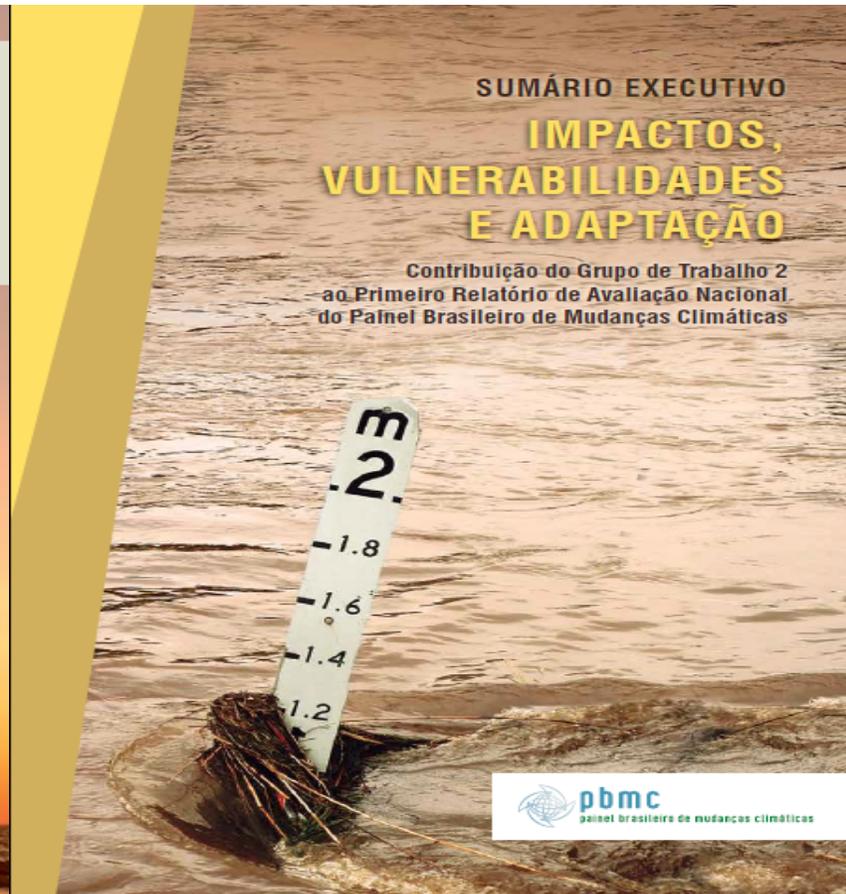
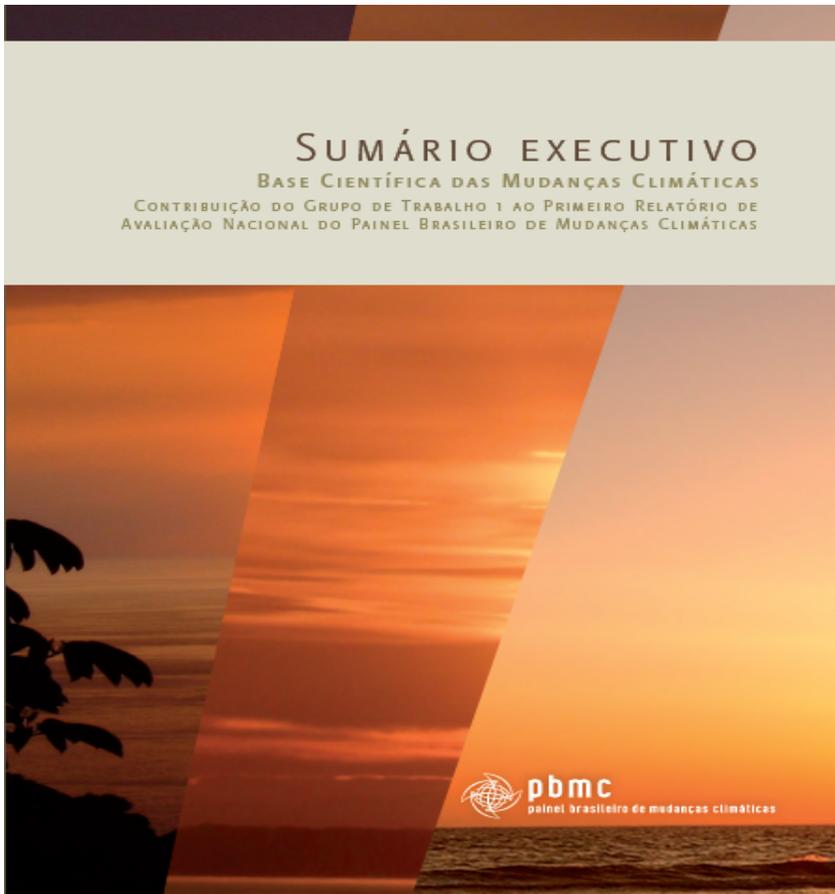
# Estimativa das emissões de GEE (CO<sub>2</sub>e) em 2016 alocadas nos Estados brasileiros excluindo as emissões por mudança de uso da terra



# *Evolução das emissões per capita no Brasil e no Mundo de 1990-2016 (tCO<sub>2</sub>/hab)*



# PBMC



# Mitigação

- Avaliação dos Caminhos de Transformação
  - Oportunidades de baixo custo: medidas de eficiência energética, pequenas centrais hidrelétricas, térmicas a bagaço de cana-de-açúcar e redução do desmatamento
- Sistemas Energéticos: Geração de Energia Elétrica:
  - Potencial gigantesco para geração de energia elétrica baseada em fontes renováveis
- Transportes:
  - Redução e/ou racionalização do uso de transportes motorizados, promoção da transferência das viagens para modos de maior eficiência energética, utilização de fontes de energia menos intensivas em carbono, como os biocombustíveis e outras fontes alternativas.
- Edificações e Entorno Construído:
  - Melhoria de eficiência energética das edificações e a diversificação da matriz energética incluindo fontes renováveis, atentando para o processo de transição energética das camadas mais pobres da população.

# Impactos, Vulnerabilidade e Adaptação

- Alterações na temperatura e precipitação com variações regionais.
- Intensificações dos eventos severos ocasionando impactos em cidades e áreas vulneráveis às mudanças climáticas.
- Recursos Hídricos: impacto regional de forma diversa
- Ecossistema de Água Doce e Terrestre: mudança no regime de chuvas possíveis nos seis biomas brasileiros.
- Setor Energia: afetado na base de recursos energéticos e nos processos de transformação, em aspectos de transporte e consumo de energia.
- Setor Transportes: Impactos na mobilidade urbana em grandes cidades. Oportunidades de adaptação associadas à melhoria da infraestrutura e à diversificação da matriz de transporte.

# Impactos, Vulnerabilidade e Adaptação

- Sistema Costeiro e Áreas Costeiras Baixas: aumento do nível do mar. Necessidade de conhecer e mapear as vulnerabilidades em toda a extensão da costa brasileira.
- Sistema Alimentar e Segurança: risco à produção de alimentos no Brasil. O País pode perder cerca de 11 milhões de hectares de terras adequadas à agricultura por causa das alterações climáticas até 2030.
- Segurança Humana: impacto de maneira mais incisiva determinados grupos populacionais que já vivem em situações de risco.
- Subsistência e Pobreza: desigualdades sociais mais acentuadas.

# Impactos, Vulnerabilidade e Adaptação

- Região Nordeste:
  - A Região Nordeste do Brasil é muito vulnerável às mudanças climáticas dadas condições fisiográficas, climáticas e socioeconômicas. O Nordeste deverá sofrer maior migração populacional para meio urbano e o setor agrícola terá uma intensificação dos efeitos migratórios resultantes dos impactos das mudanças climáticas.

# Política Nacional sobre Mudança do Clima

- Em 2009, compromisso voluntário junto à Convenção-Quadro da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre Mudança do Clima (Copenhague)
- Plano Nacional sobre Mudança do Clima
  - Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação da Mudança do Clima
- Fundo Nacional sobre Mudança do Clima
- Comunicação Oficial do Brasil à Convenção-Quadro sobre as Mudanças do Clima,
- Contribuição Nacionalmente Determinada (Acordo de Paris)

# Plano Nacional de Mudança Climática: Compromissos de Copenhague

- Ações de combate ao desmatamento (redução a zero em 2017 dos desmatamentos novos)
  - Foram eficazes pelo menos até o ano passado, conseguindo diminuir as emissões gerais do país.
- Cogeração (principalmente bagaço): 11.4% da oferta em 2030
  - Grande redução na produção nacional de etanol
- Novos 34,46 GW em novas hidrelétricas
- Redução de perdas não-técnicas das concessionárias de distribuição: 400 GWh
- Leilões de energia eólica
- Apoio à expansão no uso da energia solar
  - Inexpressivo até 2020



## COP 21: Acordo de Paris



# COP 21: Acordo de Paris

- Intended Nationally Determined Contributions (INDC) => NDC
  - Nível agregado da emissões resultantes: 55 Gt em 2030, fora do patamar de 2 °C
  - 2020 – 2030 => 2.7° C
  - Necessidade de aprofundar os INDC para 40 Gt ou 1.5 °C acima dos níveis pré-industriais.
  - Valores bem menor que 2° C => 1,5° C
- 195 países, 187 iNDCs
- Ambições:
  - fim dos subsídios aos fósseis no médio prazo;
  - fim do uso dos fósseis por volta do meado do século;
- Mercado de carbono e imposto sobre o carbono

# Acordo de Paris

- Vigência: 4 de novembro de 2016
- Estabelecimento do Ad Hoc Working Group on the Paris Agreement para preparar as condições para operacionalização do Acordo
- Diálogo em 2018 para rever os compromissos
- Criação de um mecanismo de **revisão dos compromissos voluntários** dos países, **de cinco em cinco anos**. A primeira revisão obrigatória ocorrerá em 2023 e as seguintes deverão mostrar "uma progressão".
- **Relatório especial** sobre os meios para se alcançar a meta de 1,5°C e os efeitos desse aquecimento **em 2018**, com os 195 países fazendo uma primeira análise da ação coletiva. Em 2020 os países serão convidados a rever suas contribuições.

# Pontos relevantes

- Natureza juridicamente vinculante (Ratificação, aceitação e aprovação)
- Objetivo global de longo prazo: aumento da temperatura abaixo de 2 °C, e esforço para limitar esse aumento a 1.5 °C (Art. 2).
- Pico global de emissões, o mais cedo possível (Art. 4.1).
- Mecanismos de Mercado (Art. 6):
  - Abordagem de cooperação; Resultados de mitigação transferidos em âmbito internacional (Arts. 6.2 e 6.3).
  - “Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável” (Art. 6.4 – 6.7).
- O primeiro “stocktake” ocorrerá em 2023 e a cada 5 anos (Art. 14.2).
- Entrada em vigor (Art. 21): 55 Partes com pelo menos 55% do total de emissões globais (Brasil: 2,5%).

# Desafios

- Precificar e/ou taxar o carbono
- Regras restritivas de emissão em cada país
- Transição energética
- State Grid e/ou Armazenamento
- Pré-sal => Pré-sol (?????)
  - 7 GW em 2030?
  - Massificação da GD

# Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC)

- Reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025
- Reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030.
- Setores:
  - i) biomassa sustentável (biocombustíveis)
  - ii) no setor florestal e de mudança do uso da terra
  - iii) no setor da energia
  - iv) no setor agrícola
  - v) no setor industrial
  - vi) no setor de transportes.

# NDC Brasileira

- aumentar a participação de bioenergia sustentável na matriz energética brasileira para aproximadamente 18% até 2030, expandindo o consumo de biocombustíveis, aumentando a oferta de etanol, inclusive por meio do aumento da parcela de biocombustíveis avançados (segunda geração), e aumentando a parcela de biodiesel na mistura do diesel
- fortalecer o cumprimento do Código Florestal, em âmbito federal, estadual e municipal
- desmatamento ilegal zero até 2030 na Amazônia brasileira e compensação das emissões provenientes da supressão legal da vegetação até 2030;
- restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas até 2030, para múltiplos usos;
- ampliar a escala de sistemas de manejo sustentável de florestas nativas, por meio de sistemas de georeferenciamento e rastreabilidade aplicáveis ao manejo de florestas nativas, com vistas a desestimular práticas ilegais e insustentáveis.

# NDC Brasileira no setor de energia elétrica

- Alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030, incluindo:
  - expandir o uso de fontes renováveis, além da energia hídrica, na matriz total de energia para uma participação de 28% a 33% até 2030;
  - expandir o uso doméstico de fontes de energia não fóssil, aumentando a parcela de energias renováveis (além da energia hídrica) no fornecimento de energia elétrica para ao menos 23% até 2030, inclusive pelo aumento da participação de eólica, biomassa e solar;
  - alcançar 10% de ganhos de eficiência no setor elétrico até 2030.

# Ações de Curto Prazo FBMC

- Tratamento estratégico da vulnerabilidade hídrica e hidroelétrica
- Criação de um "Hub" de eficiência energética
- Criação de cronograma e meta de leilões de eficiência por MWh
- Aumento da participação de fontes renováveis em sistemas isolados
- Segurança jurídica e regulatória para a geração distribuída
- Criação de grupo para discussão sobre hidrelétricas, desenvolvimento regional e conflitos socioambientais
- Criação de inteligência nacional sobre tecnologia da Captura e Armazenamento e Utilização de carbono (CCUS)
- Otimização das UHEs existentes para atendimento de ponta

# Plano Nacional de Adaptação - PNA

- Parâmetros climáticos que mais tem interferência no setor energético
  - Aumento da temperatura média da atmosfera com reflexos na evapotranspiração dos lagos e dos cursos de água
  - Variações na precipitação
    - Impacto no cálculo do balanço hídrico => vazões dos rios e na produção de biomassa
  - Variação no regime dos ventos com reflexo direto na geração elétrica por aerogeradores.
  - Variação na irradiação com impacto na produção de energia elétrica através da energia solar concentrada
- Aumento dos usos consuntivos da água
- Aumento da demanda energética
- Fenômenos extremos => impacto na T&D

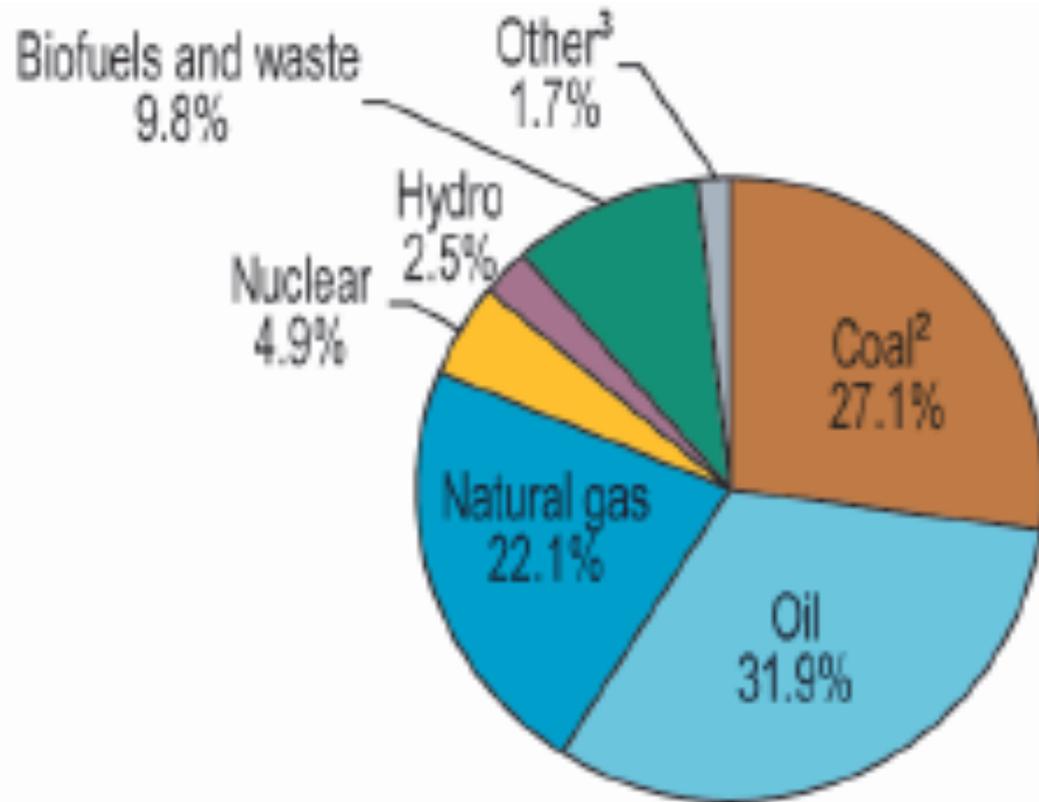
# PNA: Ações de adaptação

- Maior envolvimento das instituições do setor energético no tema de adaptação visando a adequação das políticas institucionais a novos parâmetros climáticos;
- Estudos de impactos no setor energético em regiões específicas, considerando as tendências de alterações climáticas;
- Estudos dos riscos à infraestrutura do setor de energia face à mudança do clima, com foco ao contingenciamento de situações extremas;
- Co-benefícios e sinergias entre mitigação e adaptação relacionadas às diferentes alternativas aplicadas ao setor de energia;
- Interseções quanto às medidas adaptativas entre água, energia, uso da terra e biodiversidade, para gestão de suas interações;
- Aperfeiçoamento das ferramentas de planejamento, com vistas a adequar seus parâmetros com as alterações dos eventos climáticos verificados com base científica.

# Energias Renováveis

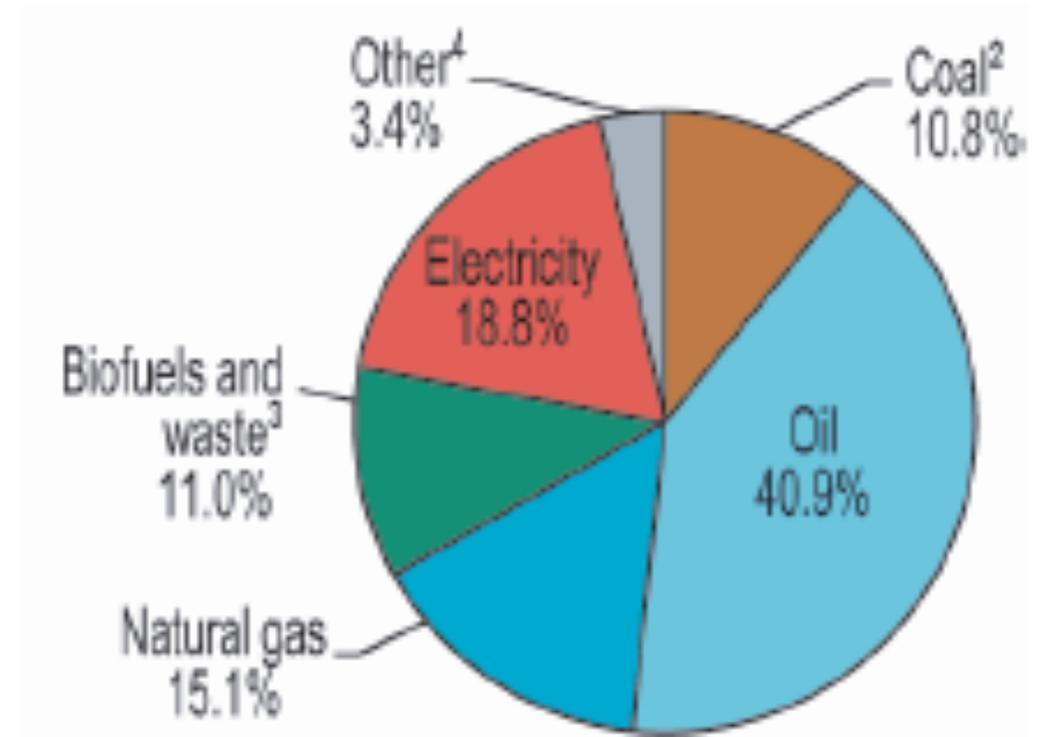
# Energia Total Mundial (2016) (IEA)

