



**Universidade de São Paulo**

BRASIL

**Escola de Engenharia de São Carlos**

## **Curso de Energia Solar Fotovoltaica USP (módulo I)**



[www.sel.eesc.usp.br/cursosolar/](http://www.sel.eesc.usp.br/cursosolar/)

**Prof. Dr. Elmer Pablo Tito Cari**

**Email:elmerpab@sc.usp.br**

# Conteúdo programado

## ▶ Parte I-a: Introdução

**Dia 1**

Conceitos, terminologia, tecnologias, mapas de irradiação solar.

## ▶ Parte I-b: Dimensionamento de sistemas ligado à rede (on-grid) para consumidores do grupo B

## ▶ Parte II: Dimensionamento de um sistema autônomo (off-grid)

## ▶ Parte III: Exposição prática

**Dia 2**

## ▶ Parte IVa: Dimensionamento ongrid para o grupo A

## ▶ Parte IVb: Solicitação de acesso, Segurança de trabalho

## ▶ Fórum de Perguntas e Respostas

# 1.1) Introdução a Sistemas Fotovoltaicos



# Introdução a energia solar fotovoltaica

## Países que mais investiram em Energia Fotovoltaica em 2019

1º		China	30,1 GW
(2º)		União Europeia	16,0 GW
2º		Estados Unidos	13,3 GW
3º		Índia	9,9 GW
4º		Japão	7,0 GW
5º		Vietnã	4,8 GW
6º		Espanha (UE)	4,4 GW
7º		Alemanha (UE)	3,9 GW
8º		Austrália	3,7 GW
9º		Ucrânia	3,5 GW
10º		Coréia do Sul	3,1 GW

## Países que lideram no mundo na potencia fotovoltaica acumulada 2019

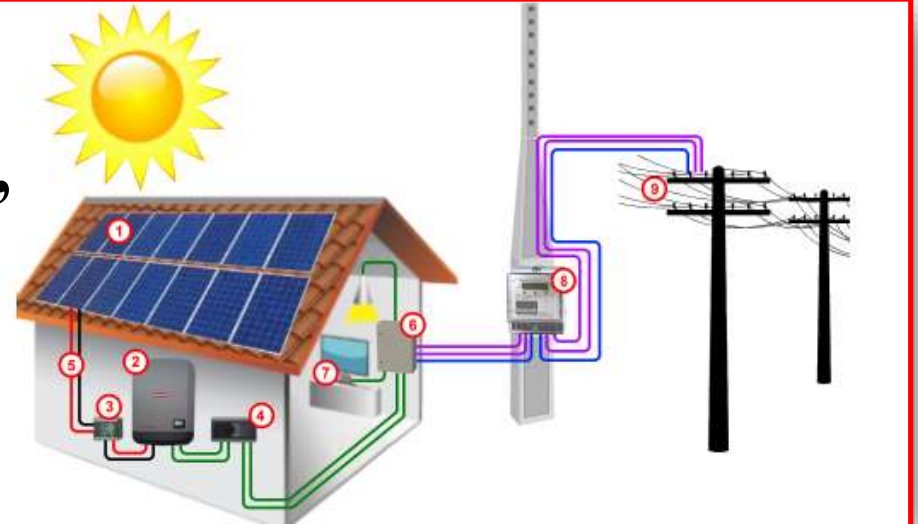
1º		China	204,7 GW
(2º)		União Europeia	131,7 GW
2º		Estados Unidos	75,9 GW
3º		Japão	63 GW
4º		Alemanha (UE)	49,2 GW
5º		Índia	42,8 GW
6º		Itália (UE)	20,8 GW
7º		Austrália	14,6 GW
8º		Reino Unido <i>(entrou UE em 2019)</i>	13,3 GW
9º		Coréia do Sul	11,2 GW
10º		França (UE)	9,9 GW
⋮			
16º		<b>Brasil</b>	<b>4,0 GW</b>

(fonte: Snapshot of Global PV Markets, IEA PVPS, 2020)

(Adaptado)

# Tipos de Energia Solar Fotovoltaica

**Conectado à rede “Ongrid”  
(Geração Distribuída)**



Fonte: Apostila do Curso Solar USP

**Autônomo, isolado da  
rede ou “Offgrid”**



Fonte: Osinermin

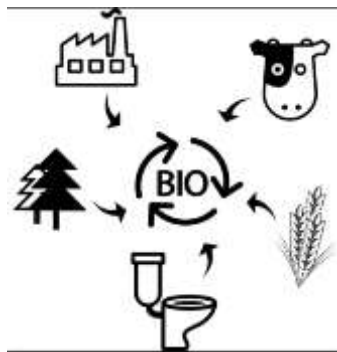
## Geração Distribuída



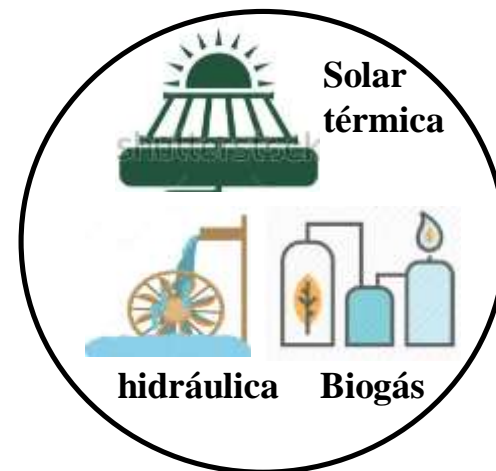
**Solar  
Fotovoltaica**



**Eólica**



**Biomassa**



**Outros**

**Micro-geração:**

{ Potência Instalada < 75kW (Todas)

**Mini-geração:**

{ 75kW < Potência Instalada < 3MW (Apenas hidráulica)  
75kW < Potência Instalada < 5 MW (Fotovoltaicas e outras)

# Marco Legal: RN 482/2012, atualizado pela 687/2015

## Microgeração Distribuída

( $P < 75\text{kW}$ )

Não fazem parte do custo do consumidor (exceto Geração compartilhada)

Até 15 dias ou 30 dias (com obras no sist de distr.)

A energia ativa excedente é injetada na rede e se obtém um crédito para compensar a energia em outro horário (net-metering).

## Minigeração Distribuída

( $75\text{kW} < P < 5\text{MW}^*$ )

Fazem parte do custo do consumidor

Até 30 dias ou 60 dias (com obras no sist de distr.)

