

PEA 3496

Energia e Meio Ambiente: Sistemas Energéticos e seus
Efeitos Ambientais

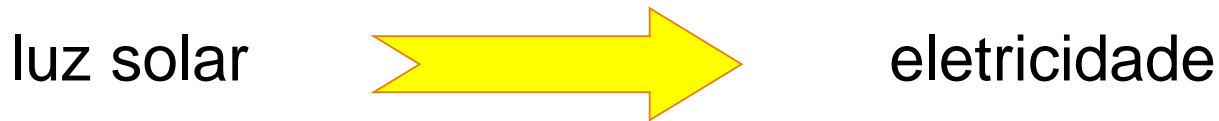
Prof. Marco Saidel

Fontes não-convencionais de Energia Elétrica

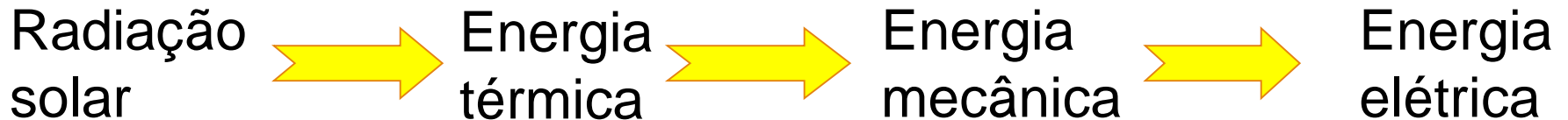
- ✓ Energia Eólica
- ✓ Energia Solar
- ✓ Energia da Biomassa
- ✓ Energia Oceânica
- ✓ Células Combustíveis (??)

Energia Solar – Formas de Conversão

Conversão fotovoltaica



Conversão termomecânica



O Recurso Solar: Características

Radiação solar: Radiação eletromagnética que se propaga a uma velocidade de 300 000 km/s.

