

# Introdução aos Sistemas Fotovoltaicos

## Perguntas e Respostas

Conteúdo elaborado por:

Gustavo Vaz Gontijo – Vaz Gontijo Consultoria

Data:

04 de setembro de 2020

Moderação



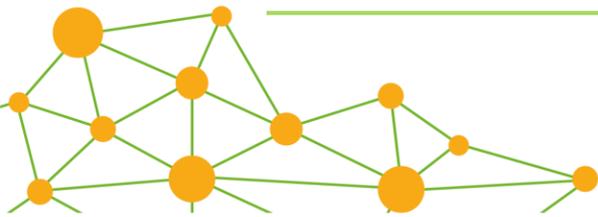
Coordenação



Realização



MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA



Este material é integrante do  
**Acervo Técnico** da



Acesse o acervo completo em  
<http://www.mme.gov.br/redee/>



Moderação



Coordenação



Realização



Por meio de:



MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA





# Qual é a potência FV instalada no Brasil?

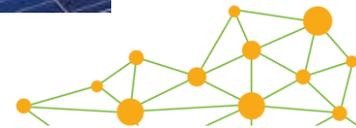
Geração Centralizada  
2.932,4 MW



Micro e Minigeração Distribuída  
3.204,1 MW

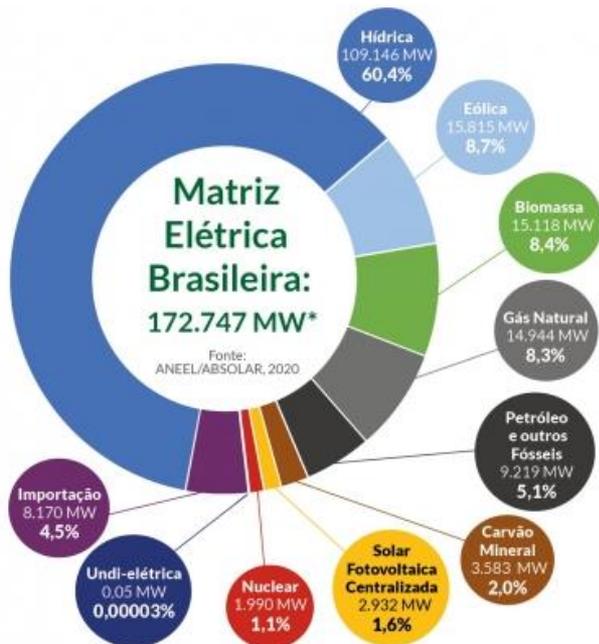


Potência Operacional Total  
6.136,5 MW

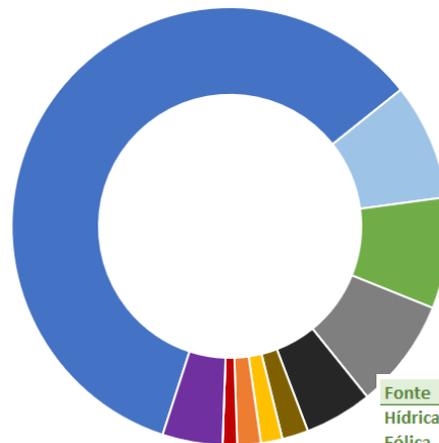




# Qual foi participação da energia solar FV na matriz brasileira em 2019?



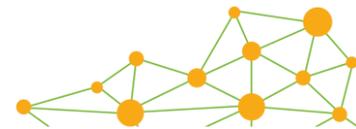
\*A potência total da matriz não inclui a importação.



Fonte	%
Hídrica	59,3%
Eólica	8,6%
Biomassa	8,2%
Gás natural	8,1%
Petróleo e outros fósseis	5,0%
Carvão mineral	1,9%
Solar fotovoltaica centralizada	1,6%
Solar fotovoltaica distribuída	1,7%
Nuclear	1,1%
Undi-elétrica	0,00003%
Importação	4,4%