## Oferta Primária



13 761 Mtoe

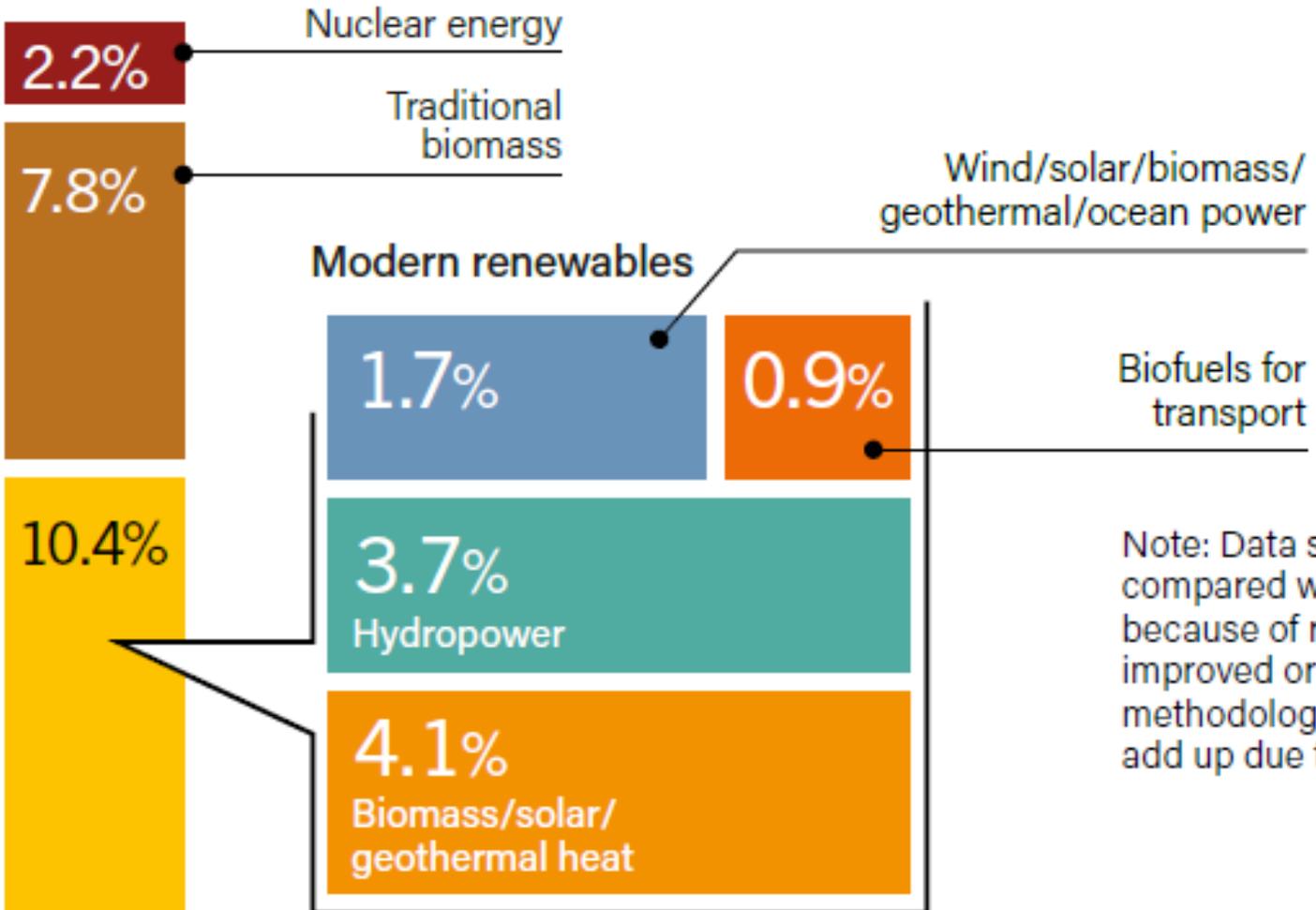
## Consumo Final



9 555 Mtoe

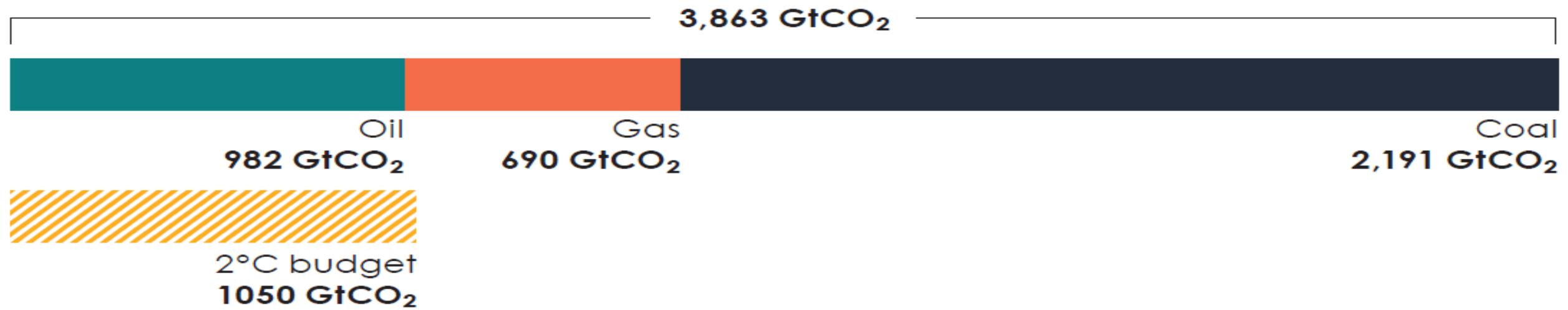
# Participação Renovável Estimada do Consumo Total Final de Energia,(REN21)

79.5%  
Fossil fuels



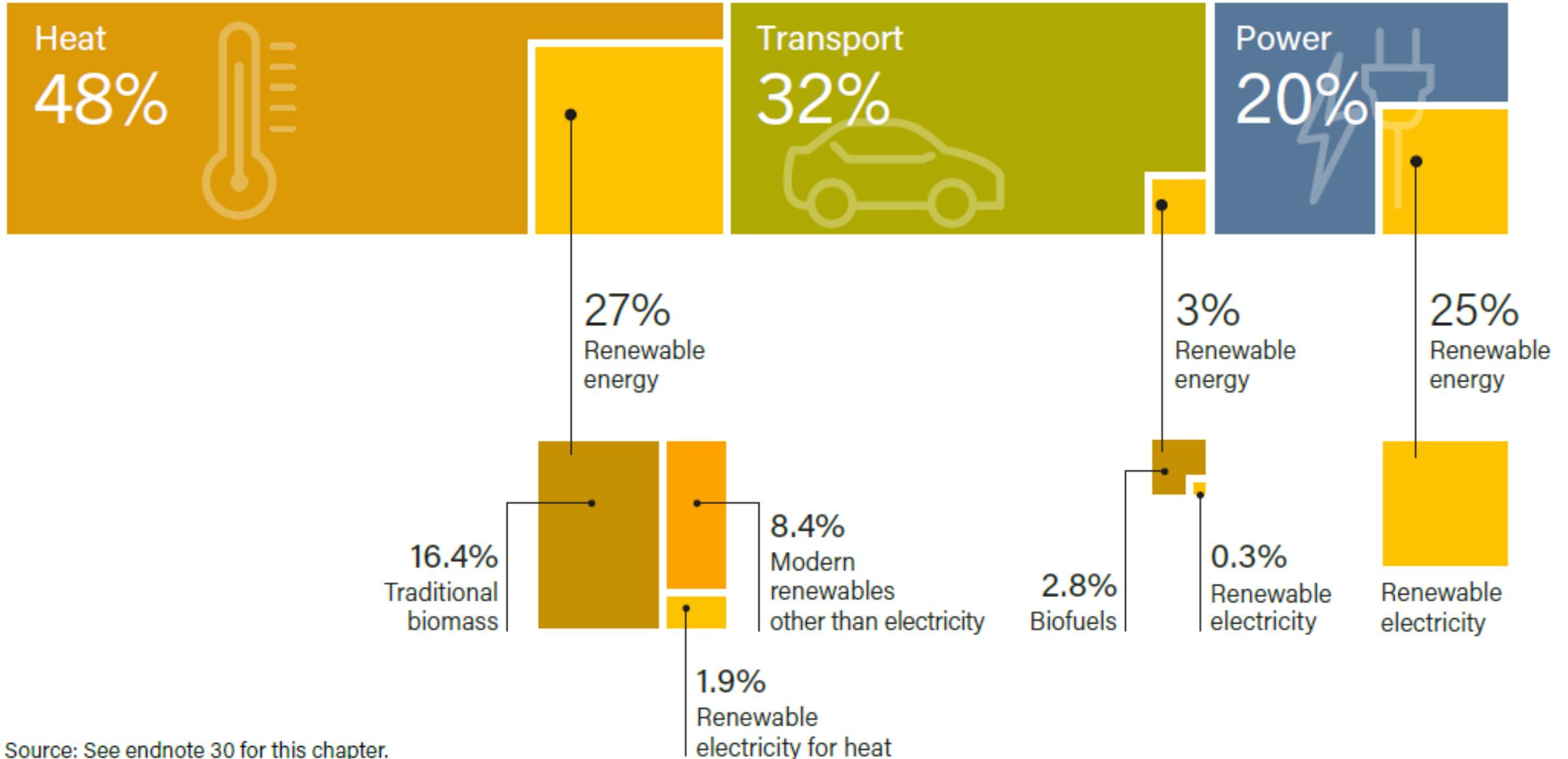
Note: Data should not be compared with previous years because of revisions due to improved or adjusted data or methodology. Totals may not add up due to rounding.

# Reservas de combustíveis fósseis



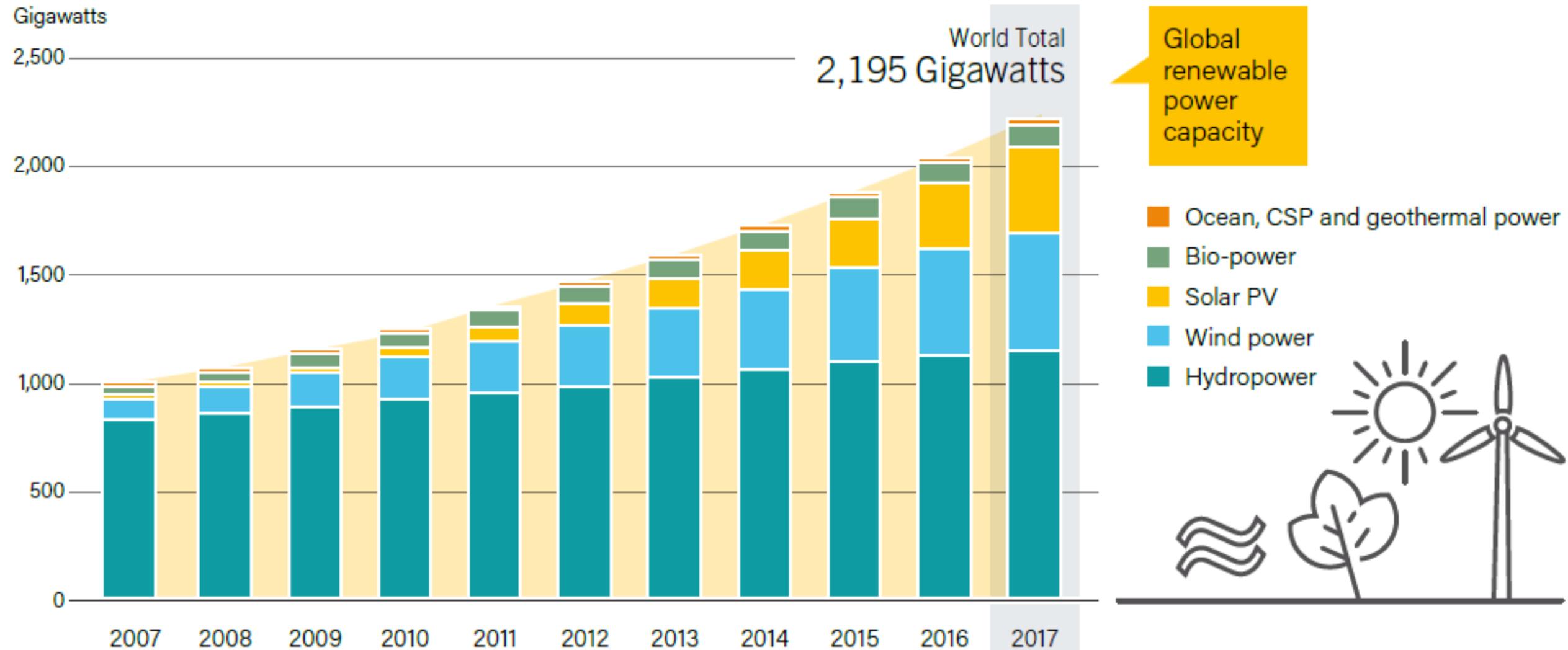
Fonte: IPCC 2011

# Energias Renováveis no Consumo Total Final de Energia por Setor, 2015 (REN21)



Source: See endnote 30 for this chapter.

# Capacidade Global de Energia Renovável 2007-2017 (REN21)



# Estimated Renewable Energy Share of Global Electricity Production, End-2017

73.5%

Non-renewable  
electricity



26.5%

Renewable  
electricity

16.4%  
Hydropower

5.6% Wind power

2.2% Bio-power

1.9% Solar PV

0.4% Ocean, CSP and  
geothermal power



Producers	TWh	% of world total
People's Rep. of China	237	24.8
United States	229	24.0
Germany	79	8.2
Spain	49	5.1
India	45	4.7
United Kingdom	37	3.9
Brazil	33	3.5
Canada	31	3.2
France	21	2.2
Italy	18	1.8
Rest of the world	178	18.6
<b>World</b>	<b>958</b>	<b>100.0</b>

2016 data

Net installed capacity	GW
People's Rep. of China	148.6
United States	81.4
Germany	49.6
India	28.7
Spain	23.0
United Kingdom	16.2
Canada	12.0
France	11.5
Brazil	10.1
Italy	9.4
Rest of the world	76.9
<b>World</b>	<b>467.4</b>

2016 data

Country (top ten producers)	% of wind in total domestic electricity generation
Spain	17.8
Germany	12.1
United Kingdom	11.0
Italy	6.1
Brazil	5.8
United States	5.3
Canada	4.6
France	3.9
People's Rep. of China	3.8
India	3.0
Rest of the world <sup>1</sup>	2.2
<b>World</b>	<b>3.8</b>

2016 data

Producers	TWh	% of world total
People's Rep. of China	75	22.9
Japan	51	15.5
United States	47	14.2
Germany	38	11.6
Italy	22	6.7
India	14	4.3
United Kingdom	10	3.2
France	8	2.5
Spain	8	2.5
Australia	6	1.9
Rest of the world	49	14.7
<b>World</b>	<b>328</b>	<b>100.0</b>

2016 data



Net installed capacity	GW
People's Rep. of China	77.5
Japan	42.0
United States	41.4
Germany	40.7
Italy	19.3
United Kingdom	11.9
India	9.4
France	7.3
Australia	5.6
Spain	5.0
Rest of the world	40.0
<b>World</b>	<b>300.1</b>

2016 data

Country (top ten producers)	% of solar PV in total domestic electricity generation
Italy	7.6
Germany	5.9
Japan	4.8
United Kingdom	3.1
Spain	2.9
Australia	2.4
France	1.5
People's Rep. of China	1.2
United States	1.1
India	1.0
Rest of the world <sup>1</sup>	0.6
<b>World</b>	<b>1.3</b>