**Custo de adaptações no Sist. de distribuição:**

**Parecer de acesso**

**Compensação:**

**Período da compensação:**

60 meses (5 anos)

# **Novo Marco Legal de Geração distribuída Lei °14300/2022**





# Contextualização do Novo Marco Legal

**A RN 482/2012 (atualizada pela 687/2015) criou o sistema de compensação de Energia Elétrica (SCEE)**

**Em 2018 a ANEEL apresentou algumas propostas com alterações exageradas**



**A partir houve muitas manifestações e foi proposta o PL 5829/2019 de autoria do Deputado Silas Câmara que se tornou a Lei 14300/2022**



**Lei 14.300/2022**

**Publicado em 06/01/2022**

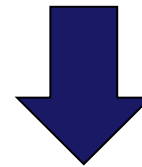
**1) Direito Adquirido (Art. 26, I e II):**

**12 meses**

**Projetos com solicitação de  
acesso aprovado até 07/01/2023**

**Projetos já instalados**

**Continuam tendo o benefício  
da RN 482/2012 (atualizada pela  
687/2015)**



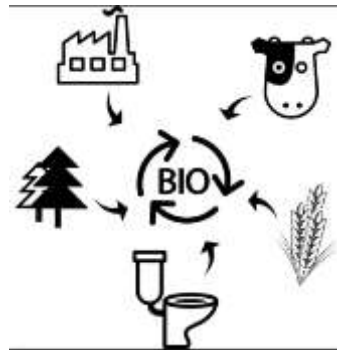
**2045**

**Direito  
Adquirido**

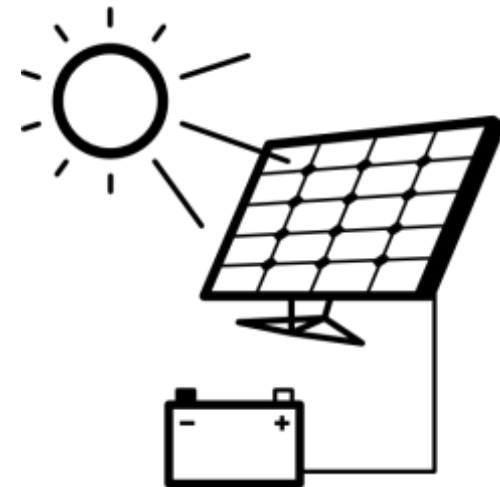
**2) Define fontes despacháveis: (vide Art. 1º, IX).**



**Hidrelétrica**



**Biomassa**



**Fotovoltaica**  
com armazenamento  $\geq 20\%$   
(limitada a 3MW)



**Cogeração  
qualificada**



**Biogás**

**3) Limite de Potência (art. 1º: IX e XIII)**

**Micro-geração:**

**Pot. Instalada  $\leq$  75kW (Todas)**

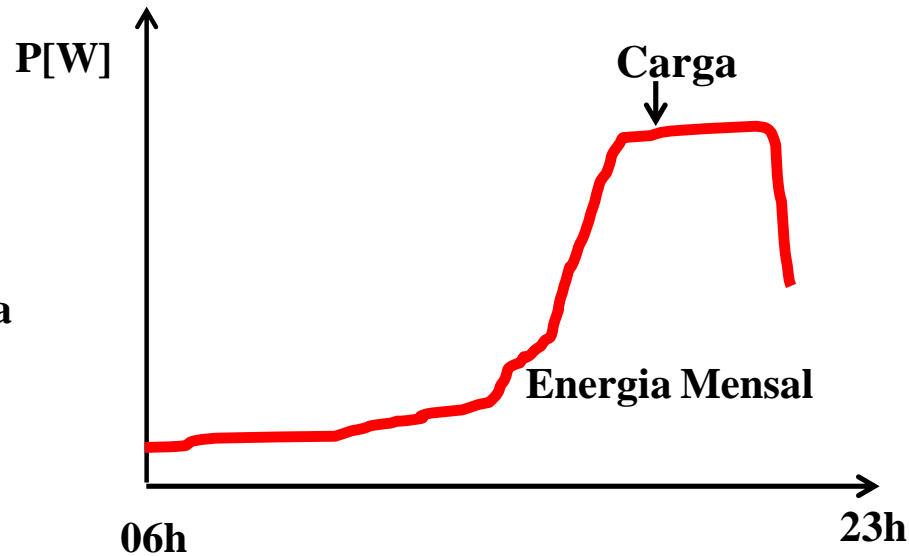
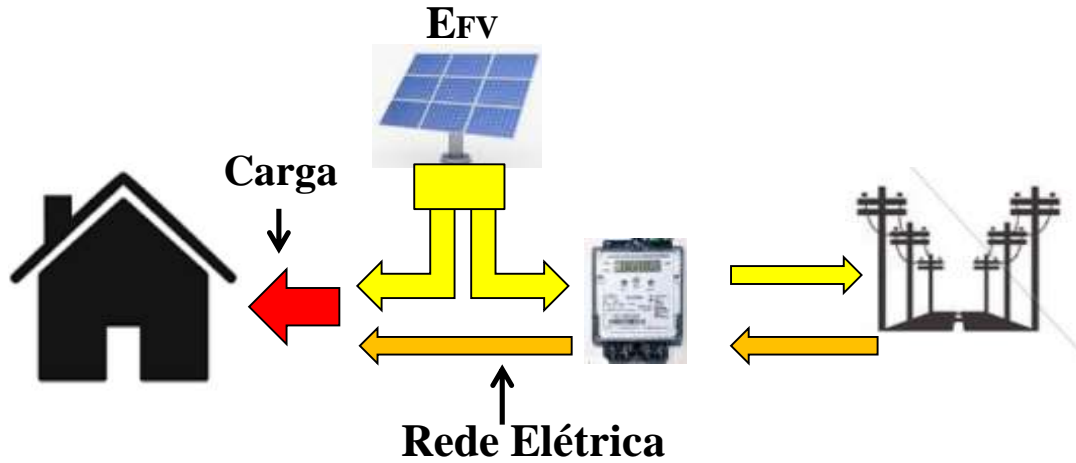
**Mini-geração:**

**75kW < Pot. Instalada  $\leq$  3MW Não despachável (Fotovoltaica)**

**75kW < Pot. Instalada  $\leq$  5 MW Despacháveis (Demais fontes)**

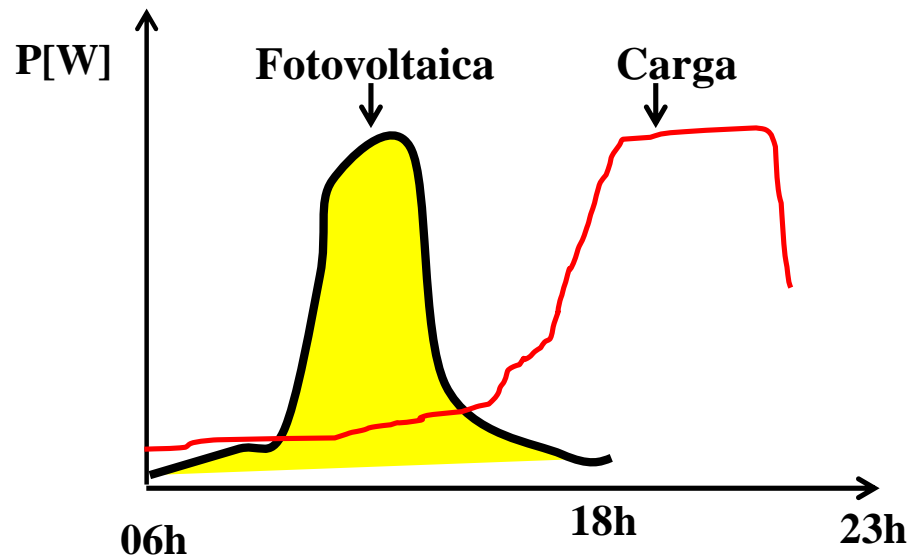
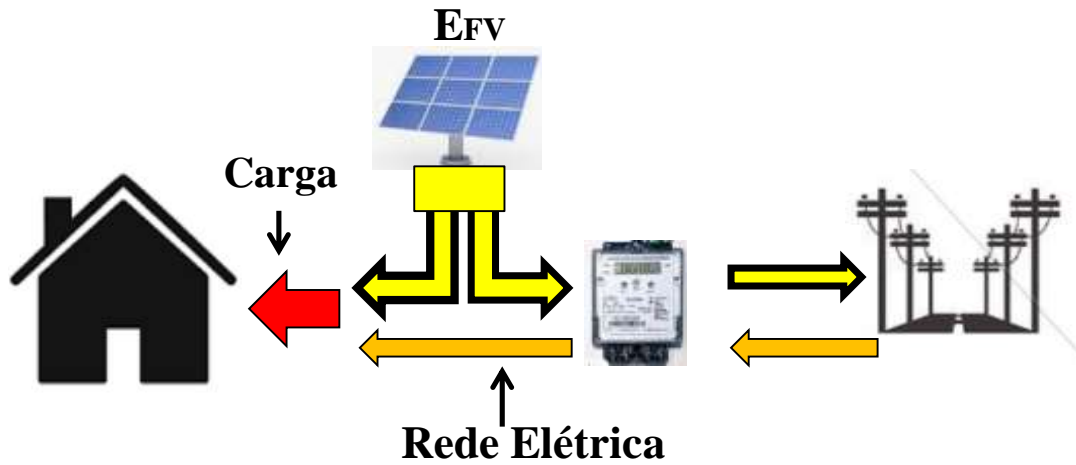
**Como funciona o sistema de  
compensação de Energia?**