# Quantas unidades consumidoras já contam com GD fotovoltaica?



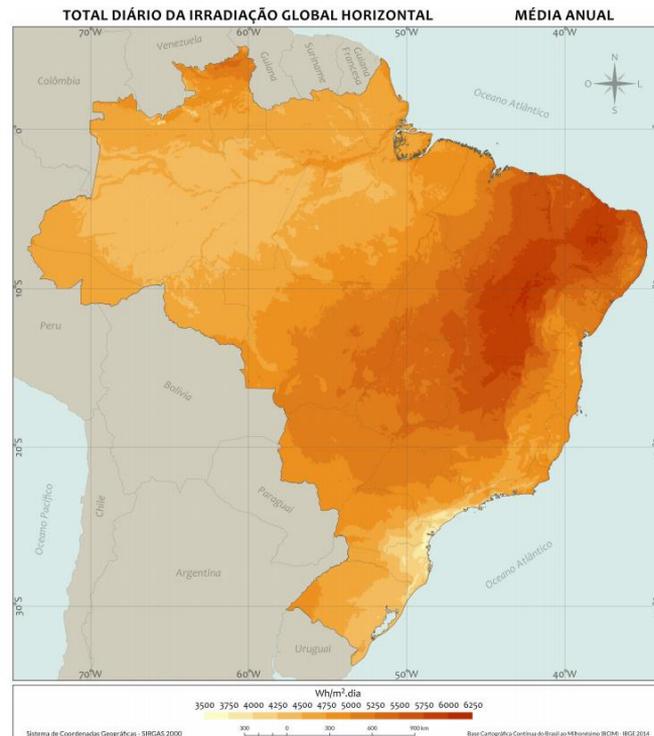


# Qual é a irradiação solar (global horizontal) anual no Brasil por m<sup>2</sup>?



- (quanta energia chega no solo por m<sup>2</sup> no ano)

Brasília: 3800 Wh/m<sup>2</sup>.dia (junho)  
6800 Wh/m<sup>2</sup>.dia (outubro)  
5600 Wh/m<sup>2</sup>.dia (média anual)

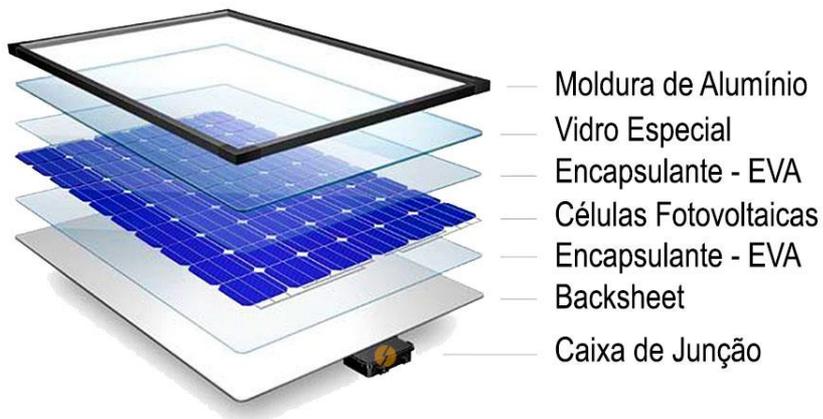




# Qual é a eficiência de um módulo solar FV?

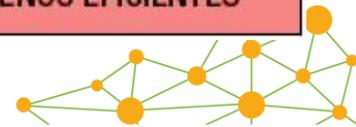


Que percentual da energia incidente um módulo consegue transformar em eletricidade?



- A eficiência é medida em condições STC:
  - Temperatura da célula: 25 °C
  - Irradiação solar: 1000 W/m<sup>2</sup>
  - Massa de ar: 1,5

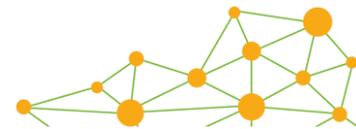
eficiência	percentual do total de painéis produzidos	de uma forma simples
<b>&gt;=18%</b>	~ 10%	<b>OS PAINÉIS MAIS EFICIENTES</b>
<b>17-17.9%</b>	~ 30%	<b>ACIMA DA MÉDIA DE EFICIÊNCIA</b>
<b>16-16.9%</b>	~ 30%	<b>EFICIÊNCIA OK</b>
<b>15-15.9%</b>	~ 20%	<b>ABAIXO DA MÉDIA DE EFICIÊNCIA</b>
<b>&lt;15.0%</b>	~ 10%	<b>OS PAINÉIS MENOS EFICIENTES</b>





# Quais são os componentes de um sistema FV?

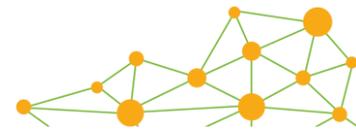
- Módulo fotovoltaico
- Inversor fotovoltaico
- Estrutura de suporte e fixação
- Stringbox (DPS, Fusível, Disjuntor, Chave seccionadora, etc.)
- Condutores: cabos solares e conectores MC-4





# Para que serve o inversor?

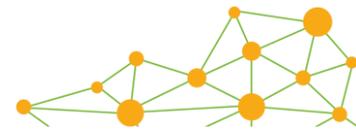
- O inversor converte a energia elétrica de corrente contínua (CC) a corrente alternada (CA).