2016 data

# Brasil - Oferta interna de energia – OIE (2017)

## RENOVÁVEIS ▶ 42,9%

biomassa da cana  
17,0%



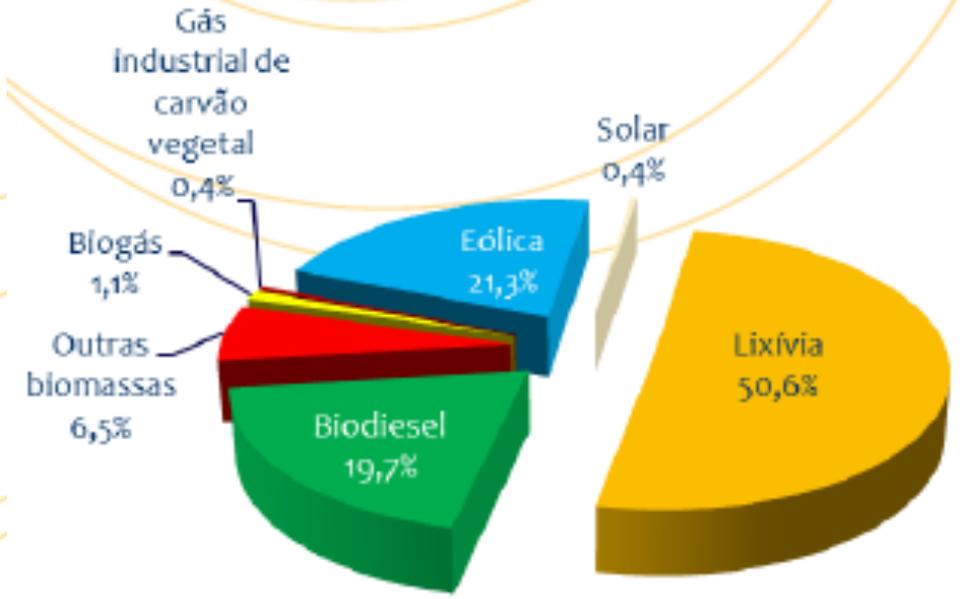
hidráulica<sup>1</sup>  
12,0%



lenha e carvão vegetal  
8,0%



lixívia e outras renováveis 5,9%



<sup>1</sup> Inclui importação de eletricidade oriunda de fonte hidráulica

## NÃO RENOVÁVEIS ▶ 57,1%

petróleo e derivados  
36,4%



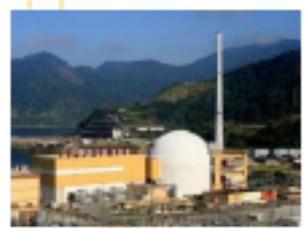
gás natural  
13,0%



carvão mineral  
5,7%



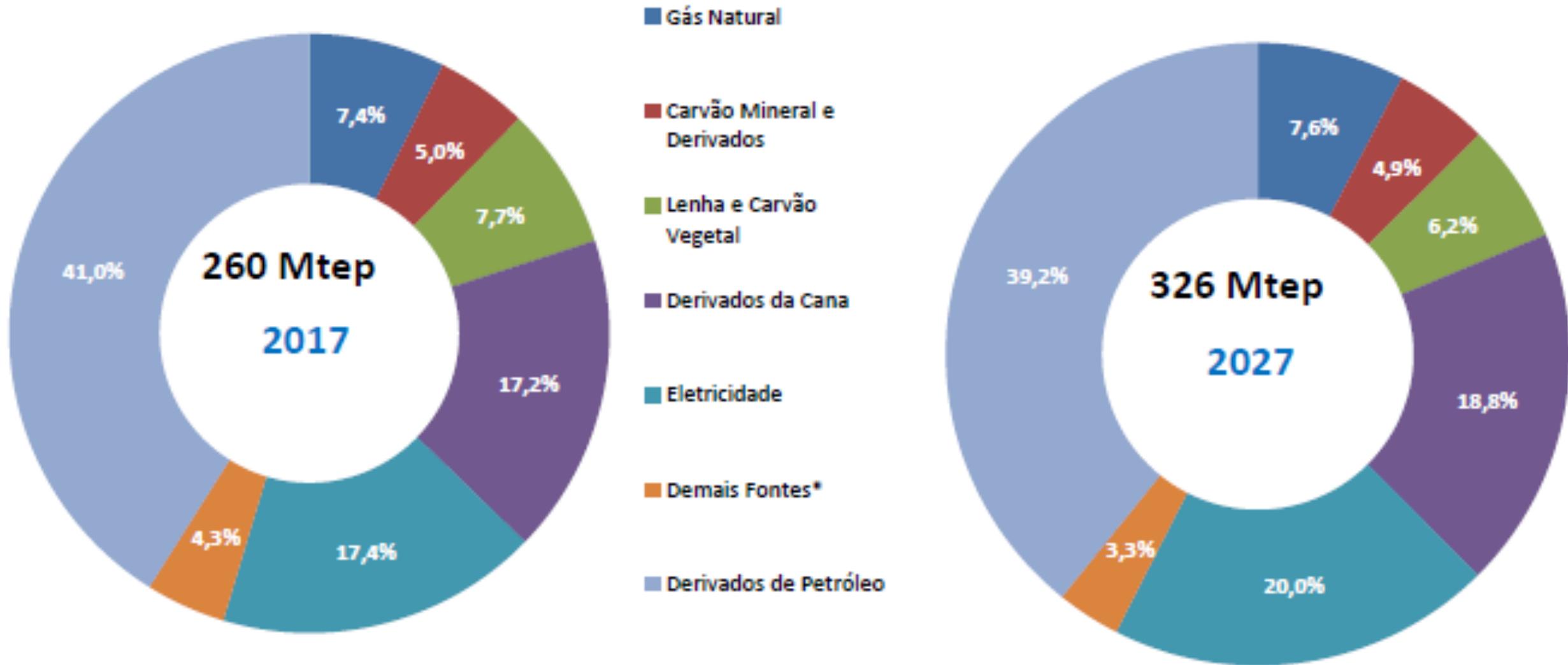
urânio  
1,4%



outras não renováveis  
0,6%

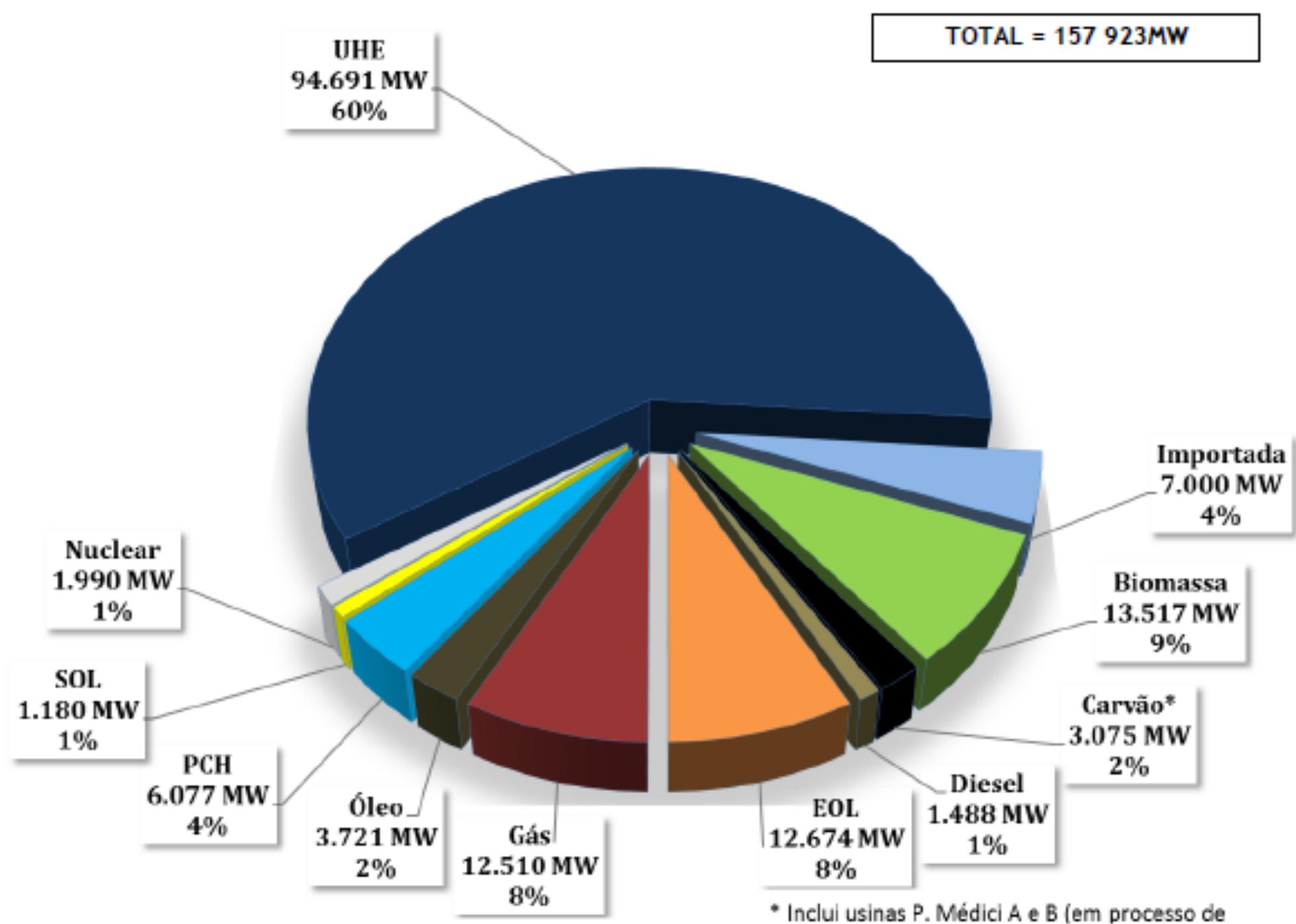


# Brasil: Consumo final por Fonte (PDE/EPE)

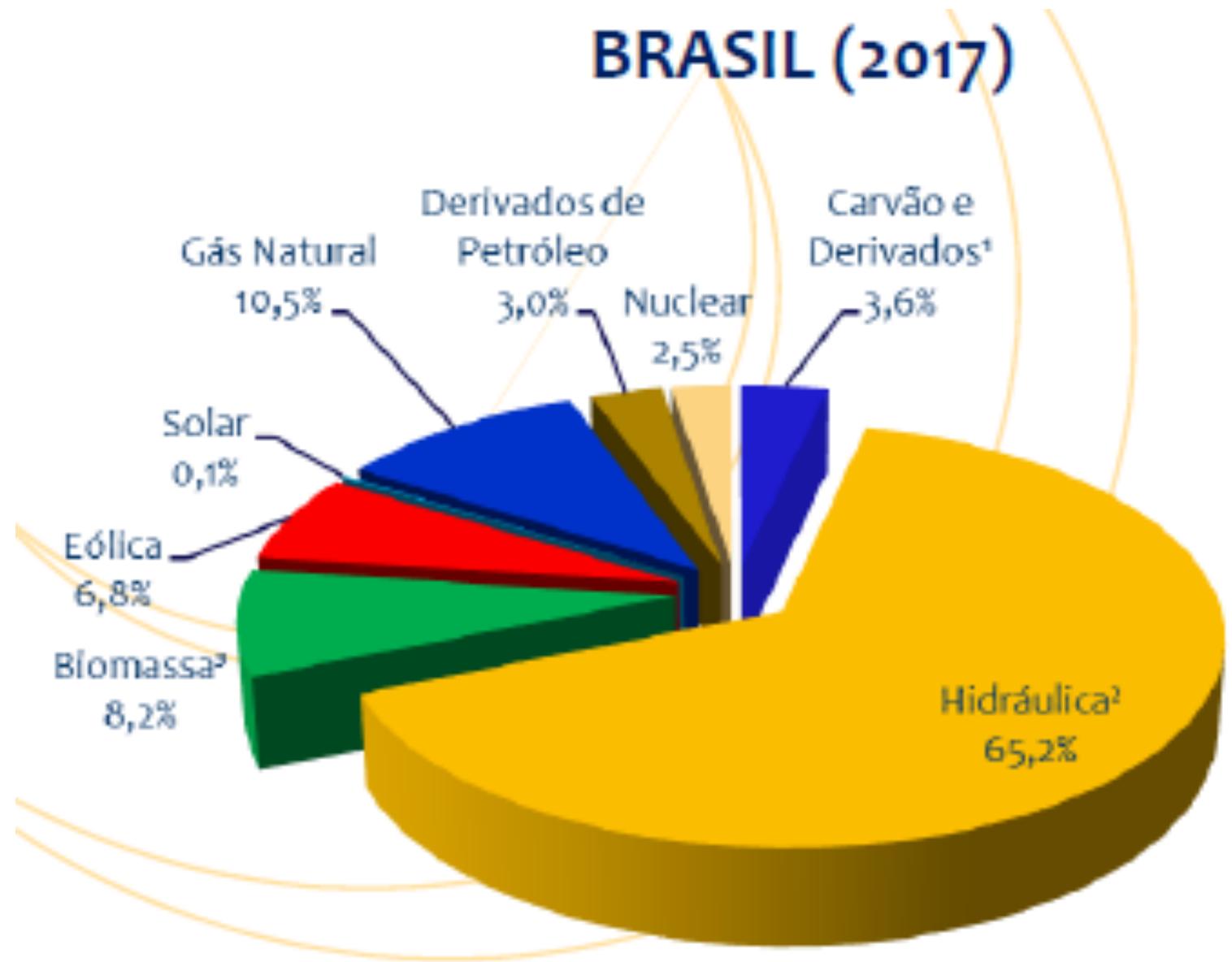


\*Inclui biodiesel, lixívia, outras renováveis e outras não renováveis

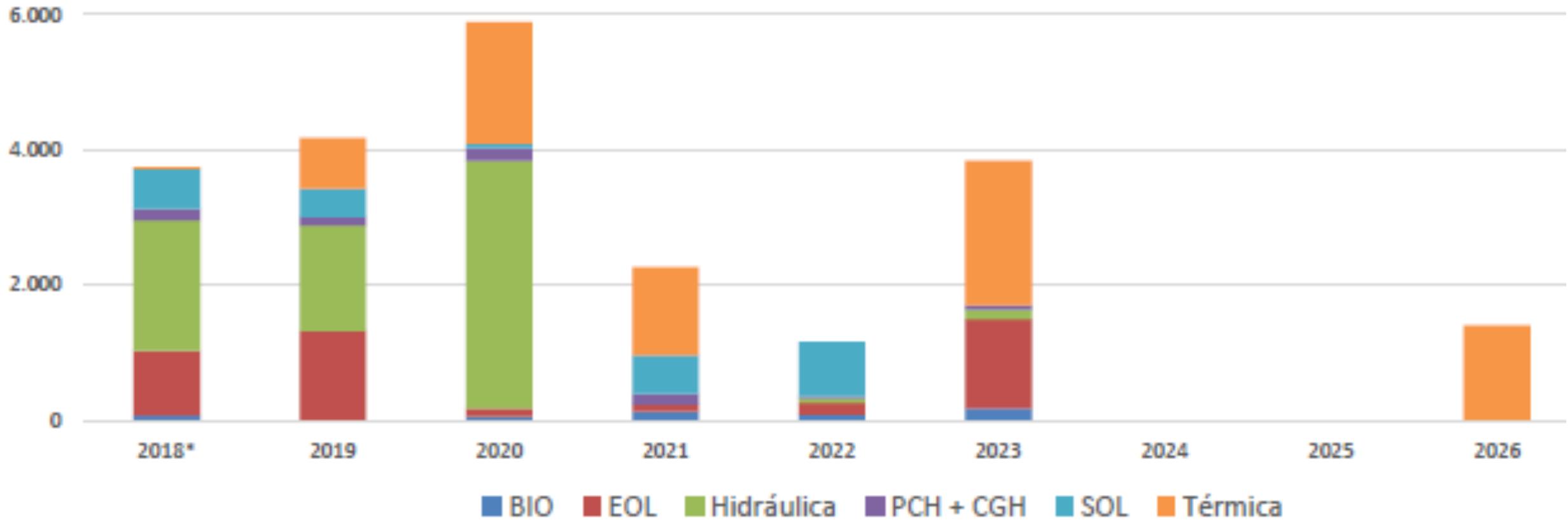
# Capacidade Instalada (maio/2018)



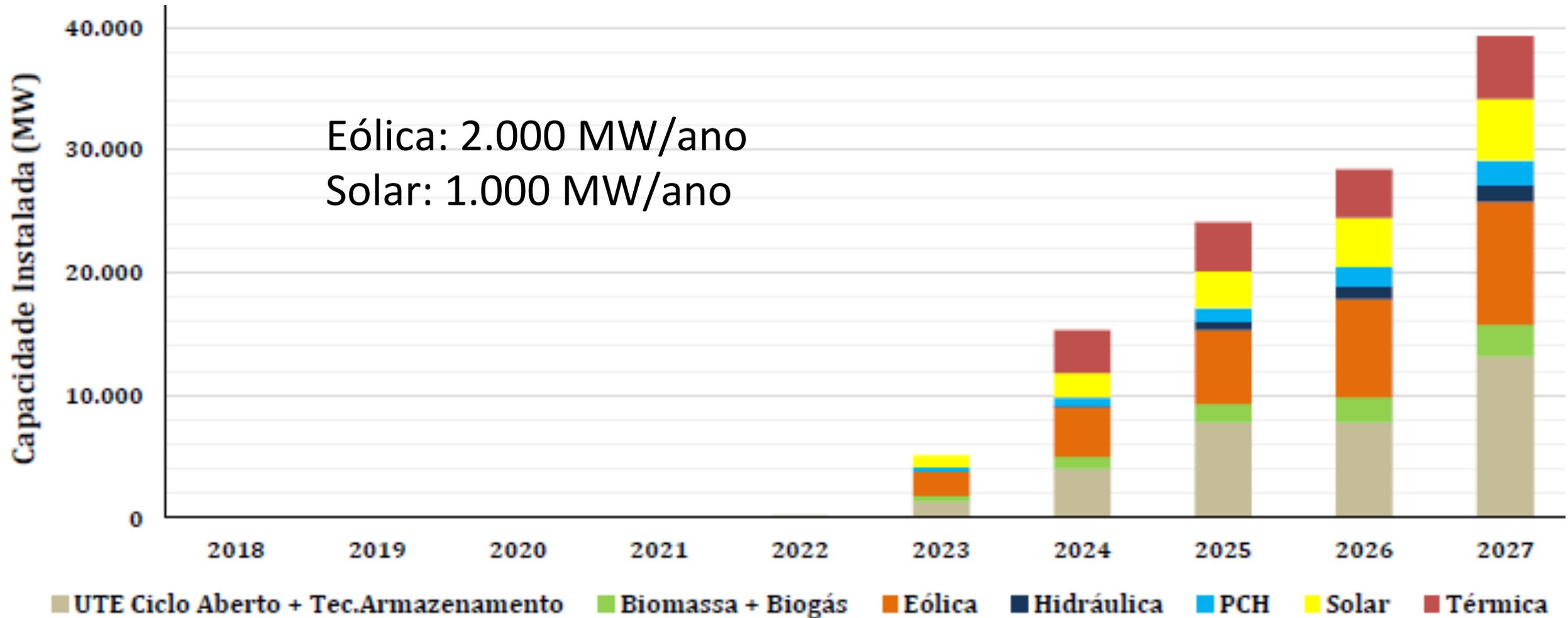
# Matriz elétrica (BEN/EPE)



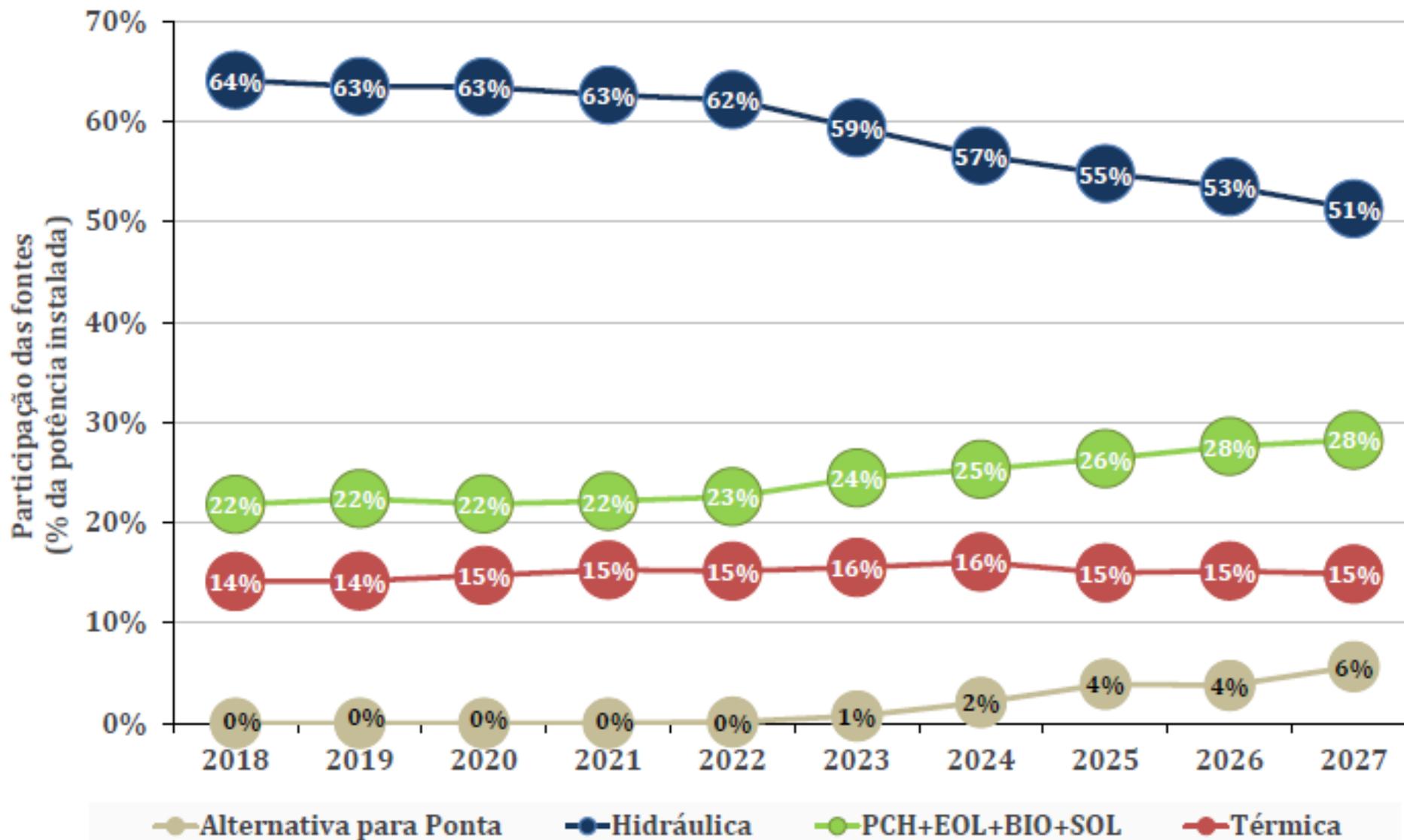
# Expansão contratada até 2018 (Leilões) Incremento anual de capacidade