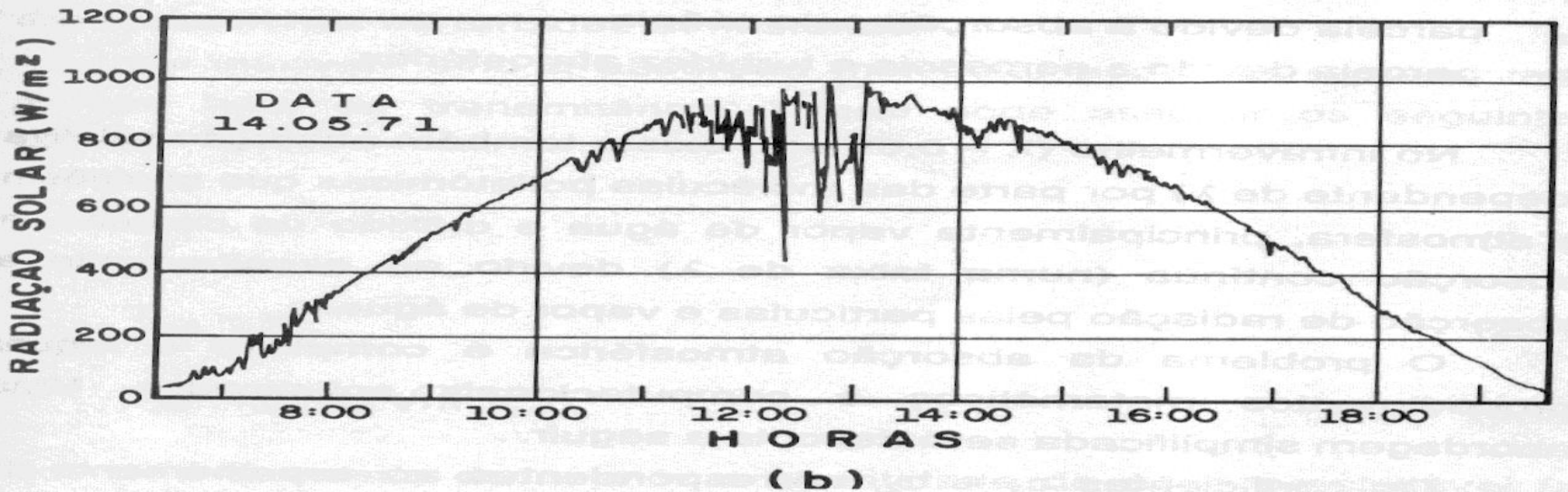
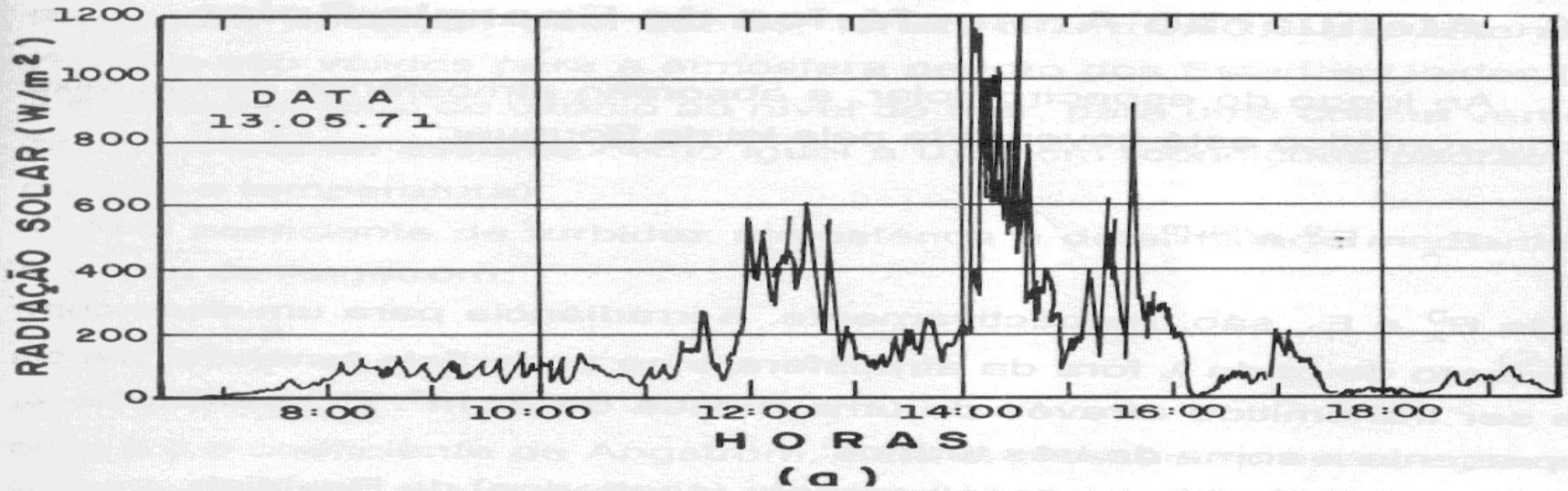
Quantidade de energia que incide numa superfície unitária, normal aos raios solares, por unidade de tempo, numa região situada no topo da atmosfera.

Energia anual recebida pela terra – $1,51 \times 10^{18}$ kWh

Unidades utilizadas:

- W/m²
- Wh/m²

Radiação Solar na Superfície Terrestre



Estimativa da Radiação Solar

Condições atmosféricas ótimas:

- Ao nível do mar = 1 kW/m^2
- A 1000 metros de altura = $1,05 \text{ kW/m}^2$
- Nas altas montanhas = $1,1 \text{ kW/m}^2$
- Fora da atmosfera = $1,367 \text{ kW/m}^2$