# Sistema de Compensação de Energia

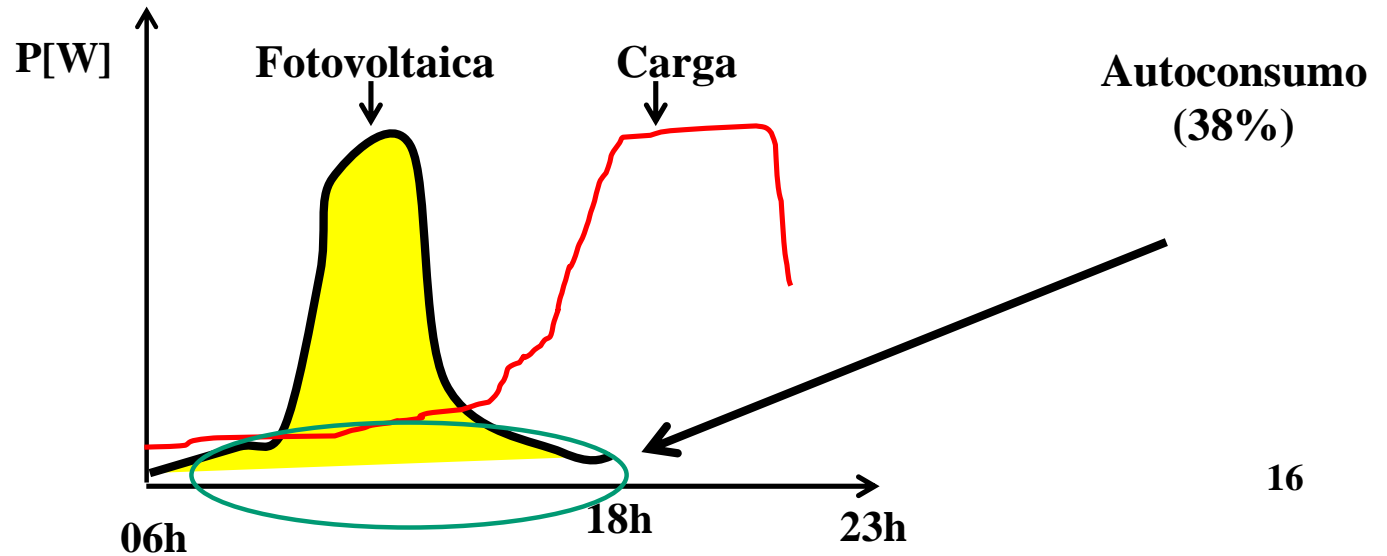
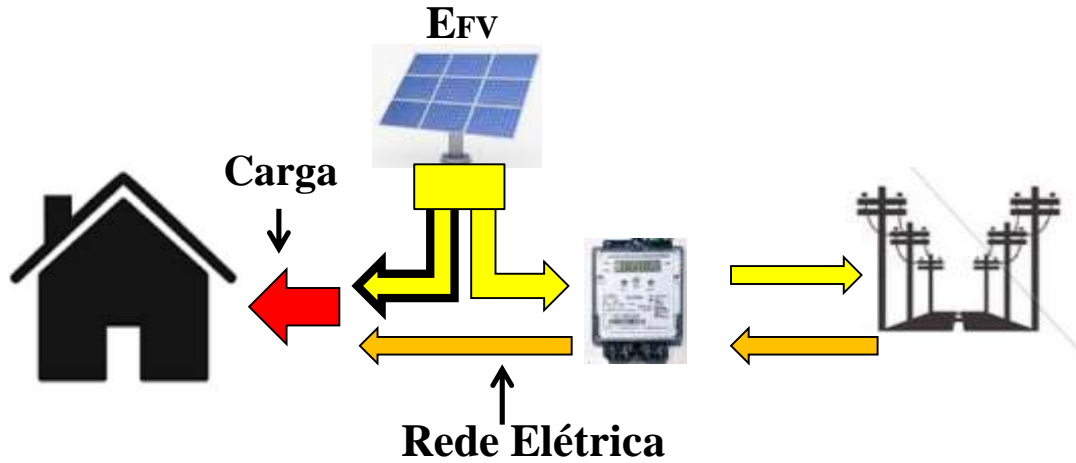


Curva de carga (média mensal) para uma residência

# Sistema de Compensação de Energia

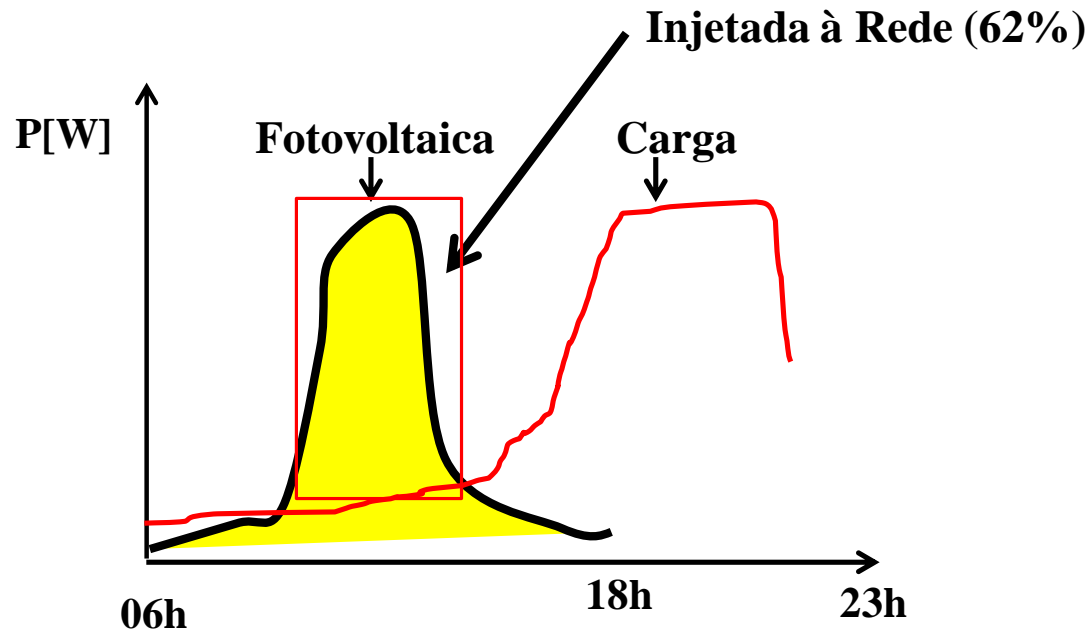
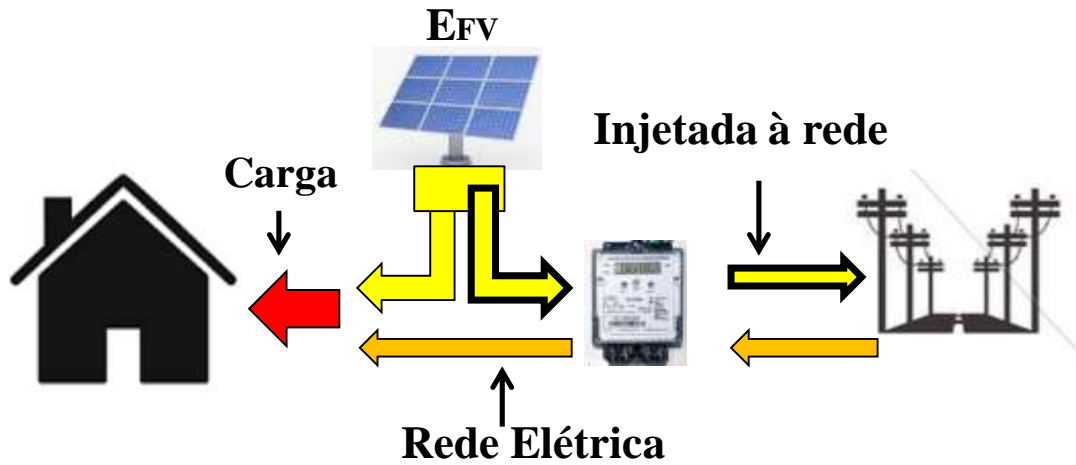