# Expansão Indicativa de Referência

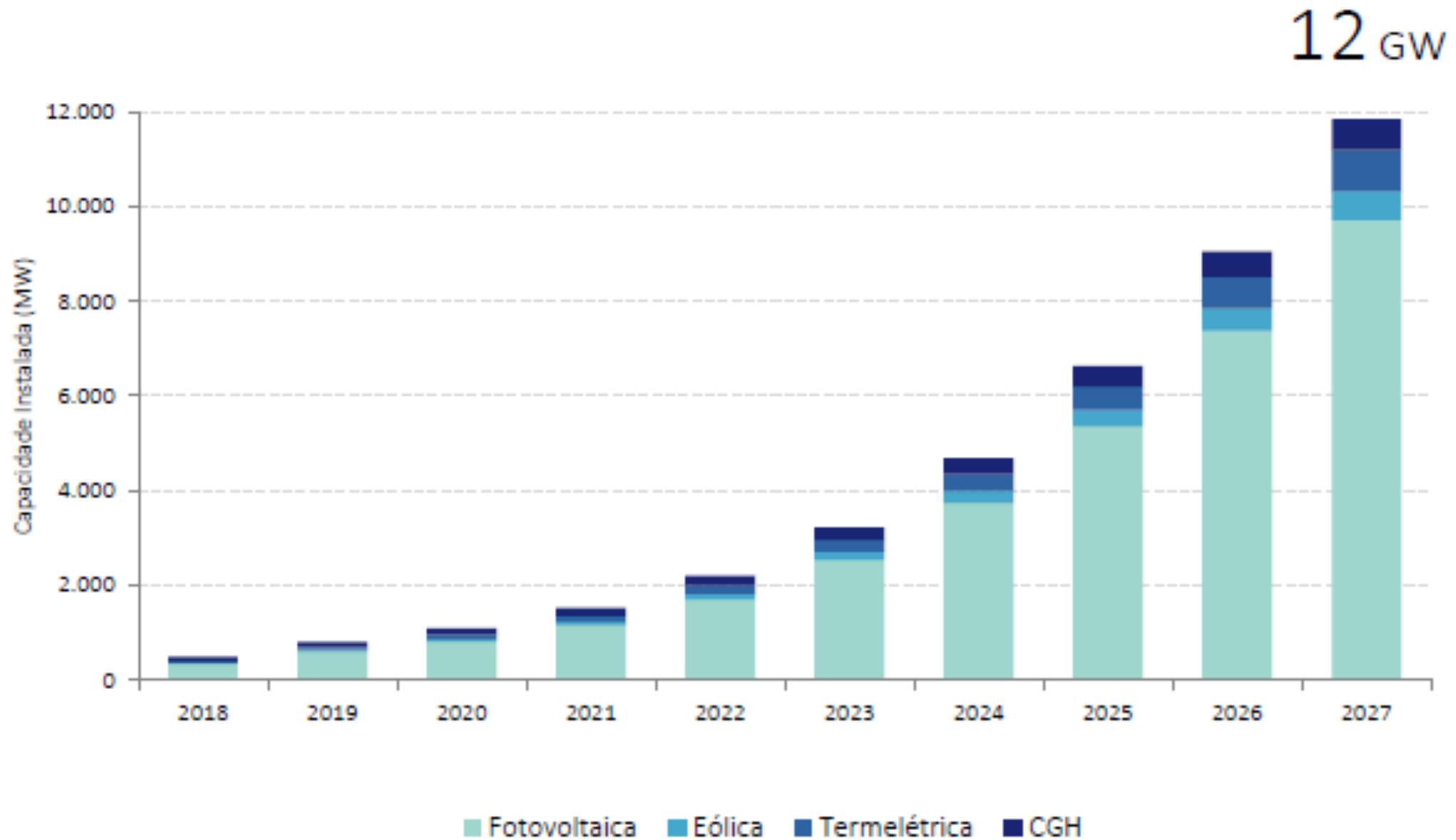


# Participação das fontes na geração de eletricidade (PDE/EPE)



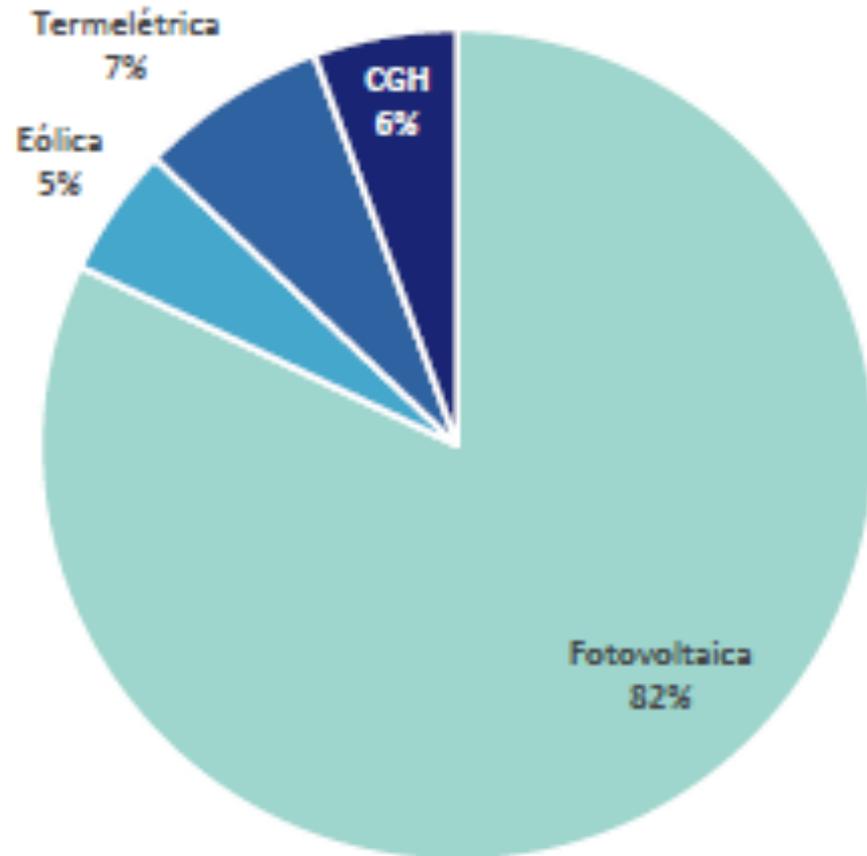
NDC

# Micro e Minigeração Distribuída

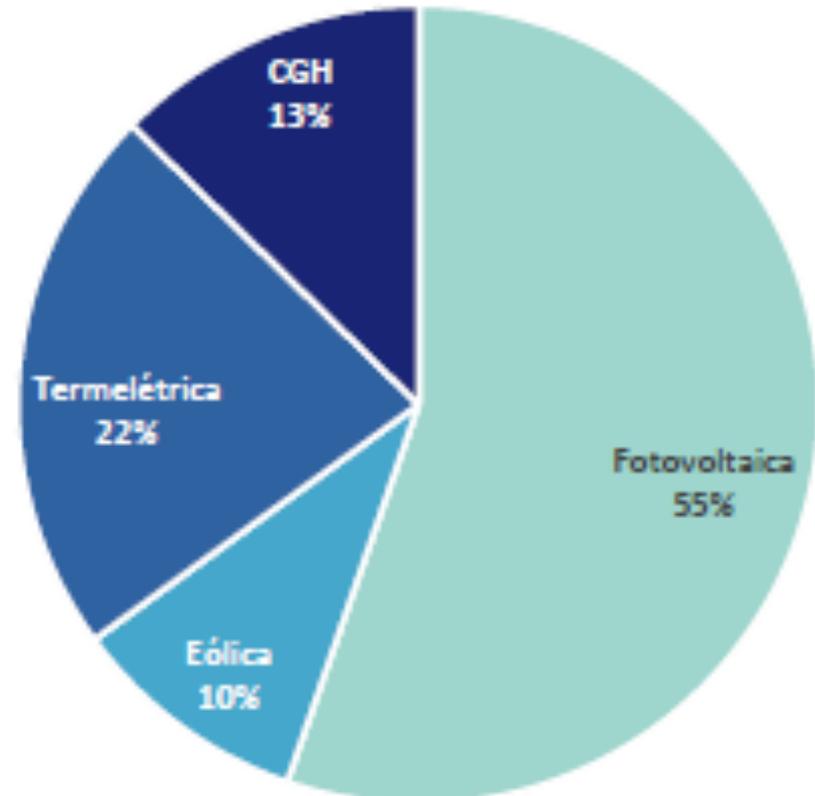


# Potência e Energia da GD por fonte - Cenário Referência

Capacidade Instalada em 2027

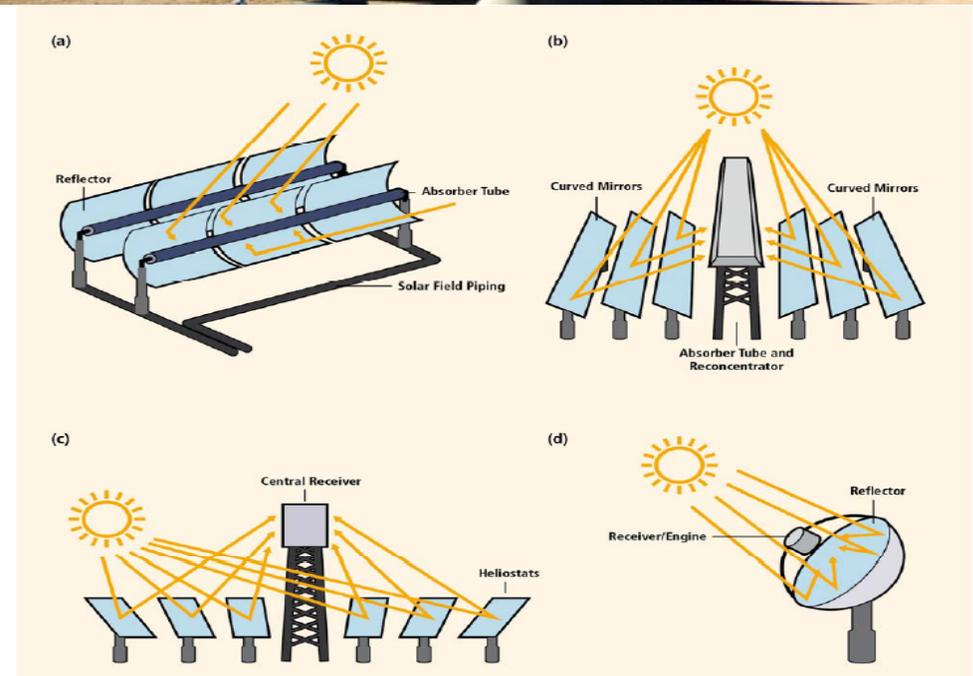


Energia Gerada em 2027

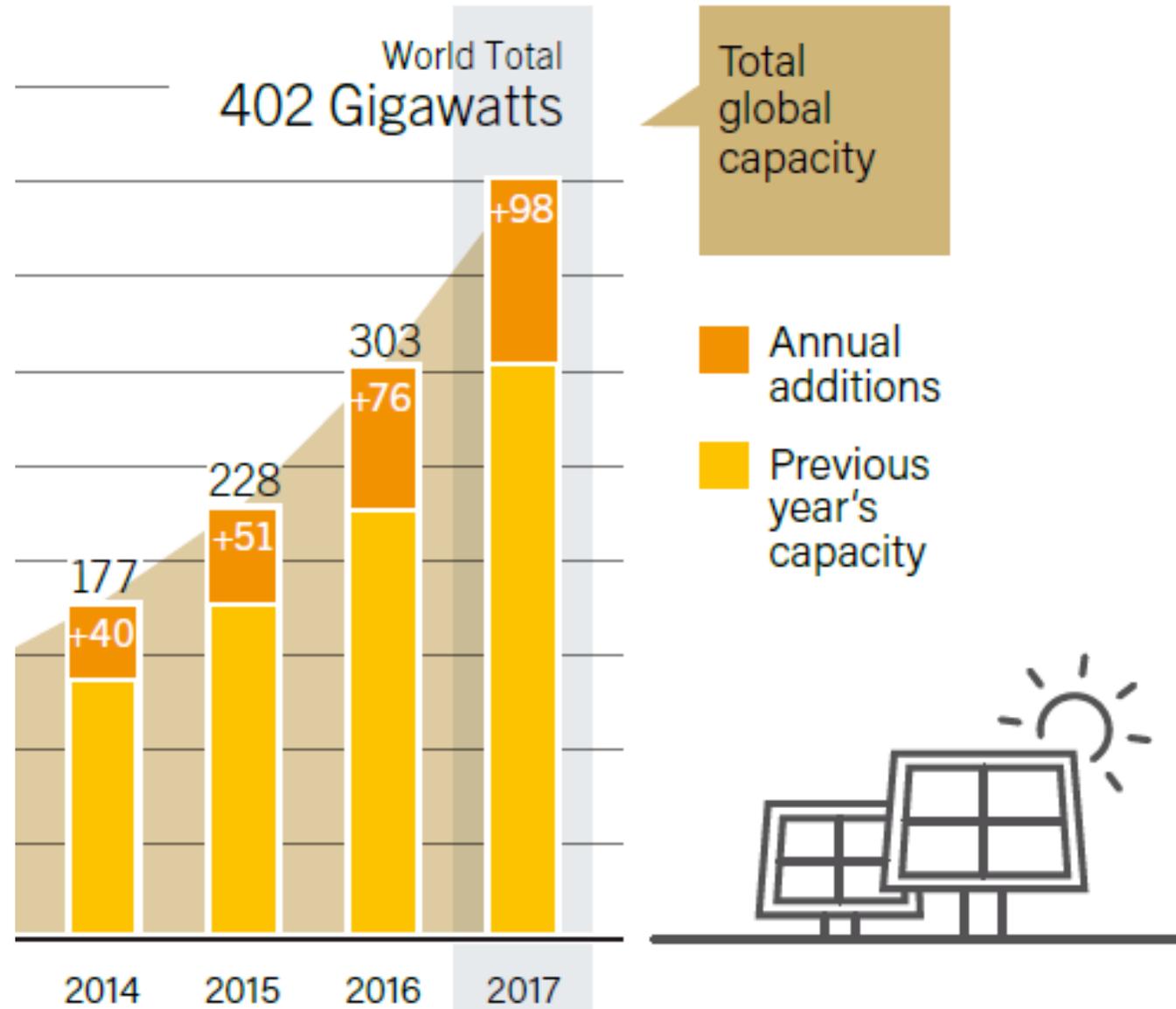


# Energia solar direta: aplicações

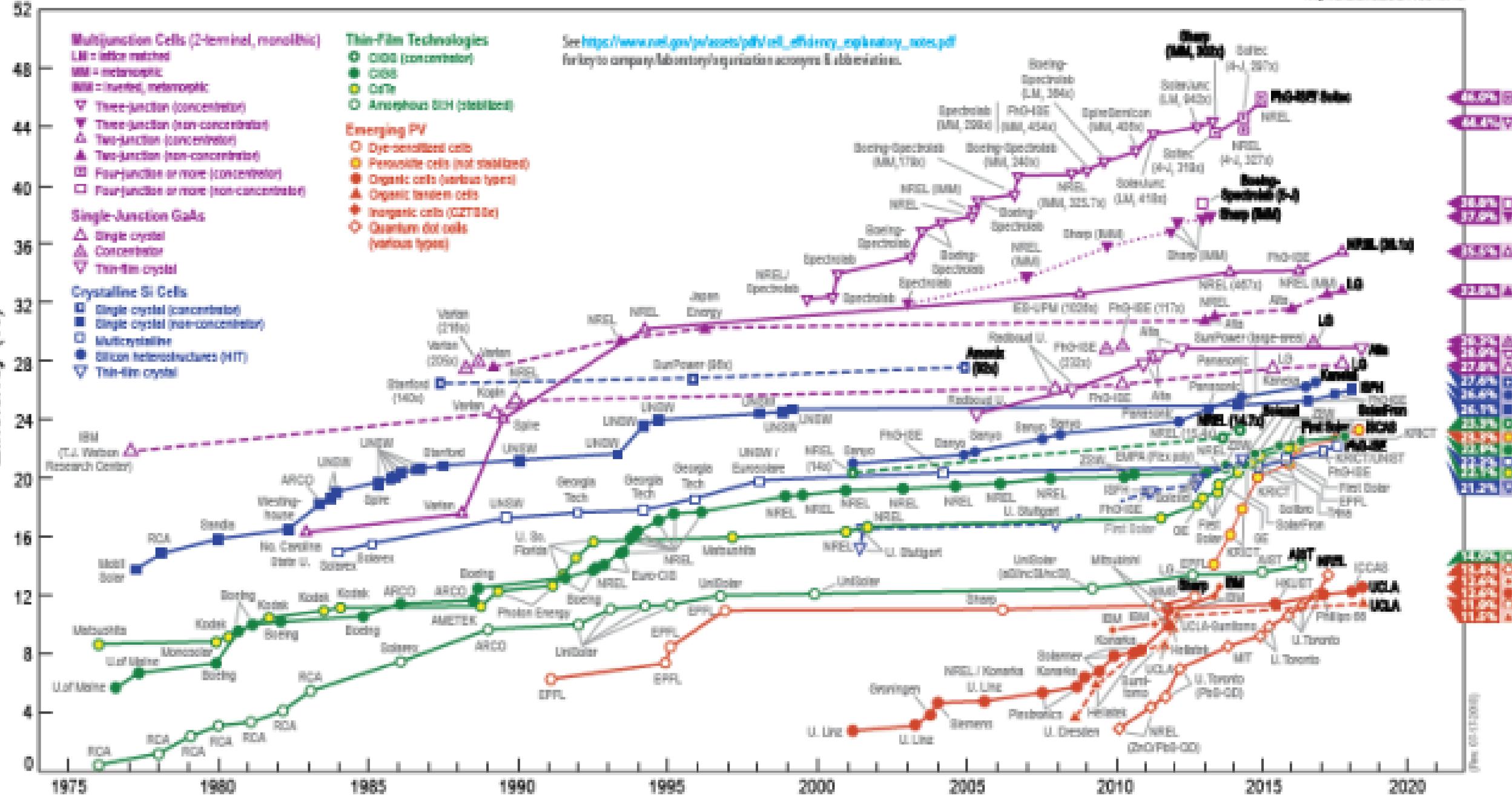
- Solar Passivo e aplicações com luz diurna
- Solar ativo para aquecimento ou resfriamento
- Solar Fotovoltaico: produção de energia elétrica
- Concentradores solares para produção de energia elétrica
- Produção de combustível solar



# Solar Fotovoltaico

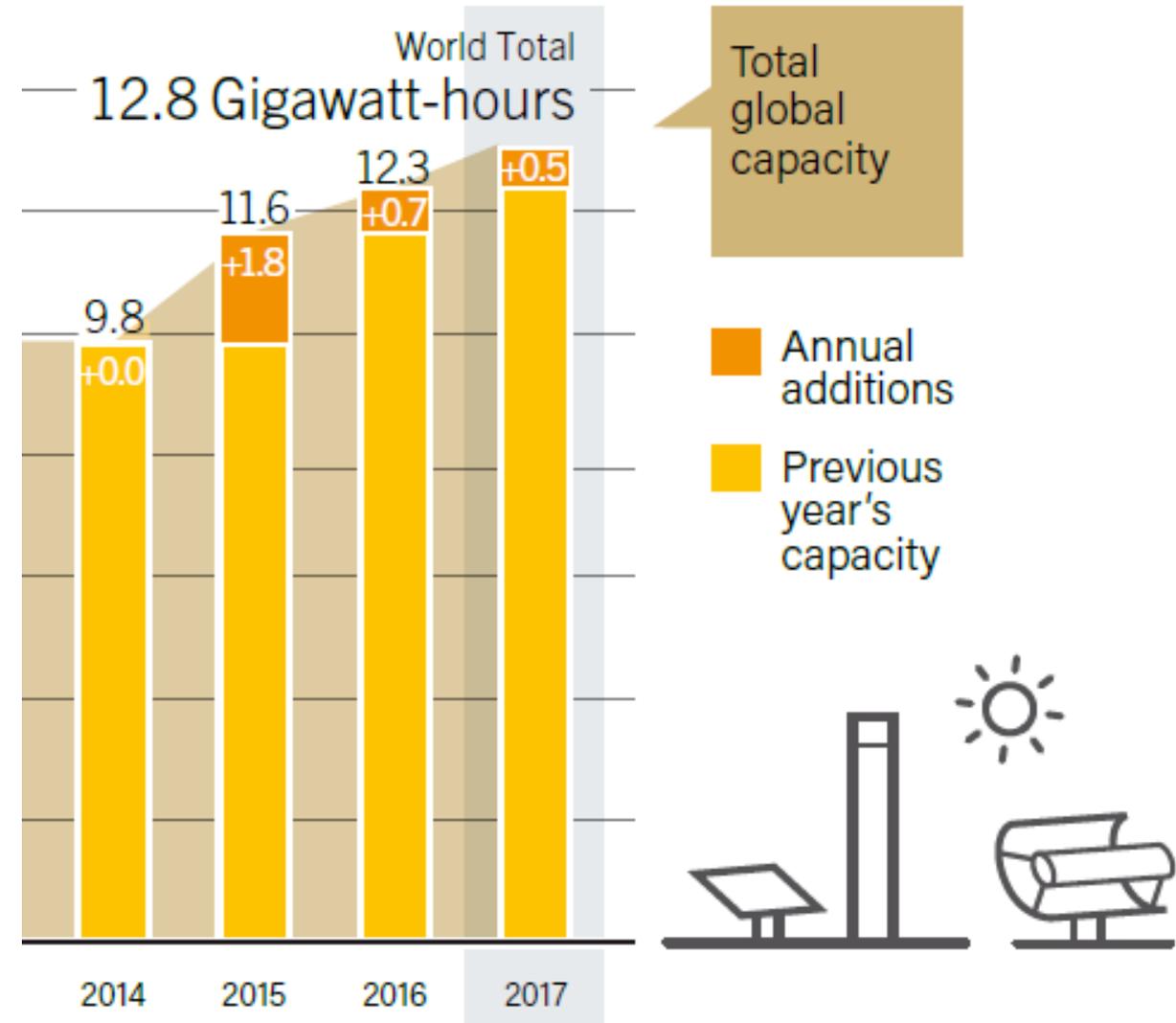


# Best Research-Cell Efficiencies



[Rev. 05-15-2018]

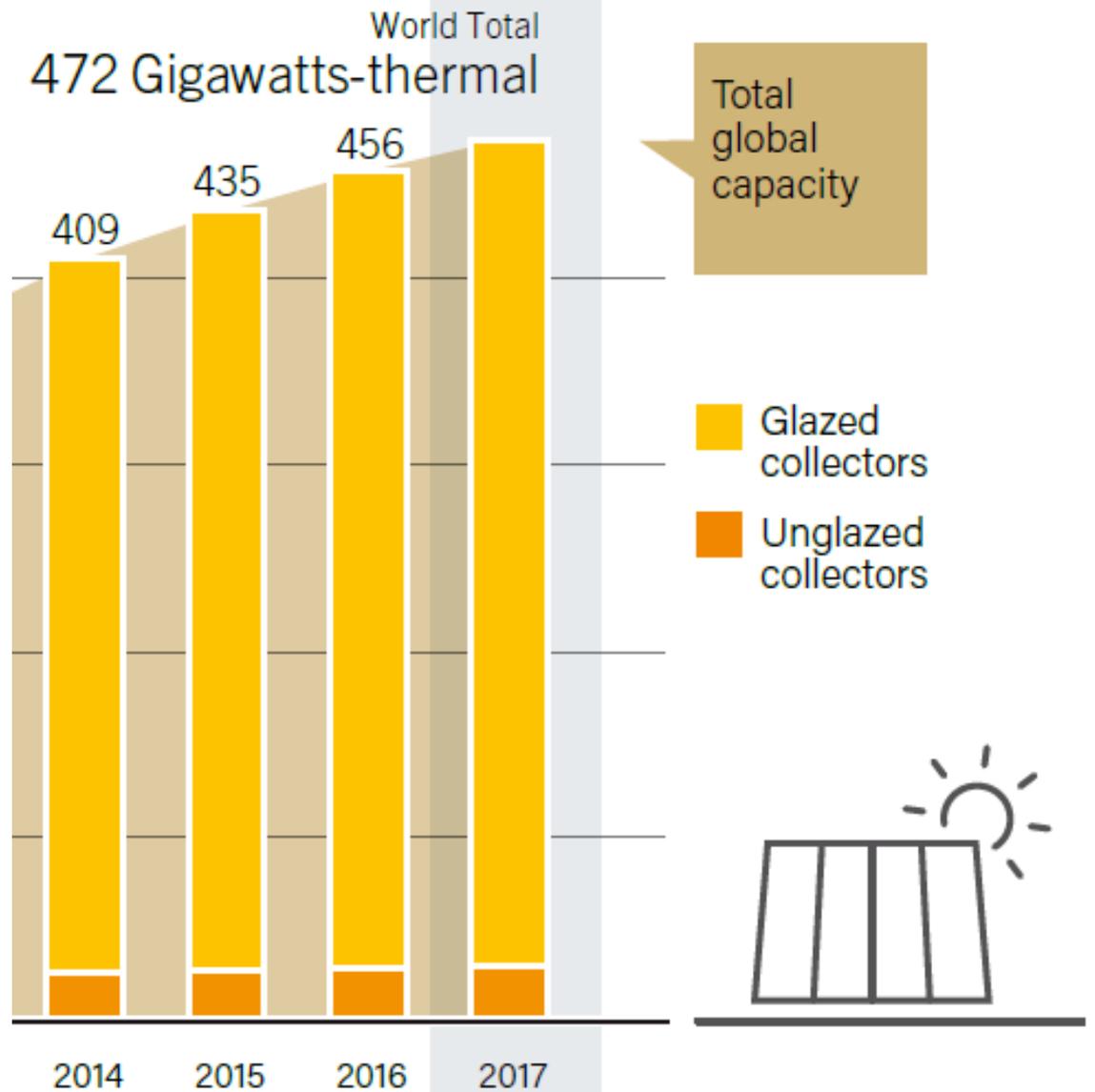
# Energia Solar Concentrada (CSP)



# Aquecimento Solar

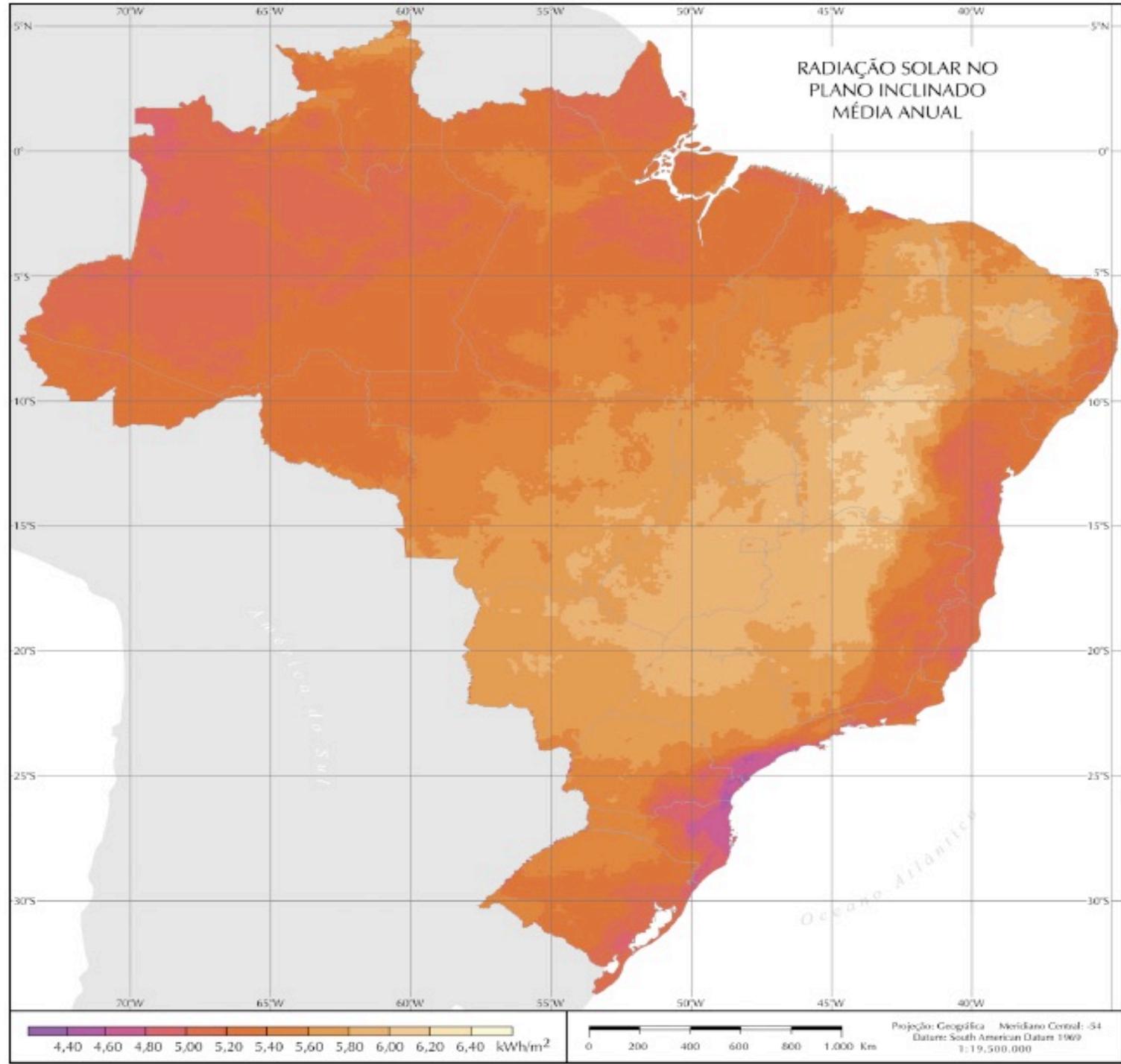


Brasil: 2,1%



# Energia solar no Brasil

- Aquecimento solar
  - Substituição do chuveiro elétrico
  - > 10 milhões de m<sup>2</sup>
- Fotovoltaico no mercado rural
  - ~ 30 mil projetos
- Projetos emblemáticos
  - Estádios
  - Fernando de Noronha
- *Net-metering*
  - Quase 40.000 projetos
- Leilões específicos