# Para quem pode ser vendida a energia gerada no telhado?

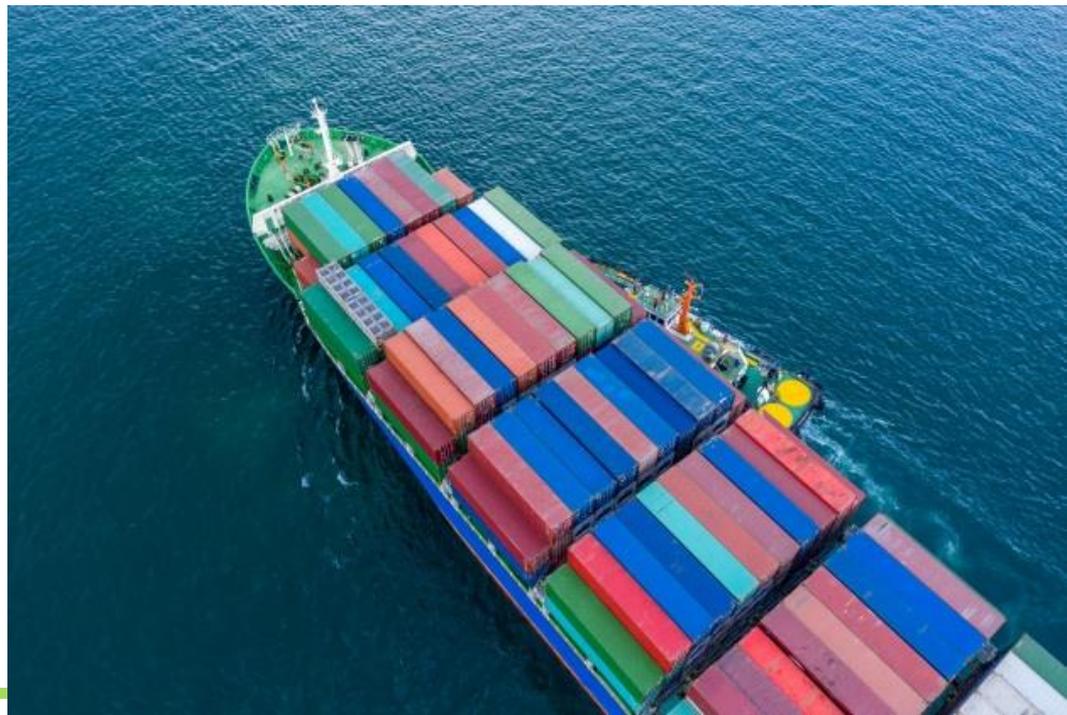
- Não se pode vender
- Autoconsumo remoto





# Qual foi o volume de importação de módulos FV em 2019?

- 2,5 GW
- Equivalente a aproximadamente 8 milhões de módulos



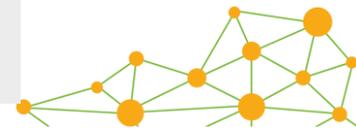


# Qual é o estado brasileiro com maior potência instalada?



## Geração Distribuída Ranking Estadual

Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2020.



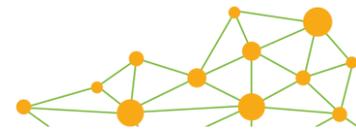


# Qual é a cidade brasileira com maior potência instalada?



## Ranking Municipal

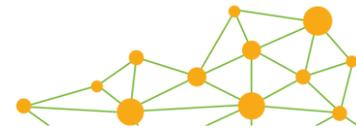
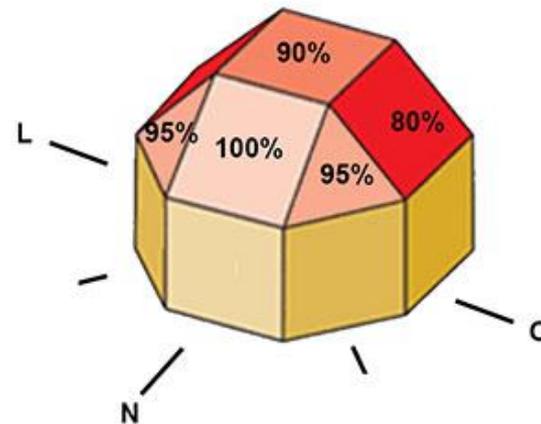
Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2020.





# Qual é a orientação ideal do módulo FV?

- Oposta ao hemisfério em que se encontra.
- Ângulo de inclinação numericamente igual à latitude em que se encontra.





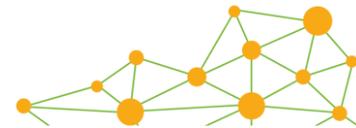
# Existem fabricantes brasileiros de módulos FV?