# Sistema de Compensação de Energia

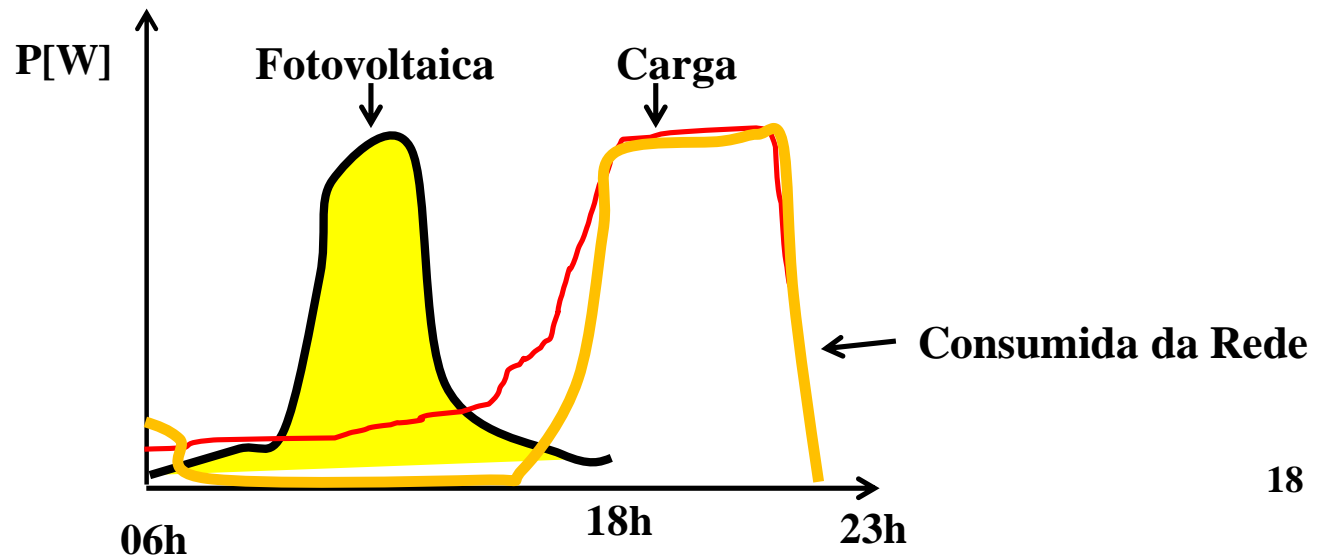
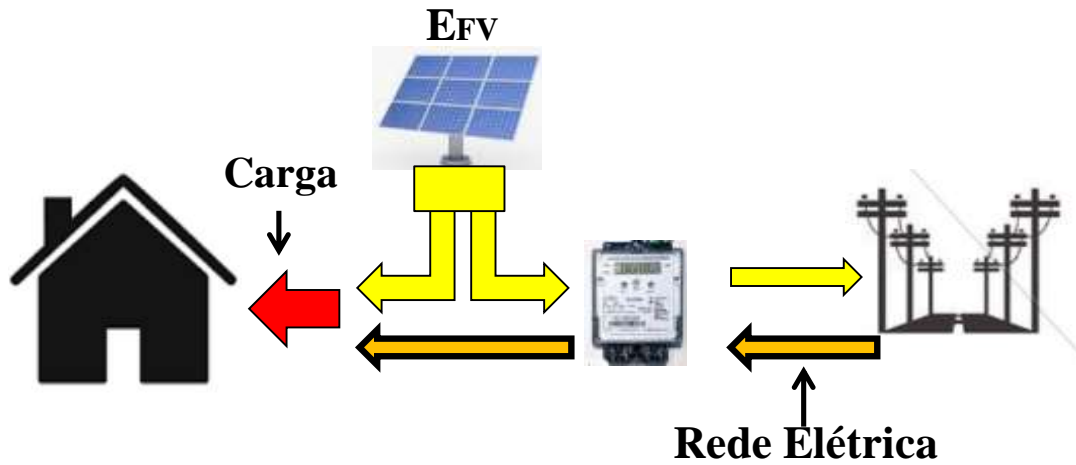