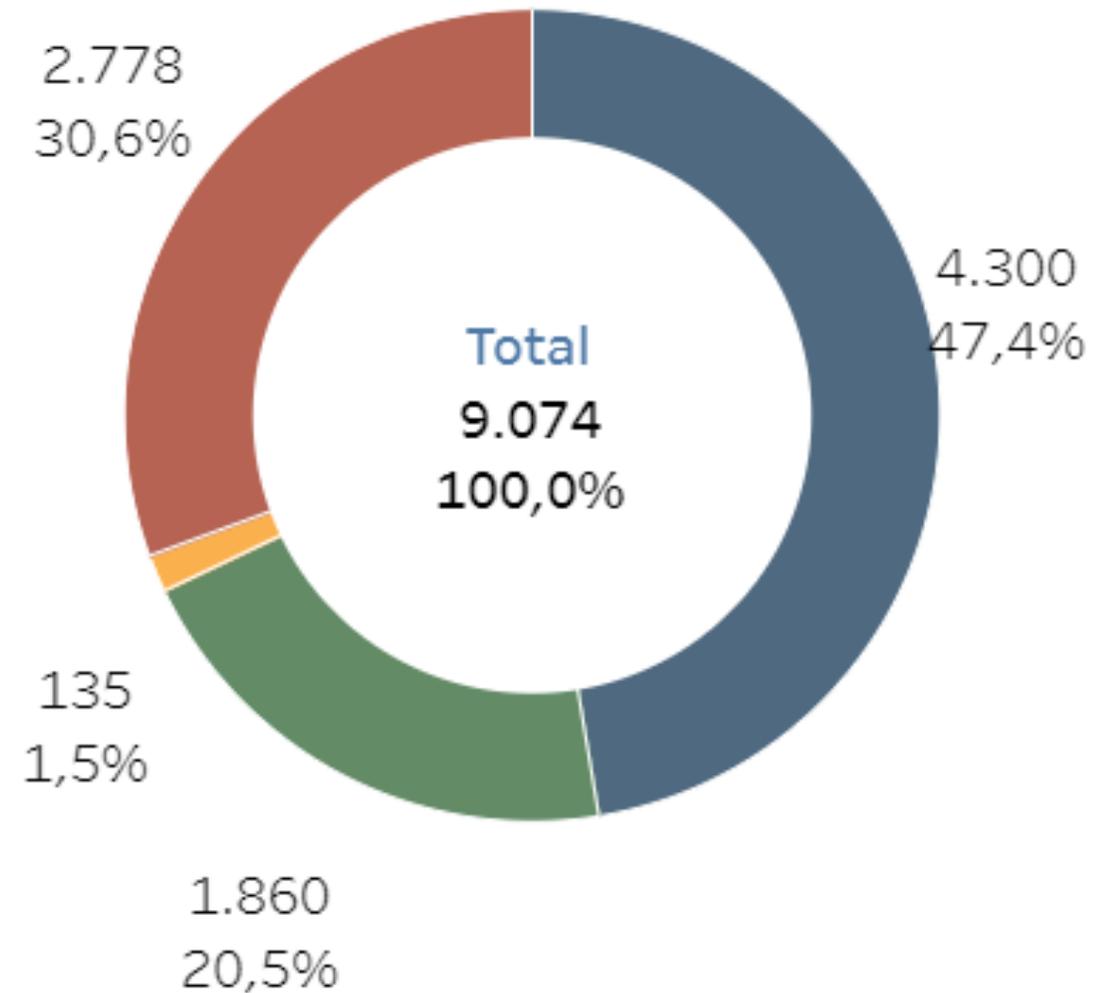
# Energia no Nordeste ONS

Novembro de 2018

## Nordeste

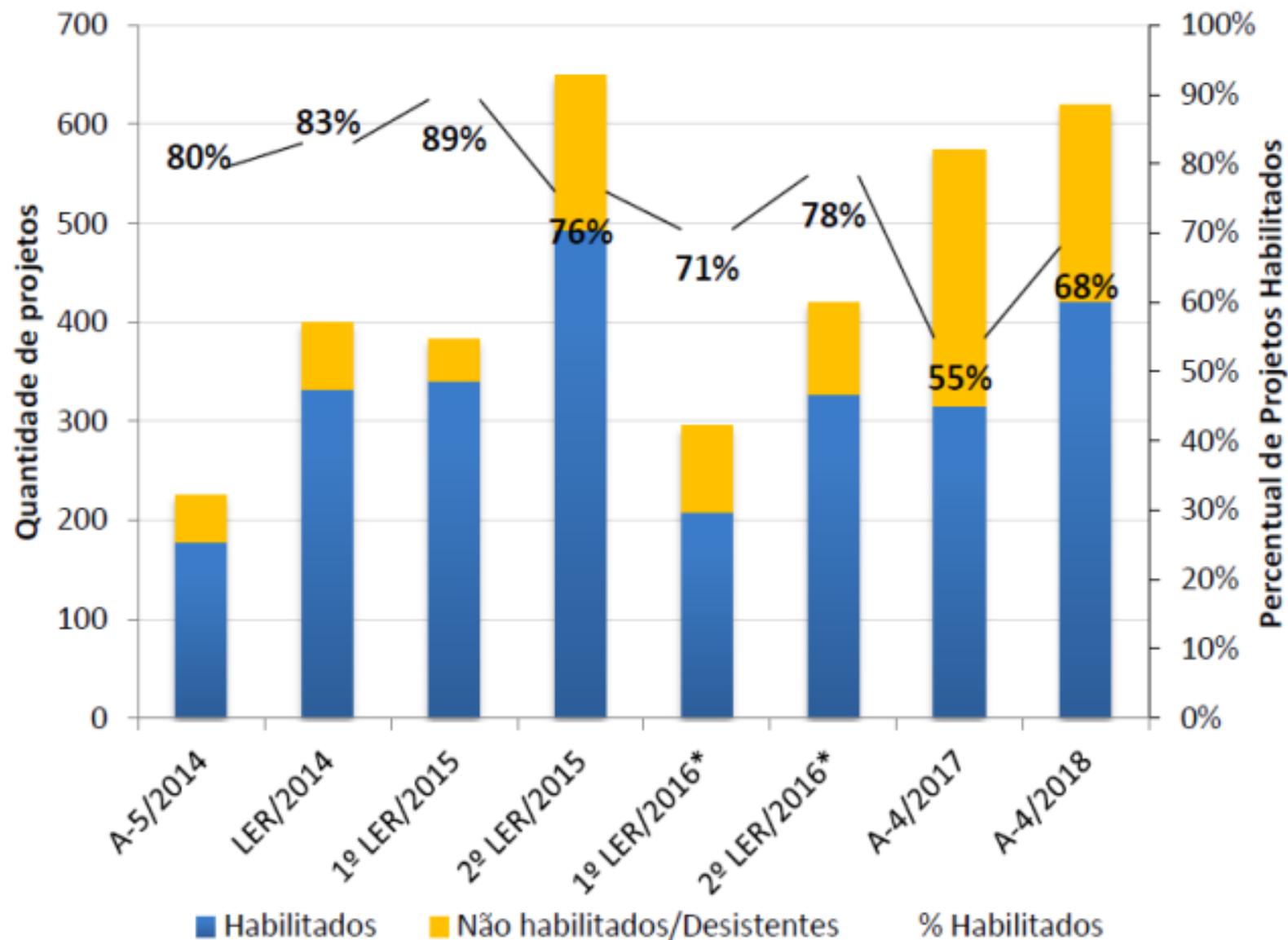
Produção (MWmed)

Hidro	22,00%	1.958	1.936
Termo	11,98%	1.066	1.084
Eólica	63,62%	5.663	5.341
Solar	2,40%	214	207
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>8.900</b>	<b>8.569</b>
Carga (MWmed) (*)		10.640	10.589

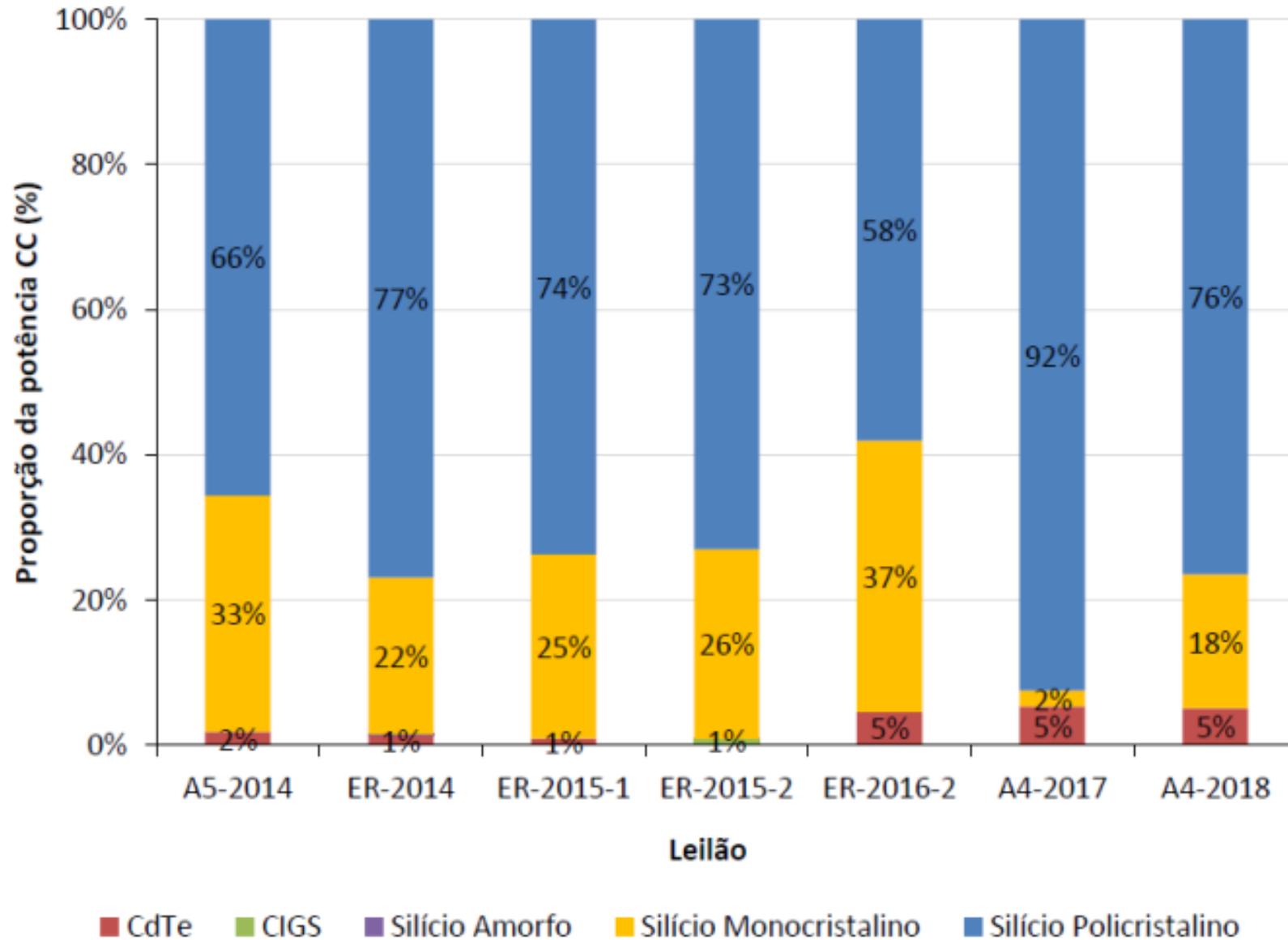


(01/09/17 a 31/08/18)

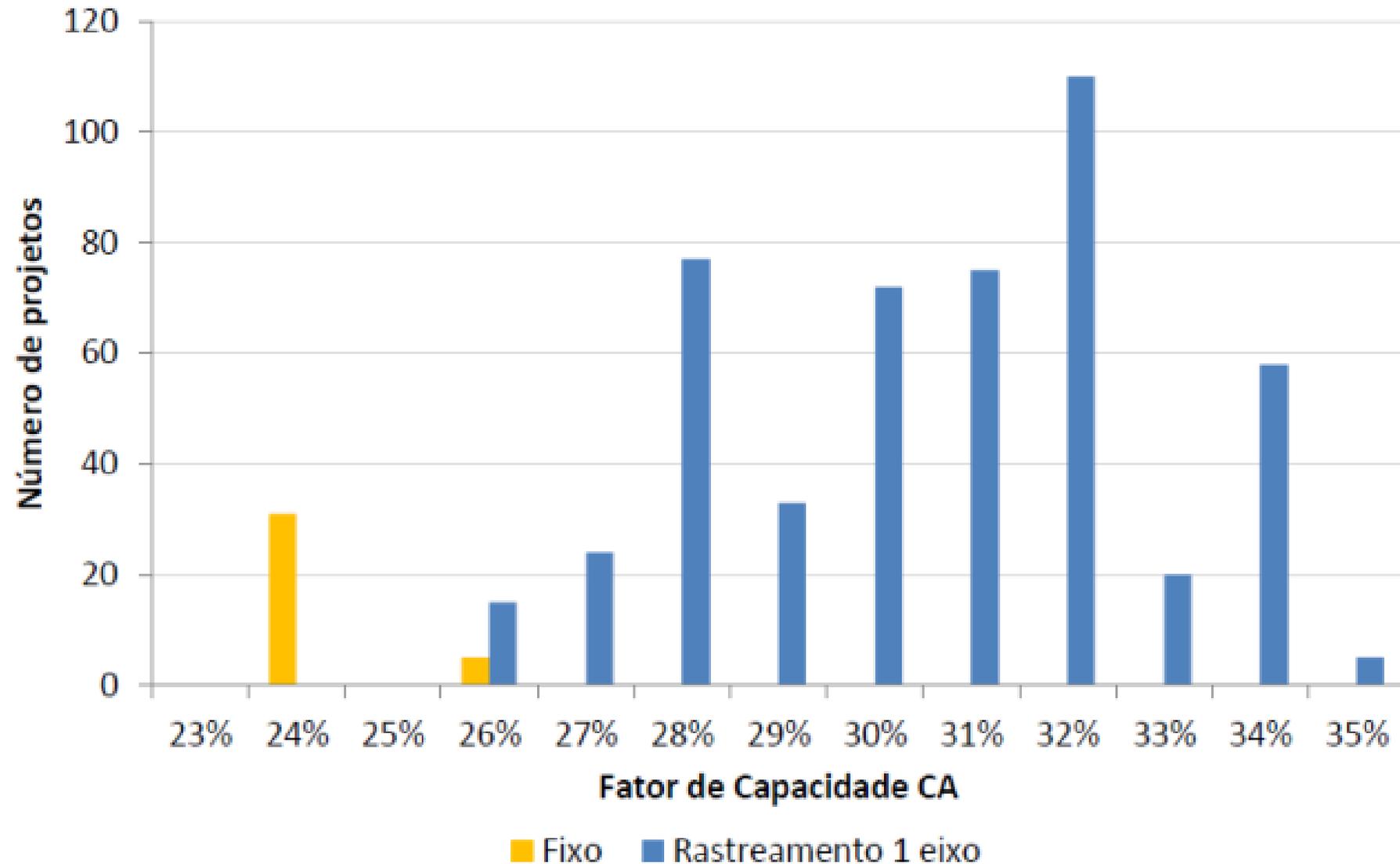
# Resultado da habilitação técnica de empreendimentos fotovoltaicos nos últimos Leilões de Energia



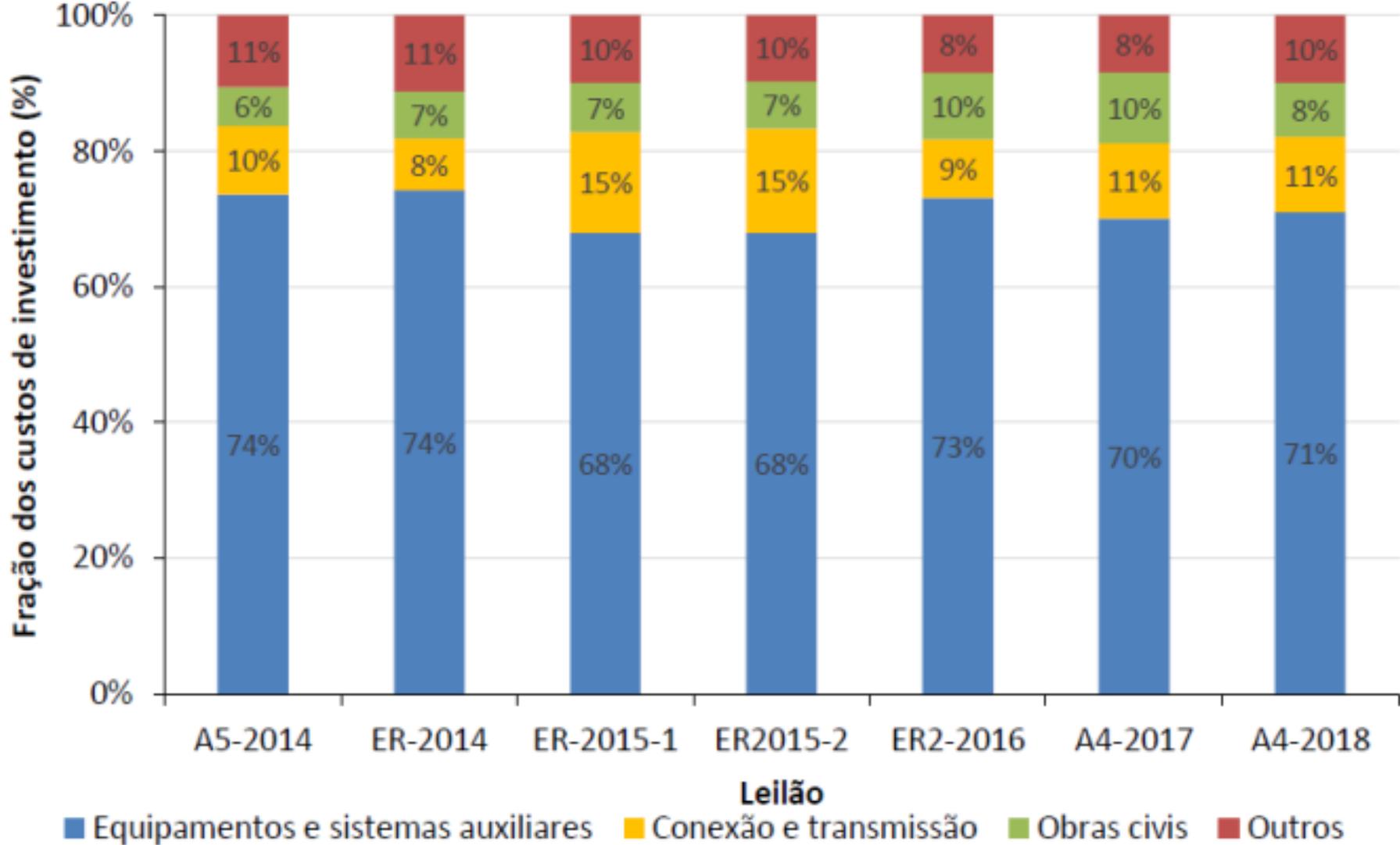
# Proporção da potência CC, por tecnologia, a cada leilão, dos projetos habilitados tecnicamente