- Sim

## São mais baratos ou mais caros que os importados?

- Em média, 30% mais caros

\*Plano de nacionalização progressiva do BNDES



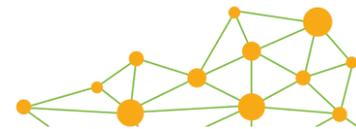


# Quais são os fatores em campo que afetam a eficiência do módulo FV

- Orientação
- Inclinação
- Sombreamento
- Sujeira
- **Temperatura**

## THERMAL CHARACTERISTICS

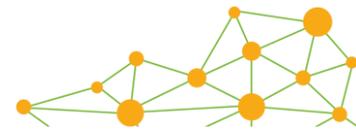
Nominal operating cell temperature	NOCT	°C	46 +/- 2
Temperature coefficient of $P_{max}$	$\gamma$	%/°C	-0.42
Temperature coefficient of $V_{oc}$	$\beta_{Voc}$	%/°C	-0.31
Temperature coefficient of $I_{sc}$	$\alpha_{Isc}$	%/°C	0.04
Temperature coefficient of $V_{mpp}$	$\beta_{Vmpp}$	%/°C	-0.41





# Quais são fatores limitantes no dimensionamento do sistema FV para instalação local?

- Área disponível
- Demanda contratada





# Qual é a área necessária para a instalação de 1 kWp?

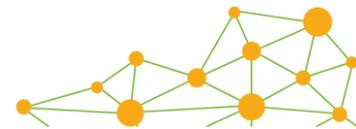
- 1 módulo típico de 0,33 kWp tem área de 2 m<sup>2</sup>
- Cada 1 kWp utiliza 6 m<sup>2</sup> de área de superfície de módulo
- Área de telhado necessária: ~ 7 m<sup>2</sup> / kWp
- Área de solo necessária: ~ 10 m<sup>2</sup> / kWp





# Como a demanda contratada limita o dimensionamento do sistema FV?

- A potência do sistema é limitada à demanda contratada
- Um aumento de demanda pode ser avaliado
- O aumento da demanda contratada pode acarretar aumento de carga (→ transformador → cabos → proteção)



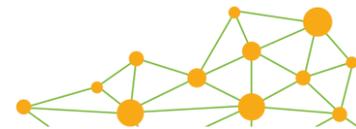


# Quantos kg de CO<sub>2</sub> são deixados de emitir a cada 1 MWh gerado por FV?

- Fator médio de emissão de CO<sub>2</sub> do Sistema Interligado Nacional em 2019:

75 kg de CO<sub>2</sub> por cada 1 MWh gerado

Fonte: [MCTIC – Fator médio – Inventários corporativos \(link\)](#)

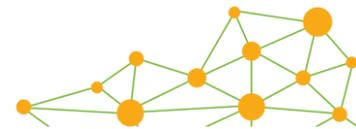




# Quais são as faixas de classificação da Geração Distribuída FV?



- Microgeração: potência instalada de até 75 kW
- Minigeração: potência acima de 75 kW e menor ou igual a 5 MW

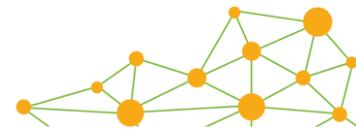




# Como funciona o Sistema de Compensação de Energia para o grupo A?

- Compensação no mesmo posto horário
- Compensação em outro posto horário (fator de adequação)
- Cobrança mínima: demanda contratada

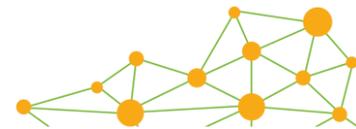
\* [Convênio ICMS 16/2015 \(link\)](#)





# Leitura recomendada

- Resolução Normativa 482/2012  
<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bren2012482.pdf>
- Perguntas e Respostas sobre a aplicação da RN 482/2012  
[https://www.aneel.gov.br/documents/656827/15234696/FAQ+-V3\\_20170524/ab9ec474-7dfd-c98c-6753-267852784d86](https://www.aneel.gov.br/documents/656827/15234696/FAQ+-V3_20170524/ab9ec474-7dfd-c98c-6753-267852784d86)
- Cadernos Temáticos ANEEL – Micro e Minigeração Distribuída: Sistema de Compensação de Energia Elétrica  
<https://www.aneel.gov.br/documents/656877/14913578/Caderno+tematico+Micro+e+Minigera%C3%A7%C3%A3o+Distribuida+-+2+edicao/716e8bb2-83b8-48e9-b4c8-a66d7f655161>
- PRODIST – Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional  
<https://www.aneel.gov.br/prodist>





Realização:



Por meio da:



MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA