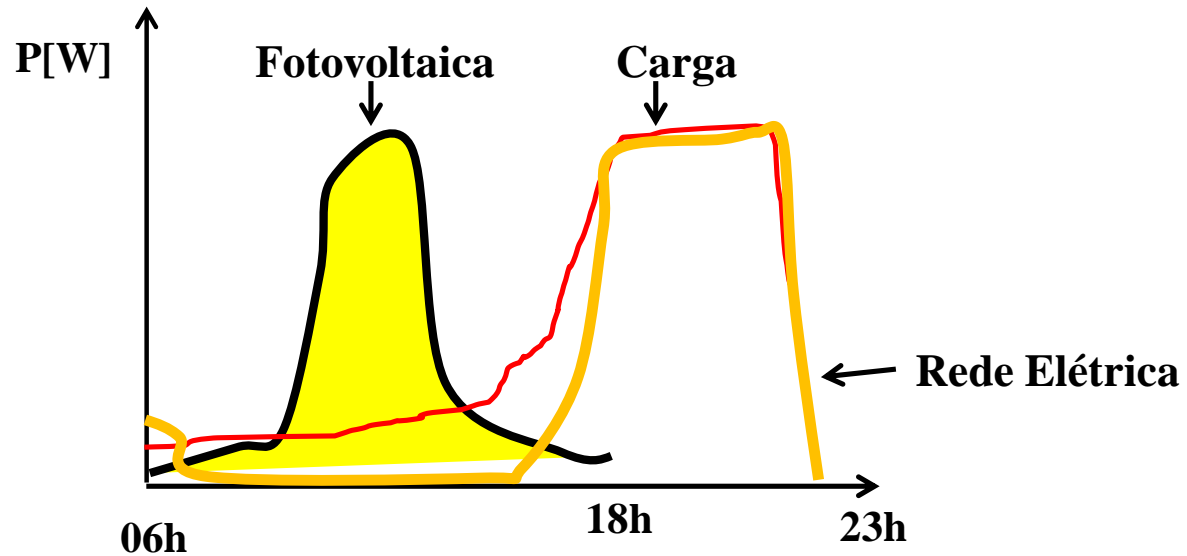
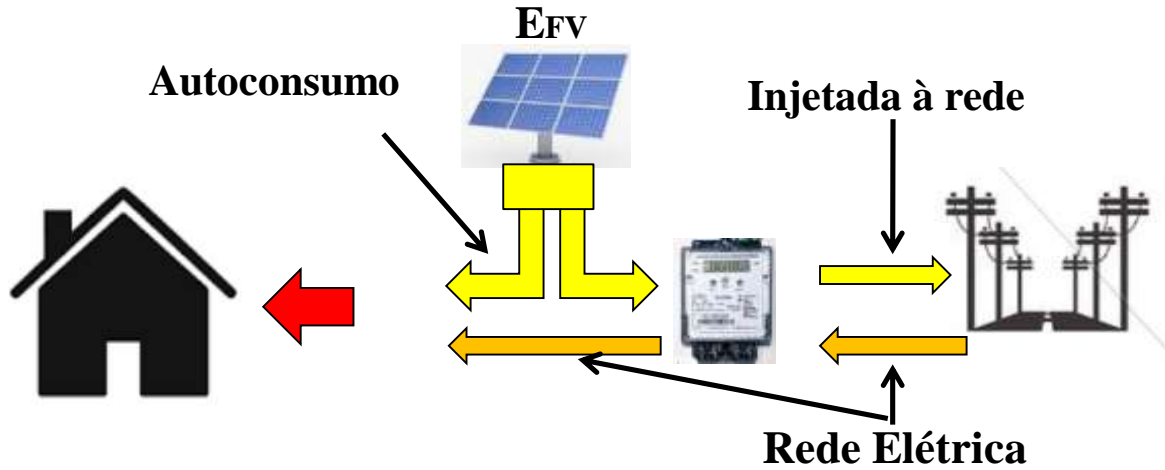
# Sistema de Compensação de Energia



# Sistema de Compensação de Energia



# Sistema de Compensação de Energia



# Energia Solar Térmica

Aquecedor ou Coletor Solar Térmico



Fonte: idealterm

Concentrador Solar Térmico (Heliotérmico)



Fonte: AREVA Solar

# Energia Solar Fotovoltaico (Geração distribuída)



Campanha pela Energia Solar

Blog

Infográfico ABSOLAR

Solar Urgente

Artigos da ABSOLAR

23/07/2020

**GERAÇÃO DISTRIBUÍDA FOTOVOLTAICA CRESCE 230% AO ANO NO BRASIL**

← Voltar

- **Brasil assumiu a 16ª posição no ranking mundial da fonte solar fotovoltaica em 2019** ①

- **Em Fev 2020 a geração fotovoltaica representou 2% da matriz elétrica Brasileira** ②

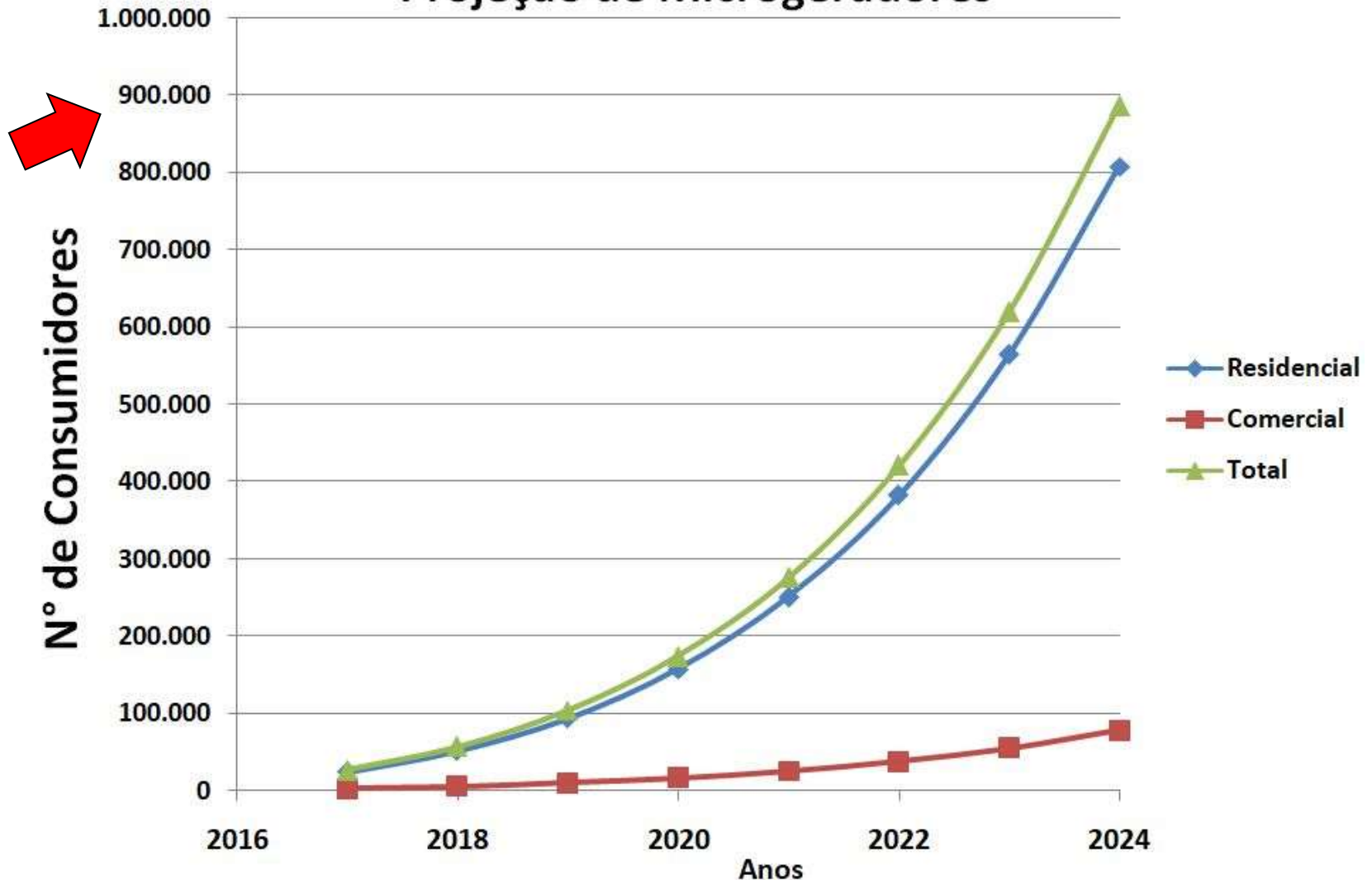
① < <http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/geracao-distribuida-fotovoltaica-cresce-230-ao-ano-no-brasil.html> > Acesso em Set 2020

② < <http://www.absolar.org.br/noticia/noticias-externas/matriz-energetica-do-brasil-e-uma-das-mais-limpas-do-mundo.html> > Acesso em Set 2020