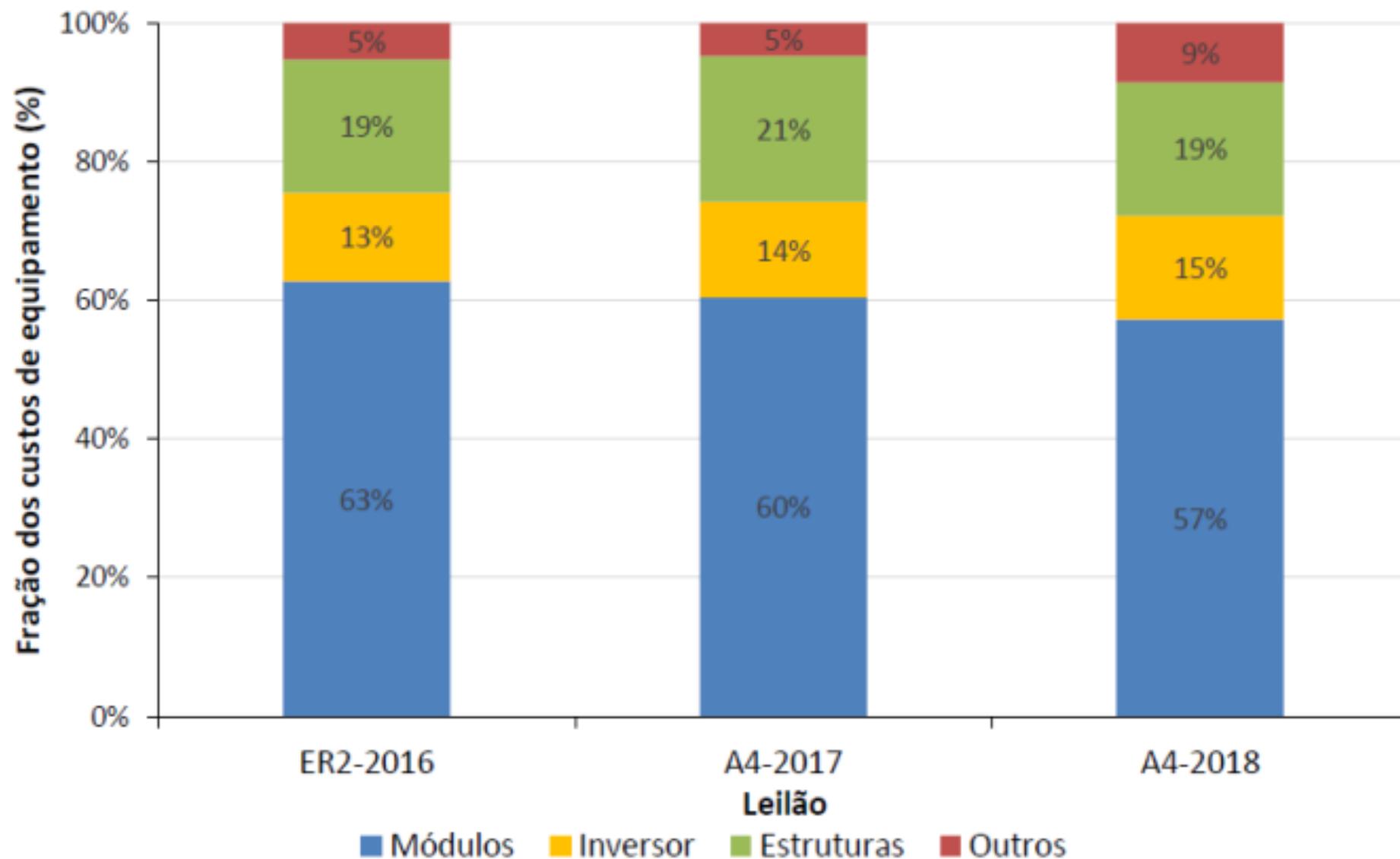
# Histograma de Fatores de capacidade dos projetos habilitados no A-4/2018 (base Potência Habilitada/CA)



# Peso relativo dos custos no orçamento total dos projetos



# Distribuição dos Custos de Equipamentos dos projetos habilitados

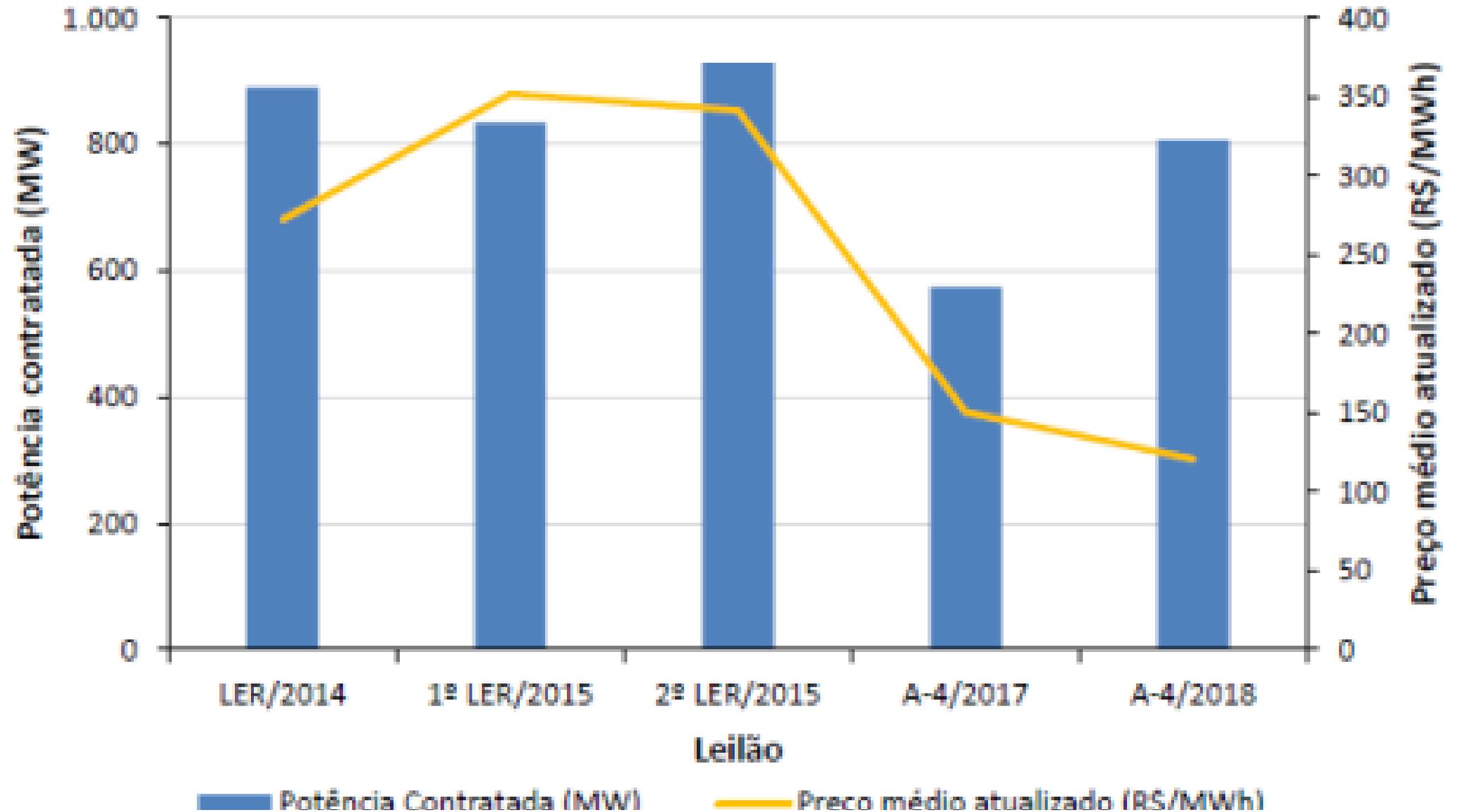


# Quantidades comercializadas e preços de venda a cada leilão

Leilão	Projetos contratados	Potência comercializada (MW)	Preço-teto (R\$/MWh)	Preço médio na data do leilão (R\$/MWh)	Preço médio atualizado <sup>4</sup> (R\$/MWh)
LER/2014	31	890	262,0	215,1	272,5
1º LER/2015	30	834	349,0	301,79	351,85
2º LER/2015	33	929	381,0	297,75	341,72
A-4/2017	20	574	329,0	145,7	150,5
A-4/2018	29	807	312,0	118,1	120,6

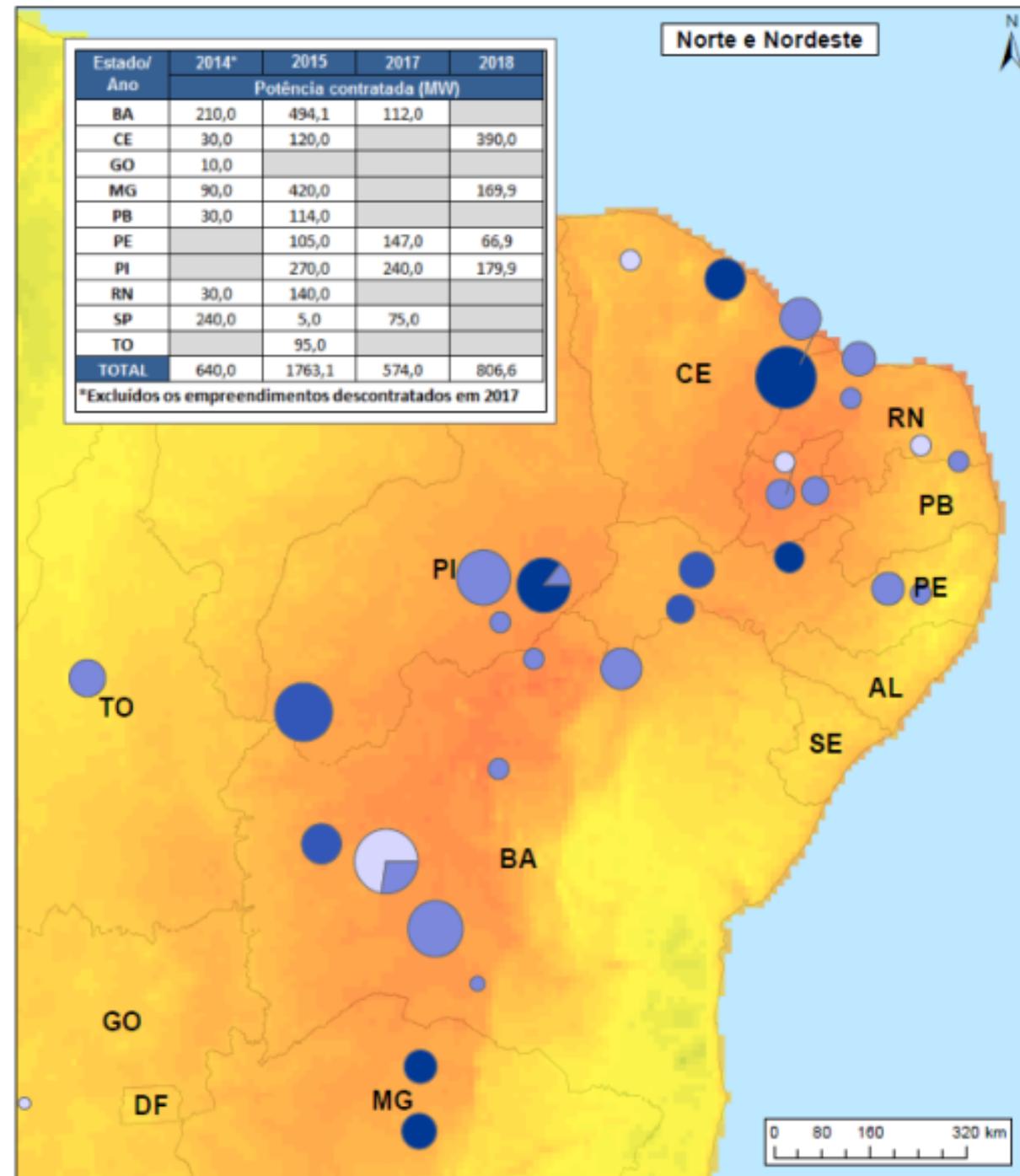
**4.044 MW**

# Potências contratadas e preços médios a cada leilão



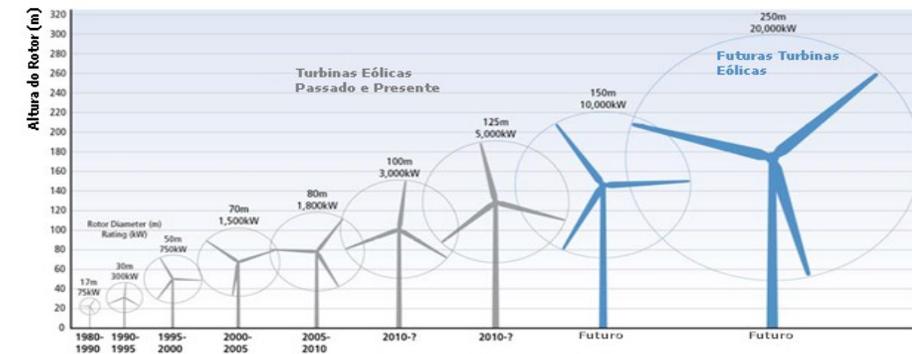
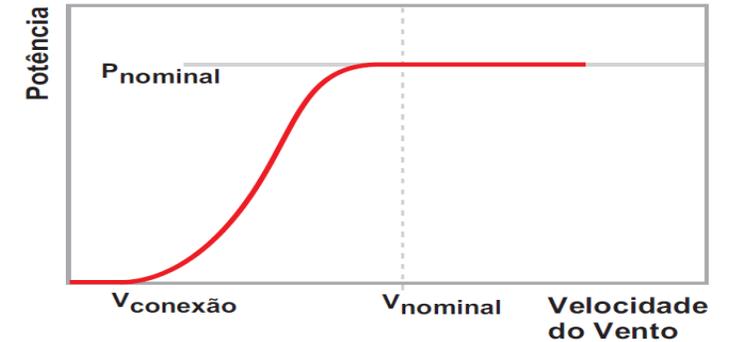
# UFV - VENCEDORES

Empreendimentos Fotovoltaicos  
Vendedores nos Leilões de Energia  
(potência agregada por município)

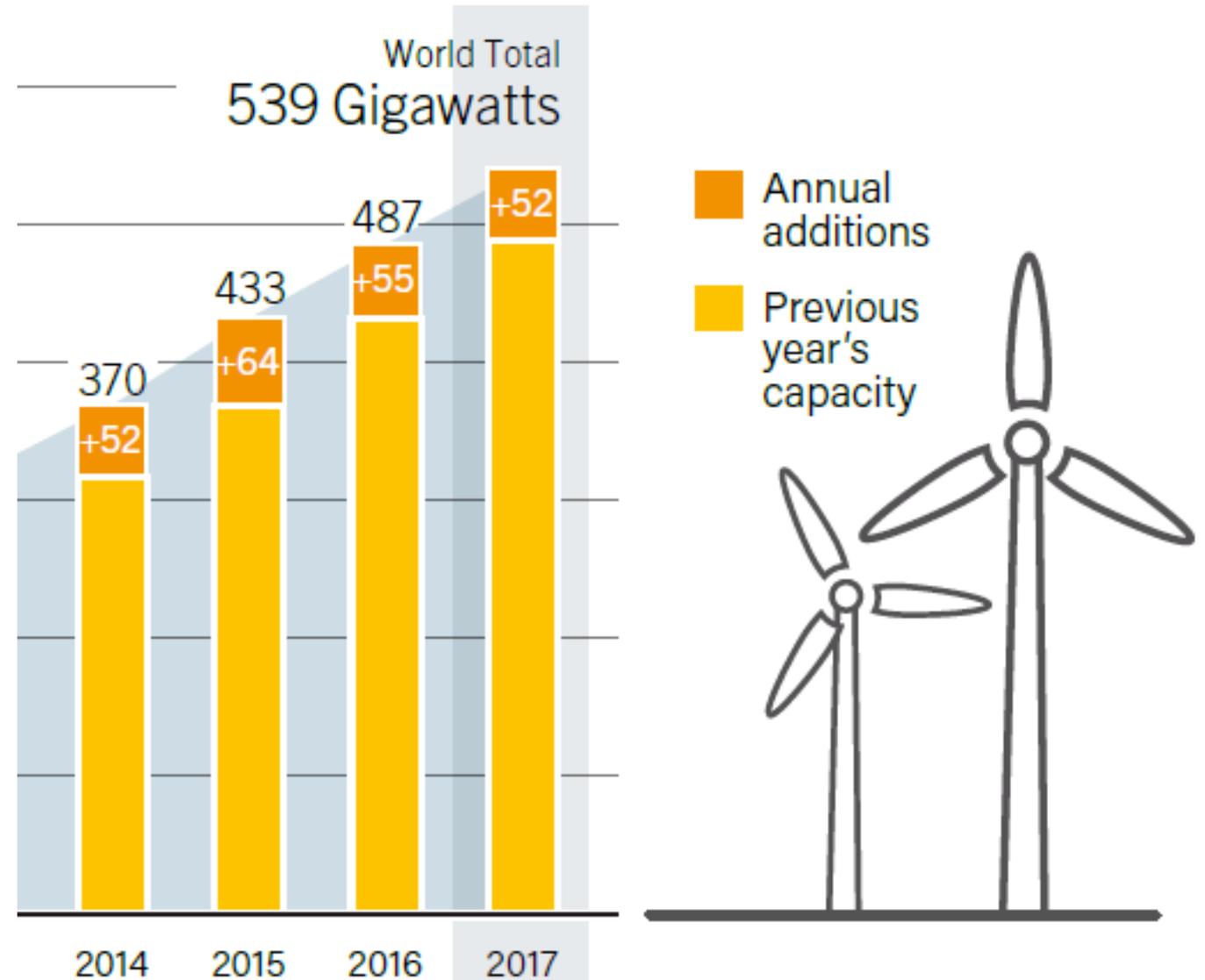


# Energia Eólica

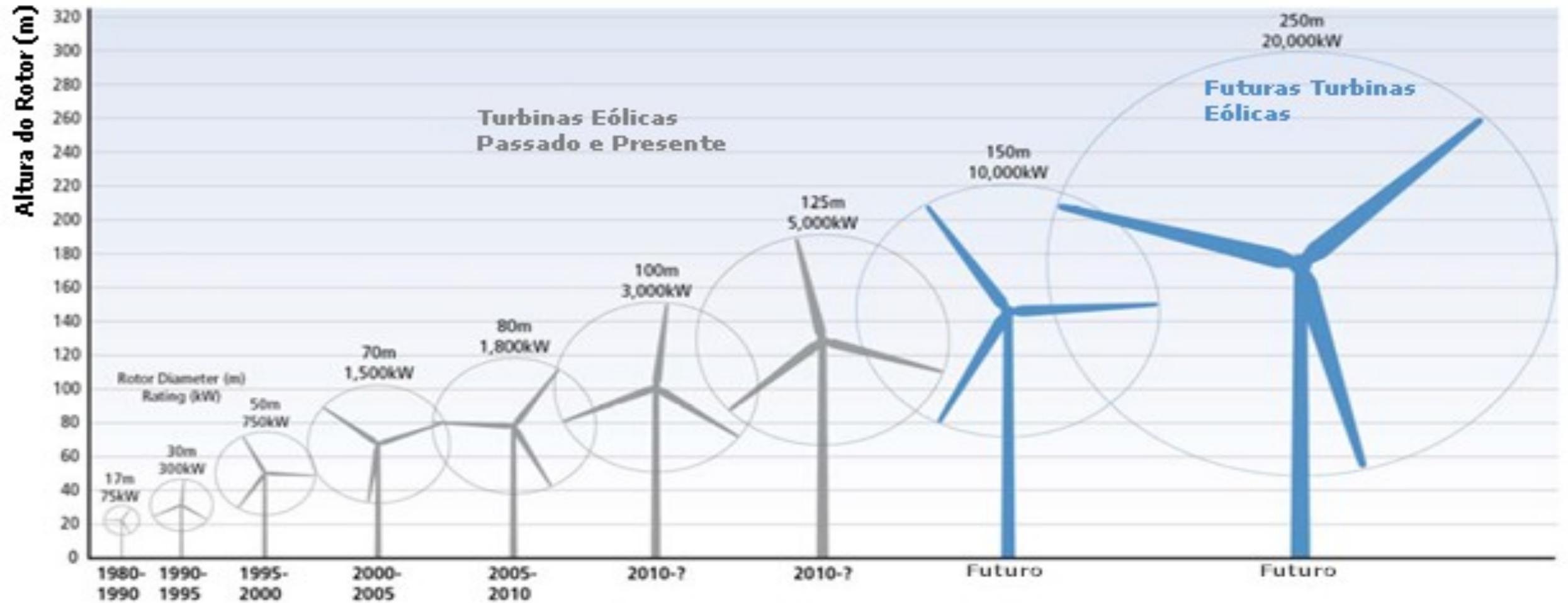
- Recurso solar criado pela diferença de temperatura entre mar, terra e ar e pelo gradient de temperatura entre equador e pólos
- Energia intermitente: diária e sazonalmente
- Área varrida pela pá e velocidade local do vento
- Tecnologia disponível de W a MW
- *On-shore e off-shore*
- Limites impostos por eficiência de conversão das turbinas, interferência das demais máquinas nas fazendas, intrusão visual, etc,



# Energia Eólica: Situação Global



# Aerogeradores em fazendas eólicas



# The London Array

- Alsthon
- 6 MW
- Pá: 73 m
- 100 m acima do mar
- 175 turbinas
- 630 MW
- 925.000 ton CO<sub>2</sub>/ano



# Maior pá: 88,5 m



- Turbina eólica AD 8-180, da Adwen
- 8 MW
- 180 metros de diâmetro do rotor.