# **Crescimento do setor solar fotovoltaico no Brasil**

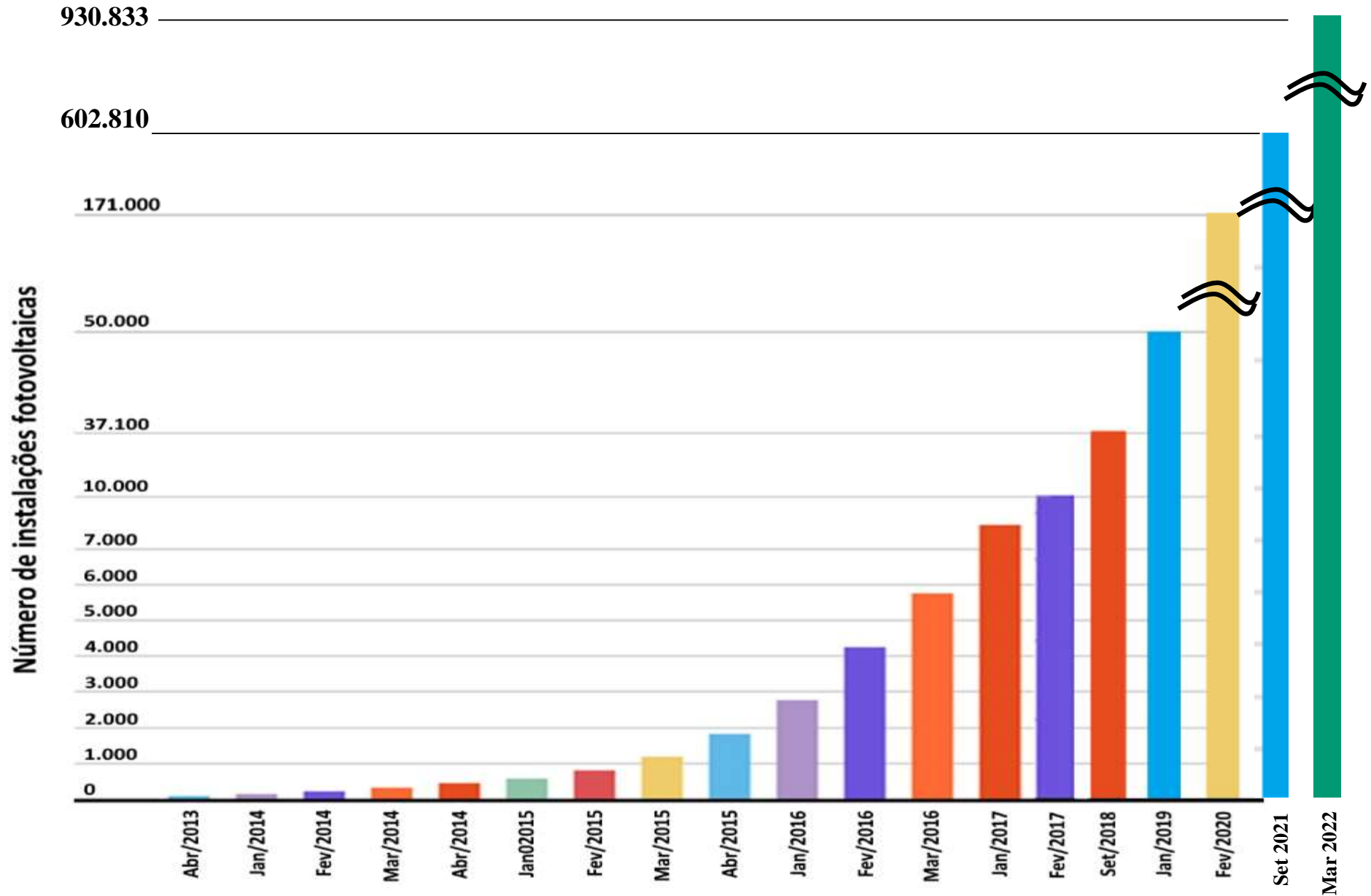
# Projeção de Microgeradores segundo a ANEEL 2017

## Projeção de Microgeradores



fonte: Nota Técnica nº 0056/2017-SRD/ANEEL

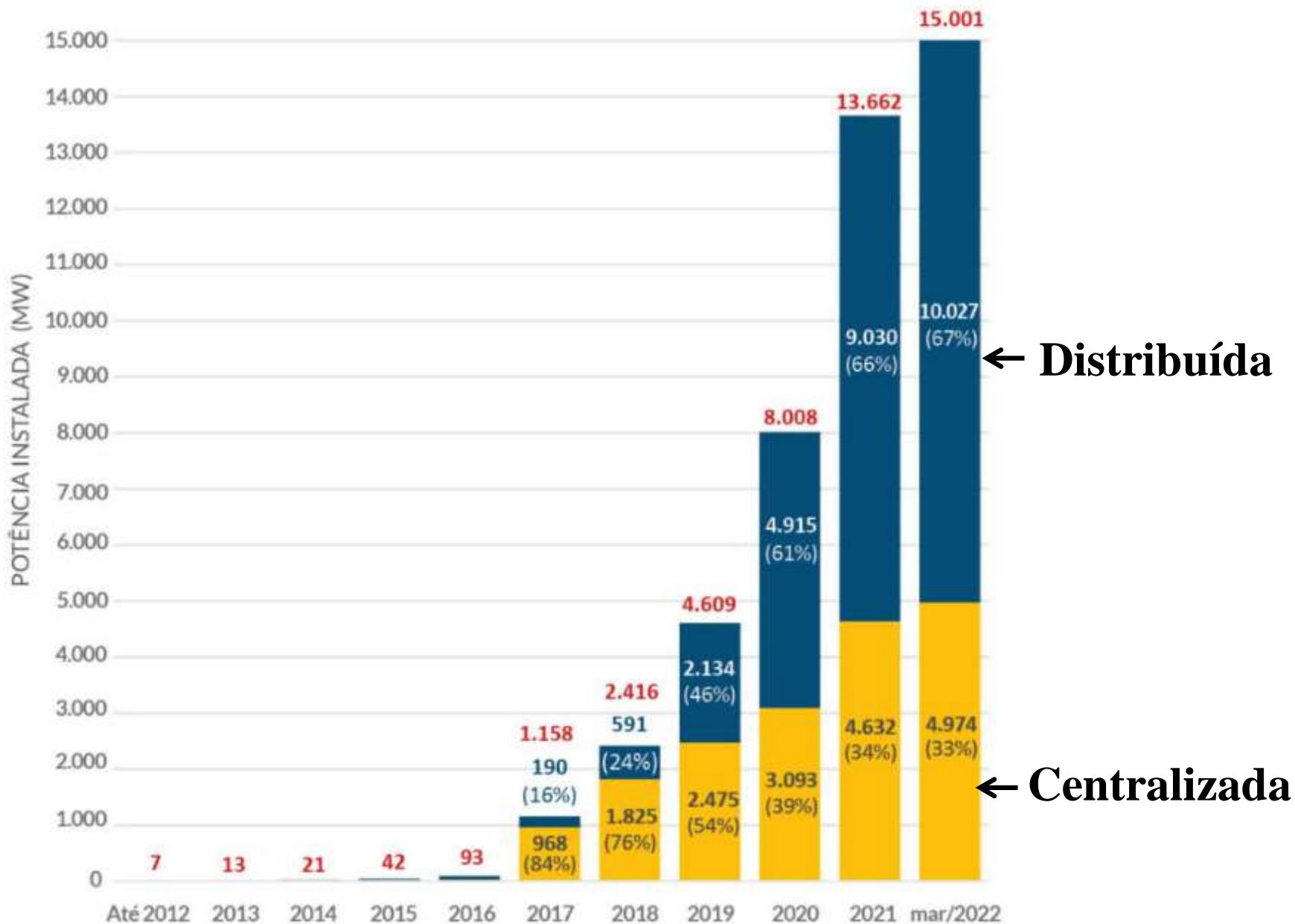
# Instalações fotovoltaicas residenciais e comercio (G.distribuída)



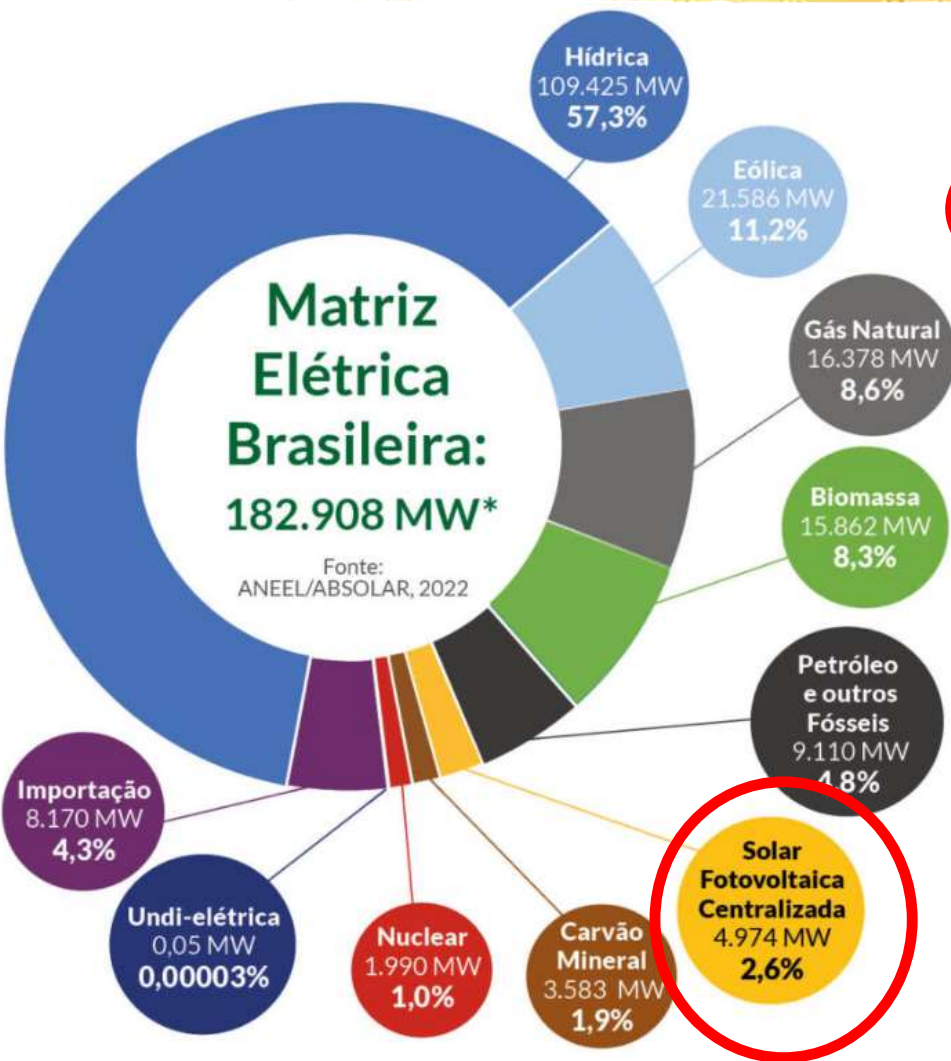
Fonte: Informações técnica da Aneel e ABSOLAR ,<http://www.absolar.org.br/>>



# Potência Fotovoltaica Instalada no Brasil



# Introdução a energia solar fotovoltaica Brasil



**Geração Centralizada**  
**4974,0 MW**

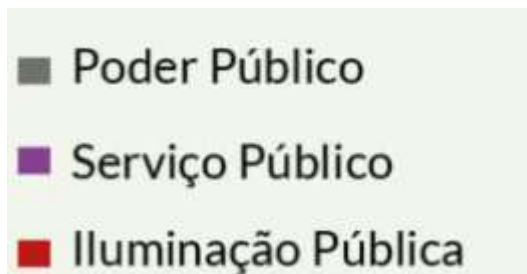
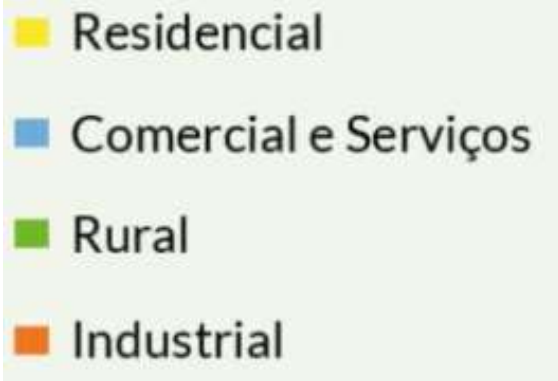
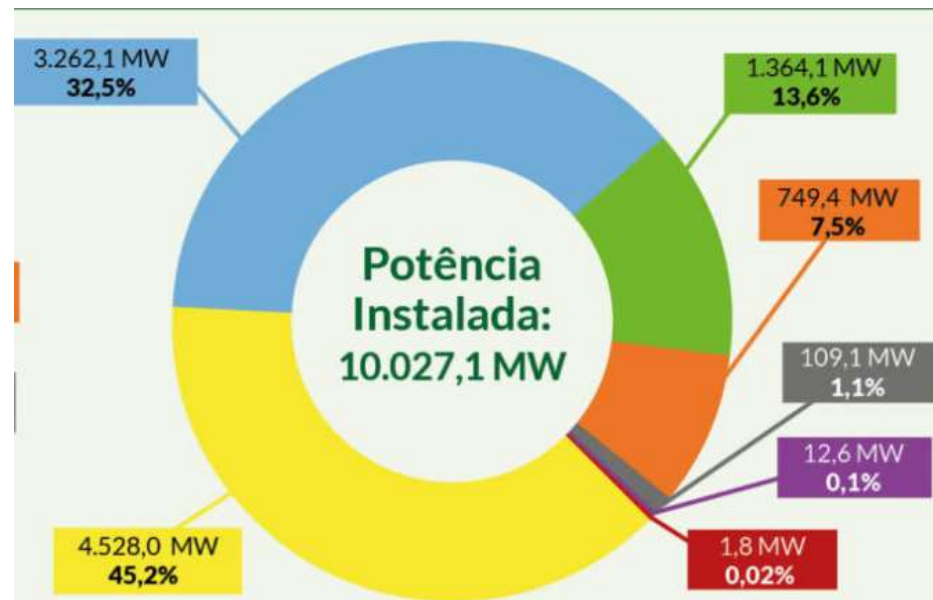


**Micro e Minigeração Distribuída**  
**10027,0 MW**



**Potência Operacional total**  
**15001,0MW**

# Geração Distribuída Fotovoltaica no Brasil



## Incentivos:

1) 2015 : PROGD (Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica).

- R\$ 100 bilhões em investimentos.