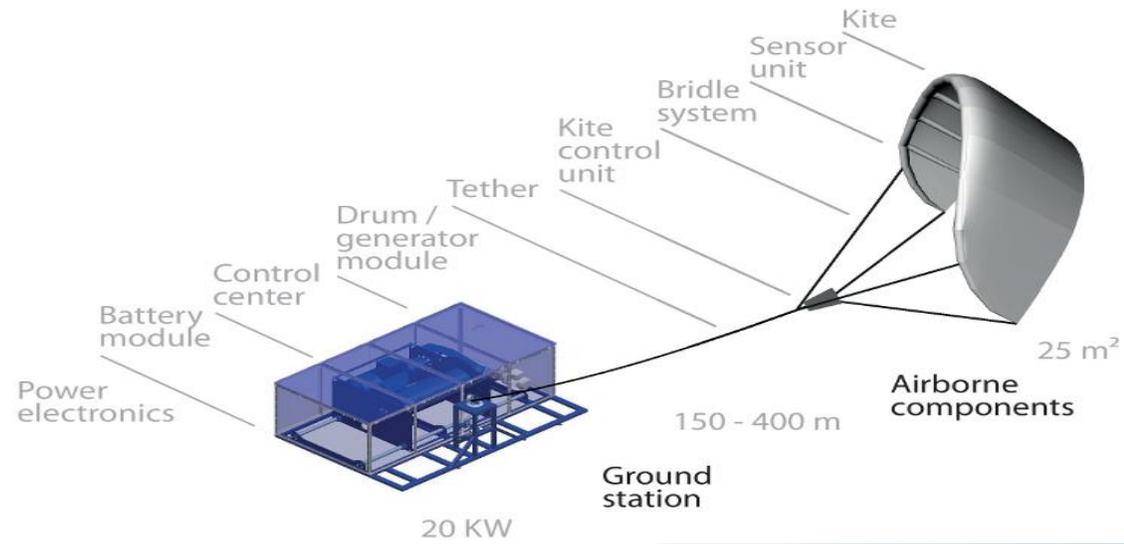


# Sem pás

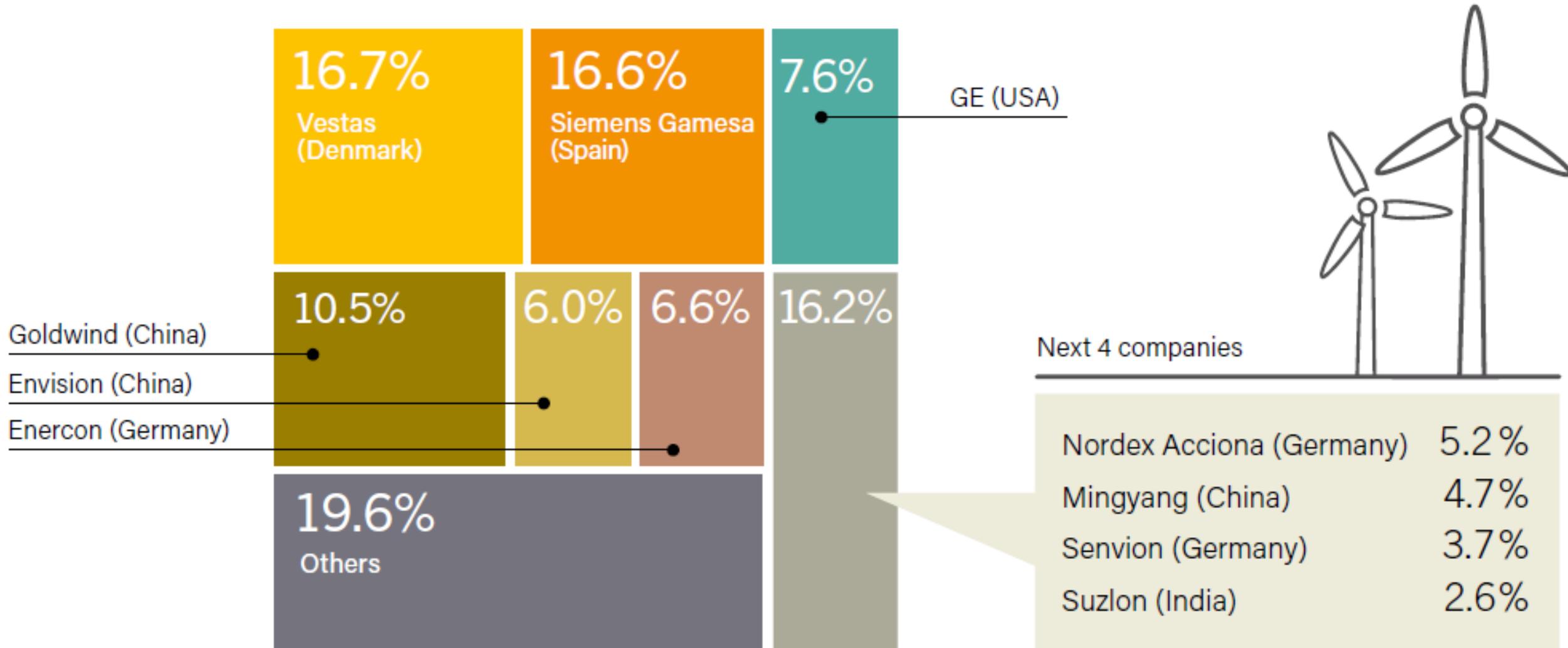
- A estrutura de um Vortex Mini tem pouco mais de 12 metros de altura, e o cone pesa apenas 3,8 Kg



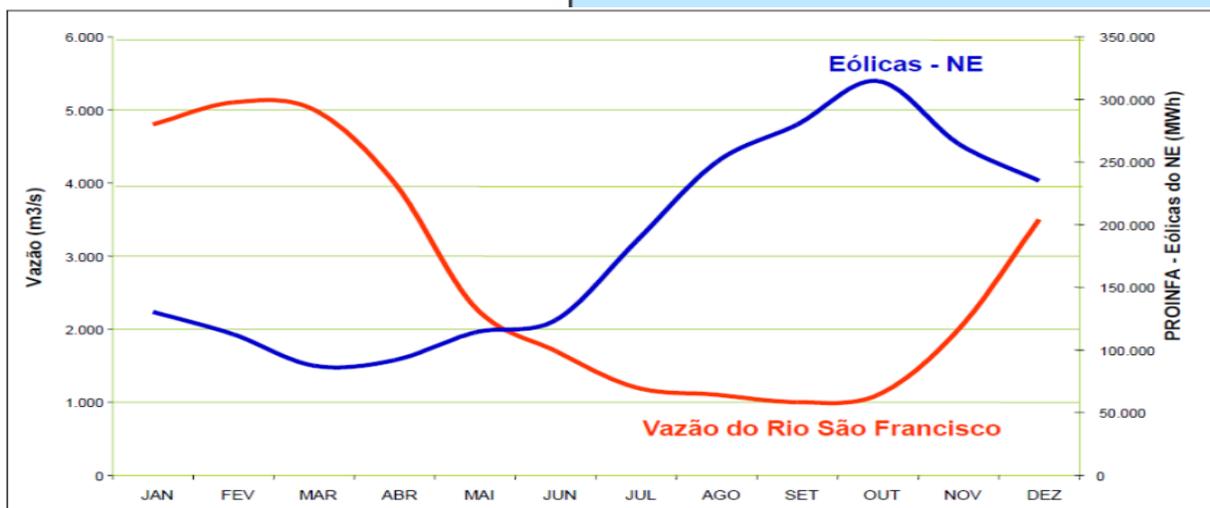
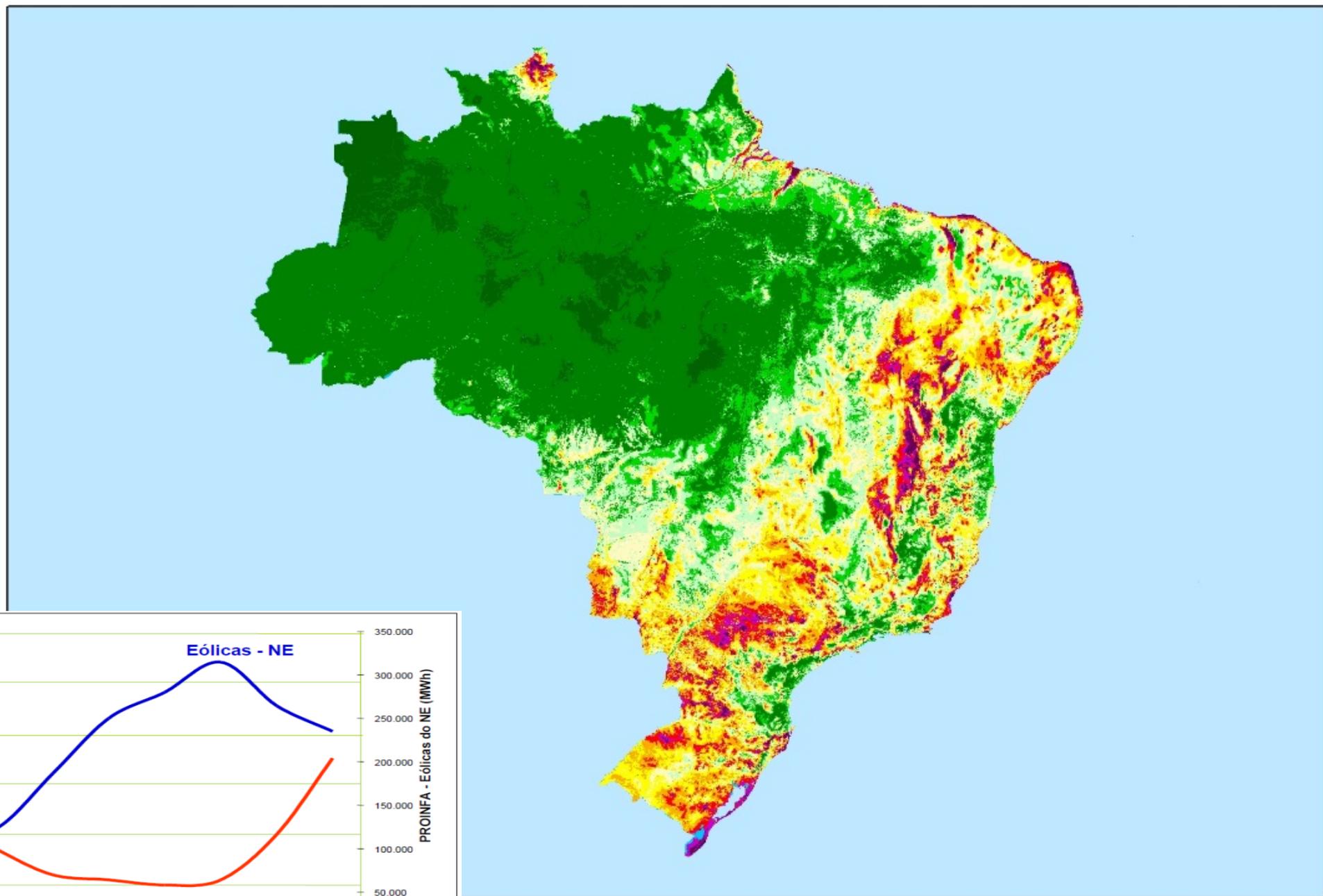
# Kite wind turbines



# Fabricantes de Eólica - % do Mercado



# Eólica no Brasil



# Situação de energia eólica no Brasil

Viabilização PROINFA	LER 2009	LER 2010	LFA 2010	LER 2011	A-3 2011	A-5 2011	LER 2013	A-3 2013	A-5 Dez/2013	A-3 2014	
Potência (MW)	1.297,0	1.820,2	548,2	1.293,4	592,8	1.026,3	822,1	1.108,6	763,7	1.403,2	471,1
Nº de Parques	52	67	20	48	23	45	33	47	38	64	18

Viabilização	LER 2014	A-5 Nov/2014	LFA 2015	A-3 2015	LER Nov/2015	A-4 2017	A-6 2017	A-4 2018	A-6 2018	Mercado Livre
Potência (MW)	740,6	925,5	90,0	518,2	551,3	64,0	1.399,6	114,4	1.136,3	2.059,8
Nº de Parques	31	36	3	19	20	2	49	4	44	91



Usinas instaladas no Brasil

**530**



Capacidade instalada (GW)

**13,30**



Redução de CO2 (T/ano)

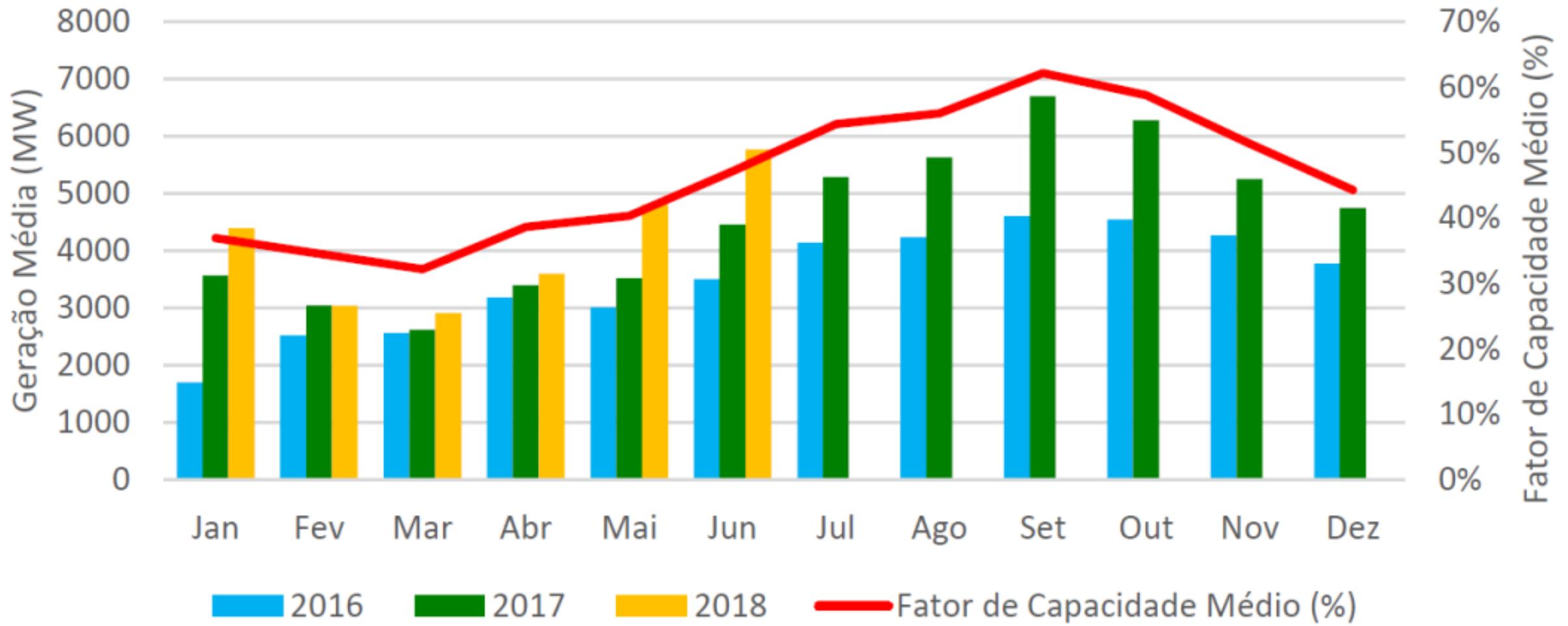
**23.000.000**



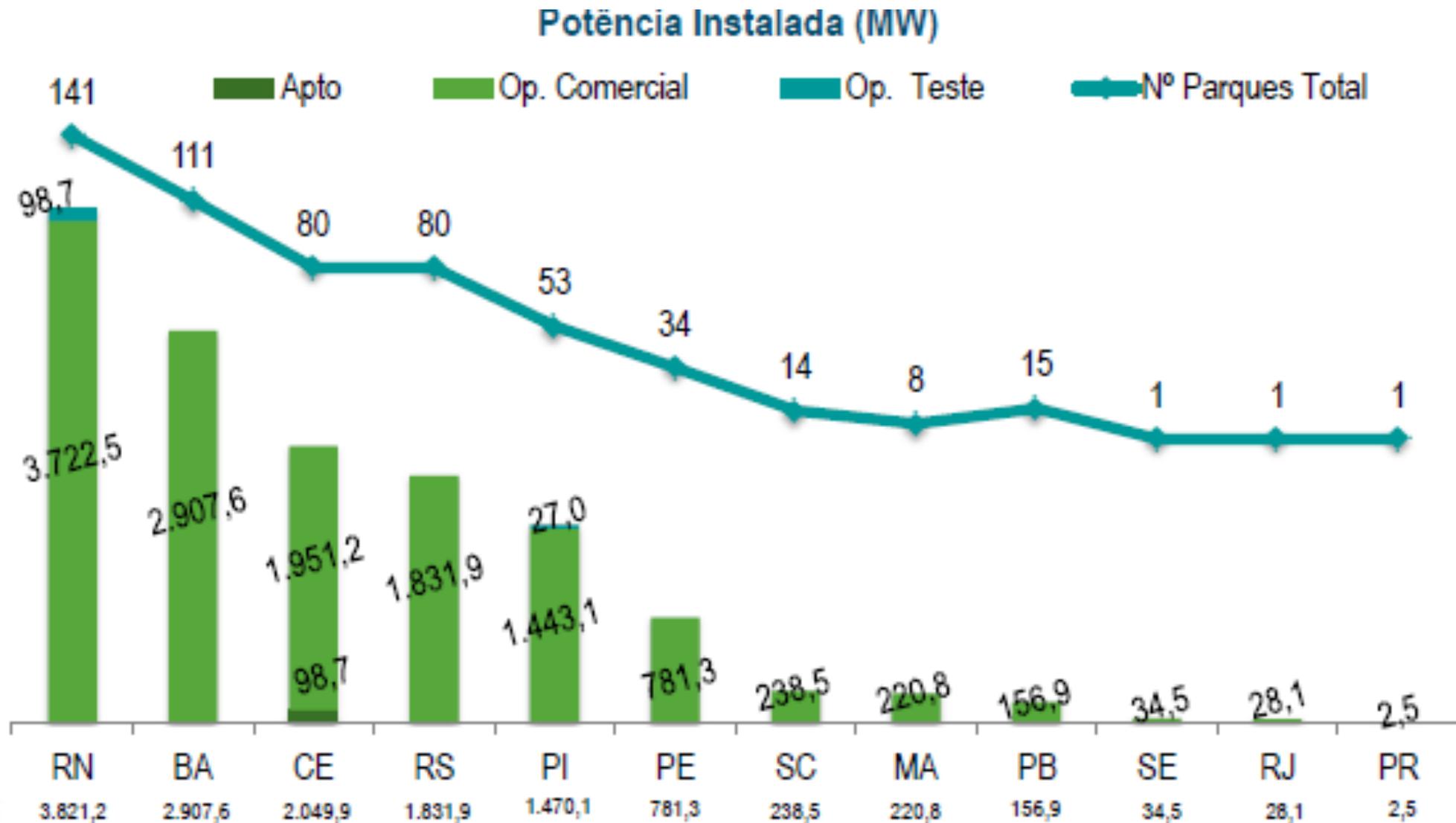
Capacidade em Construção

**4,65 GW**

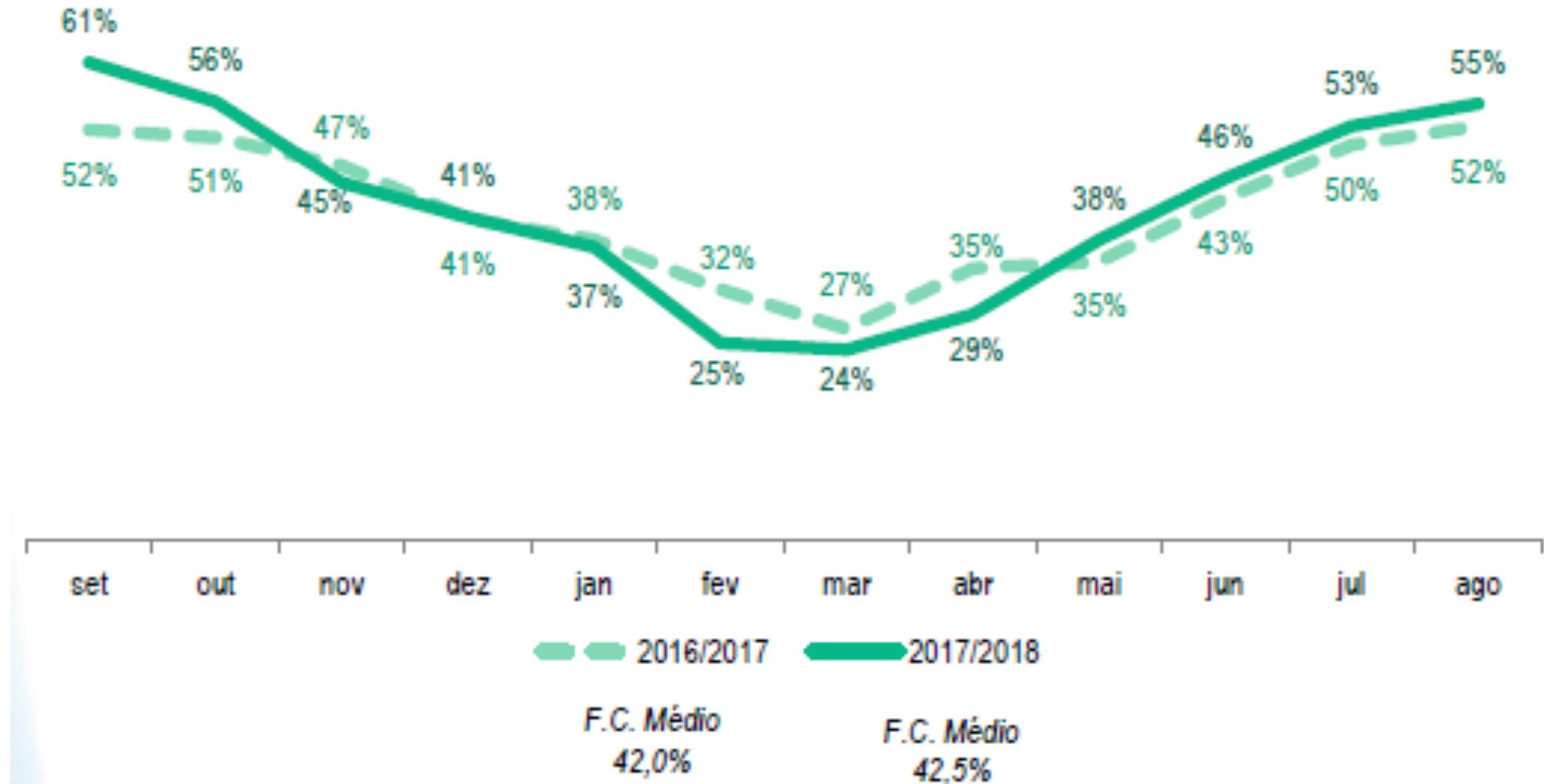
## Geração Eólica no SIN (MWmed)

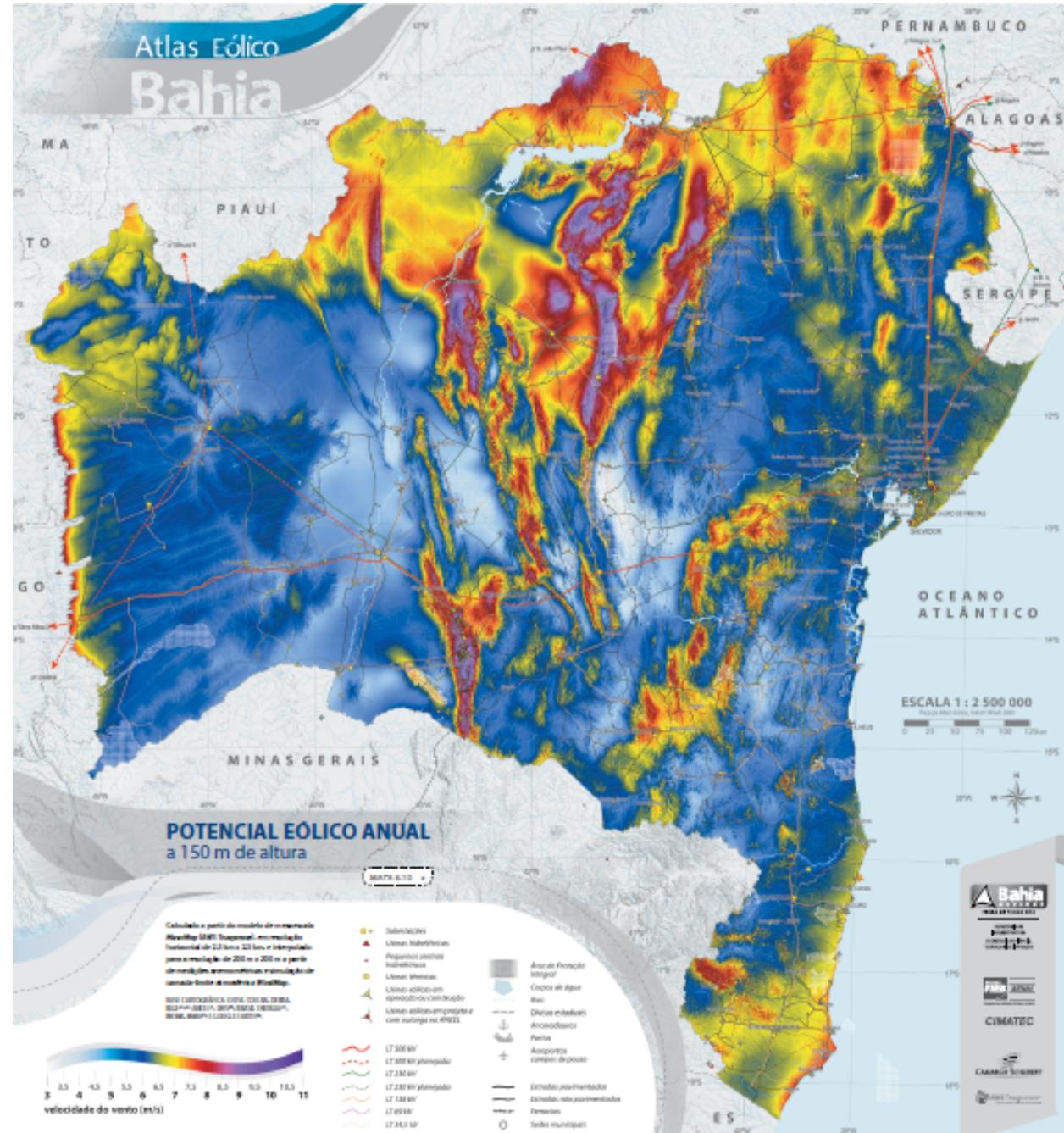
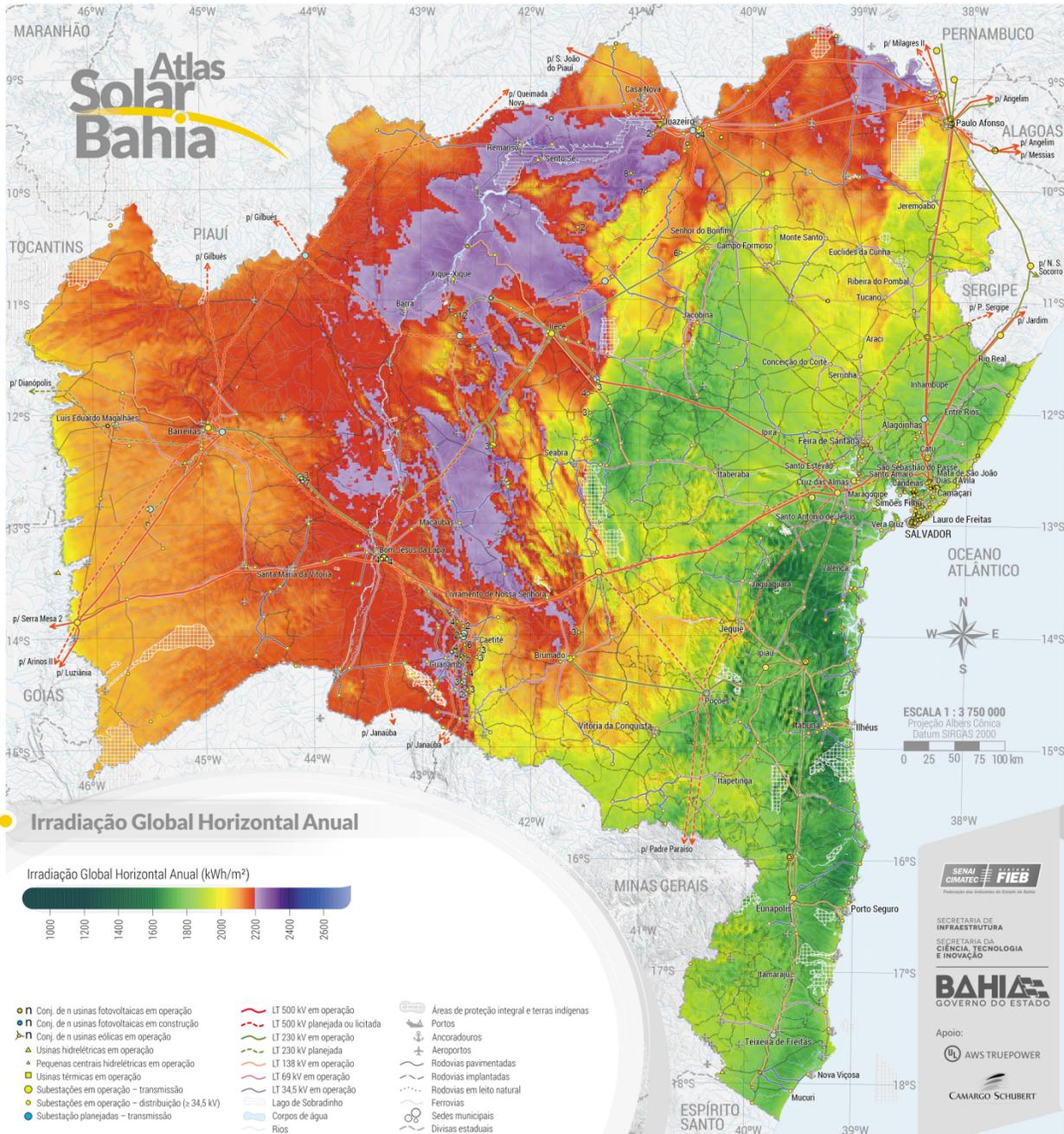


# Situação dos parques eólicos



# Fator de capacidade da energia eólica





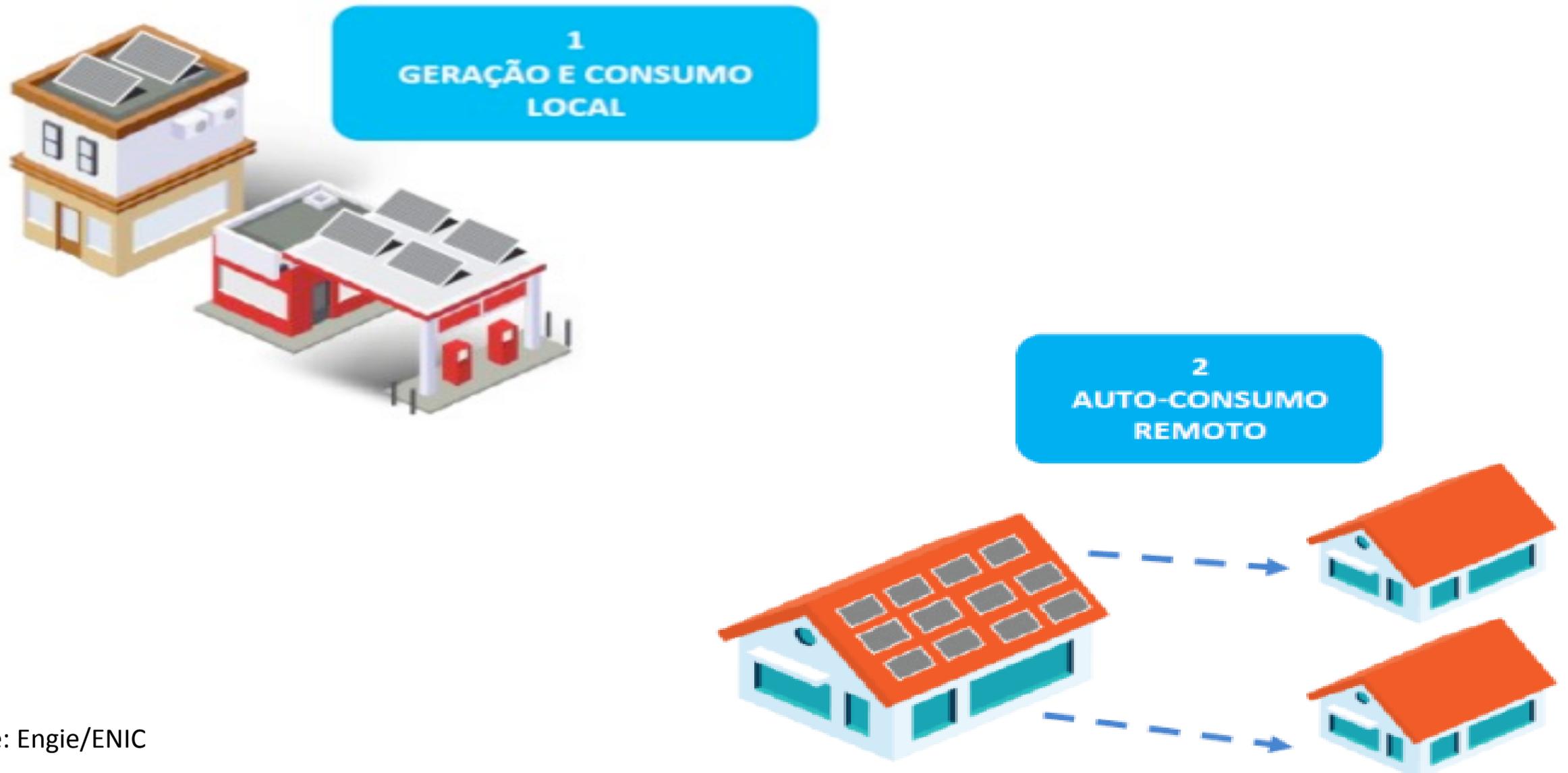
Faixa de Irradiação Anual (kWh/m <sup>2</sup> )	Superfície			Silício Cristalino	
	(km <sup>2</sup> )	% Total	% Útil	Fixo (MW)	Rastreador (MW)
< 1.800	33.344	5,9%	10,2%	133.376	106.701
1.800 - 1.900	54.444	9,6%	16,7%	217.776	174.221
1.900 - 2.000	37.944	6,7%	11,6%	151.776	121.421
2.000 - 2.100	46.200	8,2%	14,2%	184.800	147.840
2.100 - 2.200	129.184	22,9%	39,6%	516.736	413.389
> 2.200	25.256	4,5%	7,7%	101.024	80.819
Áreas excluídas	238.876	42,3%			

ALTURA [m]	VENTO [m/s]	ÁREA [km <sup>2</sup> ]	POTÊNCIA INSTALÁVEL [GW]	FATOR DE CAPACIDADE	ENERGIA ANUAL [TWh]	VENTO [m/s]	ÁREA [km <sup>2</sup> ]	POTÊNCIA INSTALÁVEL [GW]	ENERGIA ANUAL [TWh]
150	6,0 - 6,5	76220	198,1	32%	550,1	≥ 6,0	218164	566,5	1884,8
	6,5 - 7,0	66765	173,2	37%	568,2	≥ 6,5	141945	368,4	1334,7
	7,0 - 7,5	43635	113,3	42%	421,1	≥ 7,0	75180	195,2	766,5
	7,5 - 8,0	18902	49,1	47%	203,9	≥ 7,5	31544	82,0	345,4
	8,0 - 8,5	7409	19,3	47%	80,0	≥ 8,0	12642	32,9	141,5
	8,5 - 9,0	3403	8,8	51%	39,8	≥ 8,5	5233	13,6	61,5
	9,0 - 9,5	1263	3,3	51%	14,8	≥ 9,0	1831	4,8	21,6
	≥ 9,5	568	1,5	53%	6,9	≥ 9,5	568	1,5	6,9

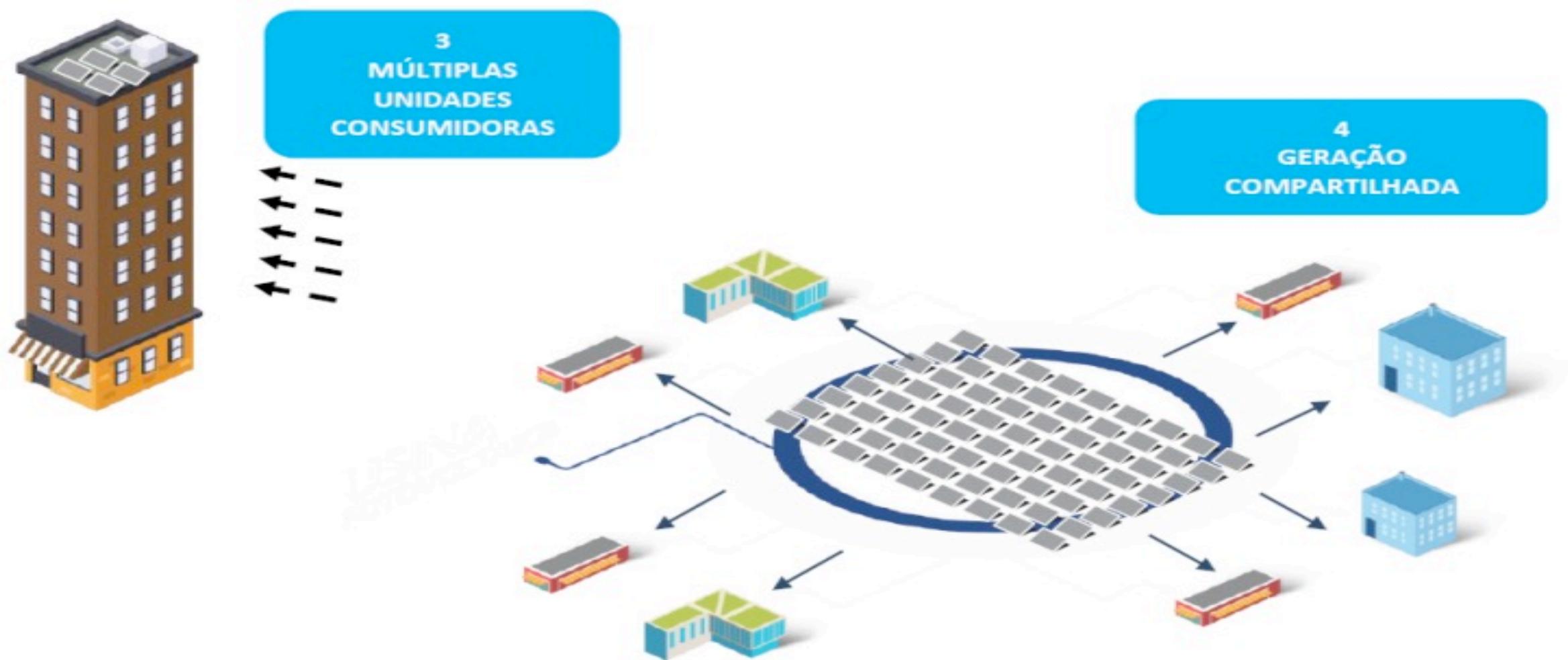
# Política Regulatória de GD no Brasil

- Resolução Normativa ANEEL 482/12 e suas revisões 687/15 e 786/2017
- Acesso da microgeração (até 75 kW) e minigeração distribuída (até 5 MW) aos sistemas de distribuição
- Sistema de compensação de energia elétrica (5 anos)
  - Autoconsumo remoto
  - Geração compartilhada
  - Empreendimento com múltiplas unidades
- Revisão em 2019

# A Geração Distribuída no Brasil



# A Geração Distribuída no Brasil

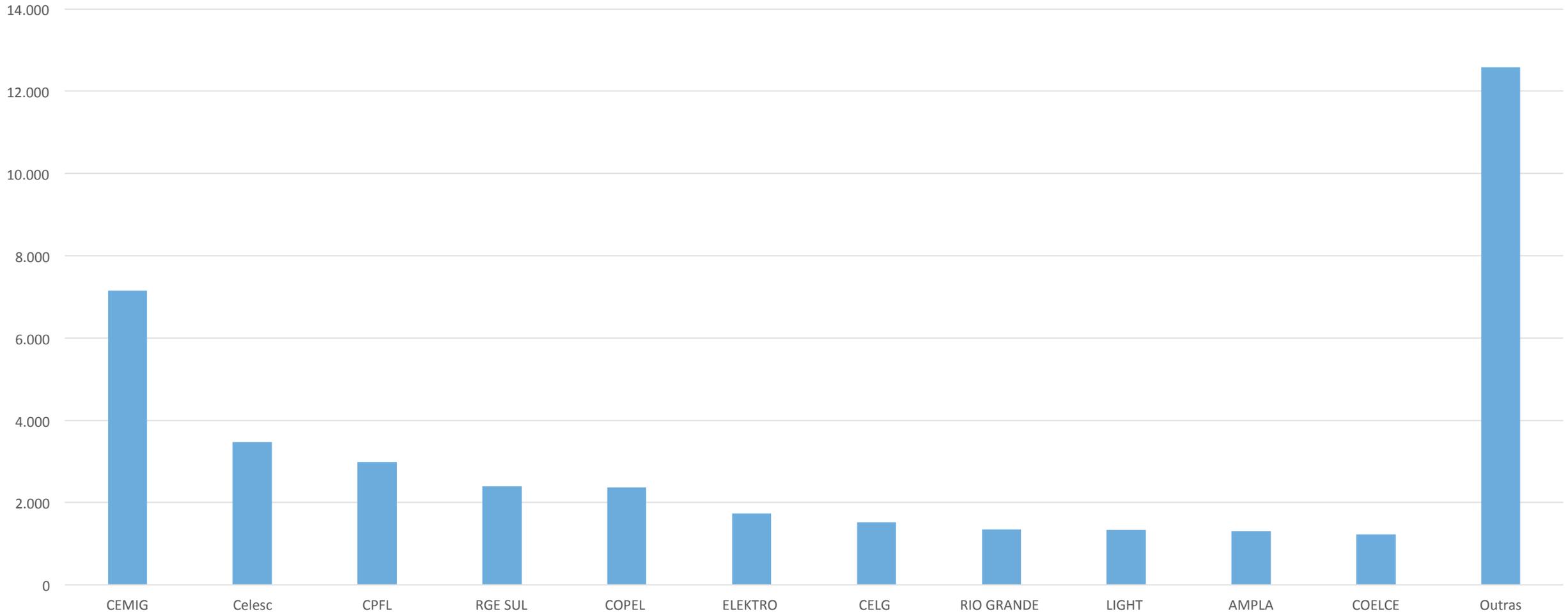


# Geração compartilhada (REN 482/12)

- Reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão;
- Consórcio ou cooperativa (composta por pessoa física ou jurídica);
- GD em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada

# Projetos de Micro e Mini Geração

Número de Projetos



**39.418:** 39.190 Solares => 99,4 %

**477 MW:** 381 MW Solar

# Contribuições à Audiência Pública sobre GD

- (i) solicitações de ampliação do conceito de geração compartilhada;
- (ii) definição de potência instalada para sistemas fotovoltaicos;
- (iii) necessidade de melhoria no procedimento de acesso;
- (iv) eventual obrigatoriedade de limitação dos sistemas de geração distribuída às cargas existentes no local de instalação;
- (v) avaliação sobre impactos de eventuais subsídios cruzados existentes no Sistema de Compensação
- (vi) aprimoramento dos procedimentos de faturamento das unidades participantes do Sistema de Compensação.

# Revisão da Resolução até 31 de dezembro de 2019

## **Concessionárias**

- Estabilidade regulatória
- Espiral da morte
- Regressividade das tarifas (*decoupling*)
- Tarifas de fio e Energia
- Potência instalada (conceito e aumento)
- Centrais pré-existentes (registro, concessão, permissão, autorização)
- Armazenamento
- Subsídios cruzados

## **Stakeholders da GD**

- Expansão da GD
- Novos entrantes
- Concorrência ampla
- Prazo de vigência dos créditos
- Ampliação dos conceitos
- Retroatividade das alterações
- Impacto no pay-back
- Eventual teto para compensação

# Gestão Empresarial

- Leilões (PIE)
- Consumidores Livres (ACL)
- Geração distribuída em leilões pela concessionária
- Micro e mini-geração
- Privatização e/ou venda de participações

# Obrigado pela atenção

Oswaldo Soliano

IHAC/UFBA

[osvaldo.soliano@ufba.br](mailto:osvaldo.soliano@ufba.br)