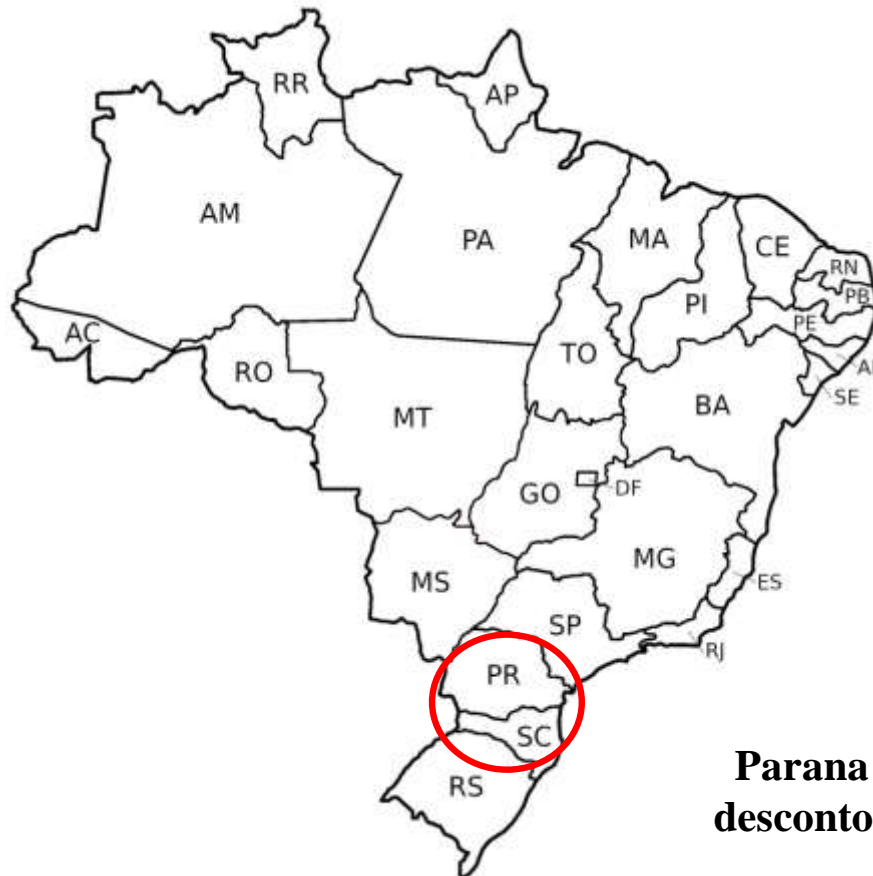
- Previsão: 2,7 milhões de usuários até 2030

- Potência gerada: 23.500 MW (48 TWh/mês produzidos) de energia equivalente à metade da geração da Usina Hidrelétrica de Itaipu.

## Incentivos:

**Isenção de PIS/Cofins na energia injetada a nível Federal.**

**Isenção do ICMS na energia injetada á rede para fins de compensação (Compensação 1 a 1).**



**Parana e Santa Catarina o  
desconto do ICMS apenas por  
48 meses**

## BNDES Finame - Baixo Carbono

---

- **Energia solar, eólica, aquecedores solares, ônibus elétricos, e outros**
- **Redução da emissão de gases de efeito estufa.**
- **Produtos novos e fabricação nacional**
- **Credenciados no Finame (CFI) do Sistema BNDES.**



<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-muda-regra-e-pessoas-fisicas-podem-investir-em-energia-solar#>

# Mercado de Integradores 2016 a 2019

População de Empresas Estimada



1620

Junho 2017

2741

Janeiro 2018

4029

Julho 2018

6000

Janeiro 2019

Fonte: Greener



Mais de **450 mil** novos empregos gerados.

**Março 2022**

**Fonte: ABSOLAR**



# Perspectivas





Bom dia Brasil

## **Governo da Califórnia (EUA) exige que novas casas tenham painéis de energia solar (11/05/2018)**

A Comissão de Energia da Califórnia aprovou normas que vão obrigar todas as novas casas e prédios com menos de 3 andares, construídos a partir de 2020, a terem painéis de captação de energia solar.



<https://globoplay.globo.com/v/6728650/>

## Porto Alegre

### PLL 236/21 prevê obrigatoriedade de painéis solares em prédios públicos

- O projeto de lei, do vereador Leonel Radde (PT), é um incentivo às práticas sustentáveis em Porto Alegre (RS) (16/06/2021)

- 20% da Energia Consumida deverá ser fotovoltaica



Fonte: <https://www.camarapoa.rs.gov.br/processos/136724>

## São José do Rio Preto (SP)

- A Câmara de Vereadores de São José do Rio Preto (SP) **aprovou** uma lei que obriga a prefeitura a instalar módulos fotovoltaicos em prédios públicos da cidade

- 50% da Energia Consumida.



Fonte:

<https://canalsolar.com.br/pl-preve-obrigatoriedade-de-paineis-solares-em-predios-publicos/>

## Campinas (SP)



## **Lei prevê instalação de painéis solares nos prédios públicos de Campinas (SP)**

De autoria do vereador Cecílio Santos,

- 50% da Energia Consumida deverá ser fotovoltaica até 2023
- Novas edificações públicas de Campinas já sejam projetadas preparadas para receberem painéis solares.

Fonte:

<https://canalsolar.com.br/lei-preve-instalacao-de-paineis-solares-nos-predios-publicos-de-campinas-sp/>



Email \*

Receber Boletim

Buscar no Canal Solar



No Brasil Hoje

GC 4,98GW

HOME NOTÍCIAS ARTIGOS ESPECIAIS BLOG GUIA DE EMPRESAS REVISTA WEBINÁRIOS PODCASTS CURSOS

# Demanda global por solar afetará a cadeia de suprimentos até fim do ano

Segundo estudo, alta procura ocorre em razão das metas de descarbonização adotadas por países como China e EUA

Autor: Henrique Hein

18 de abril de 2022

Mundo



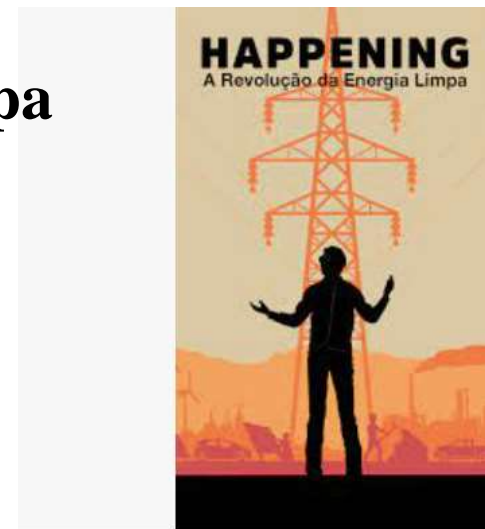
Conteúdo Relacionad



[https://canalsolar.com.br/demanda-global-por-solar-afetara-a-cadeia-de-suprimentos-ate-fim-do-ano/?utm\\_campaign=boletim\\_semanal\\_2204&utm\\_medium=email&utm\\_source=RD+Station](https://canalsolar.com.br/demanda-global-por-solar-afetara-a-cadeia-de-suprimentos-ate-fim-do-ano/?utm_campaign=boletim_semanal_2204&utm_medium=email&utm_source=RD+Station)

# Documentários recomendados

## 1) Happening - A revolução da energia limpa (2018)



Happening: A Revolução da Energia L..  
[hbobrasil.com](http://hbobrasil.com)

## 2) Catching the Sun (2015)