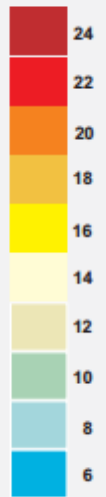
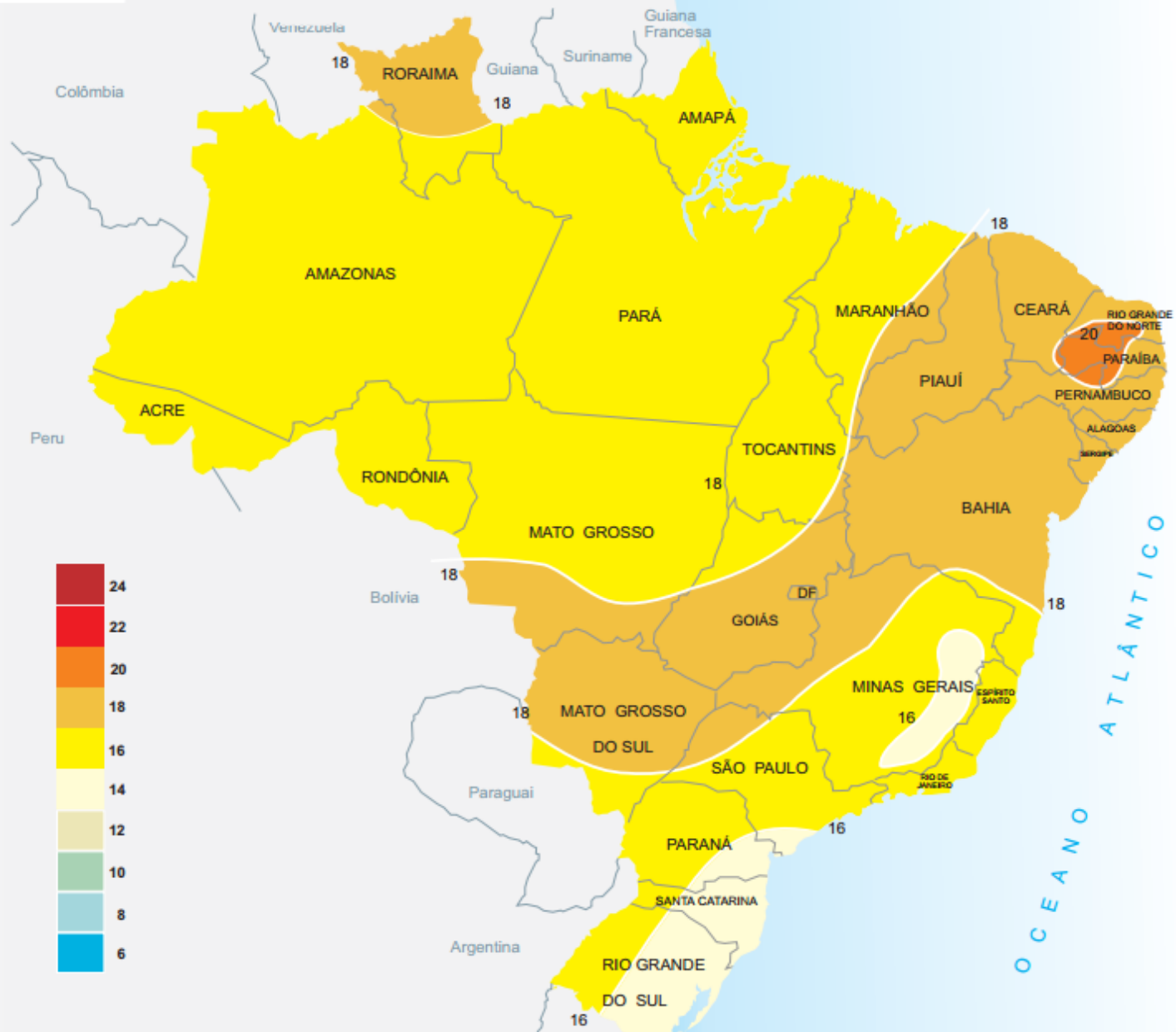
Algumas localidades

- Europa Ocidental (sul da França) - $1500 \text{ kWh/m}^2/\text{ano}$
- Norte da Europa - varia entre 800 a $1200 \text{ kWh/m}^2/\text{ano}$
- Deserto do Saara - cerca de $2600 \text{ kWh/m}^2/\text{ano}$
- Brasil (Nordeste) - 1752 a $2190 \text{ kWh/m}^2/\text{ano}$

Anual

CARTA 3.14

Radiação solar global diária, média anual
(MJ/ m². dia)



Coordenador do Projeto
Chigueru Tiba

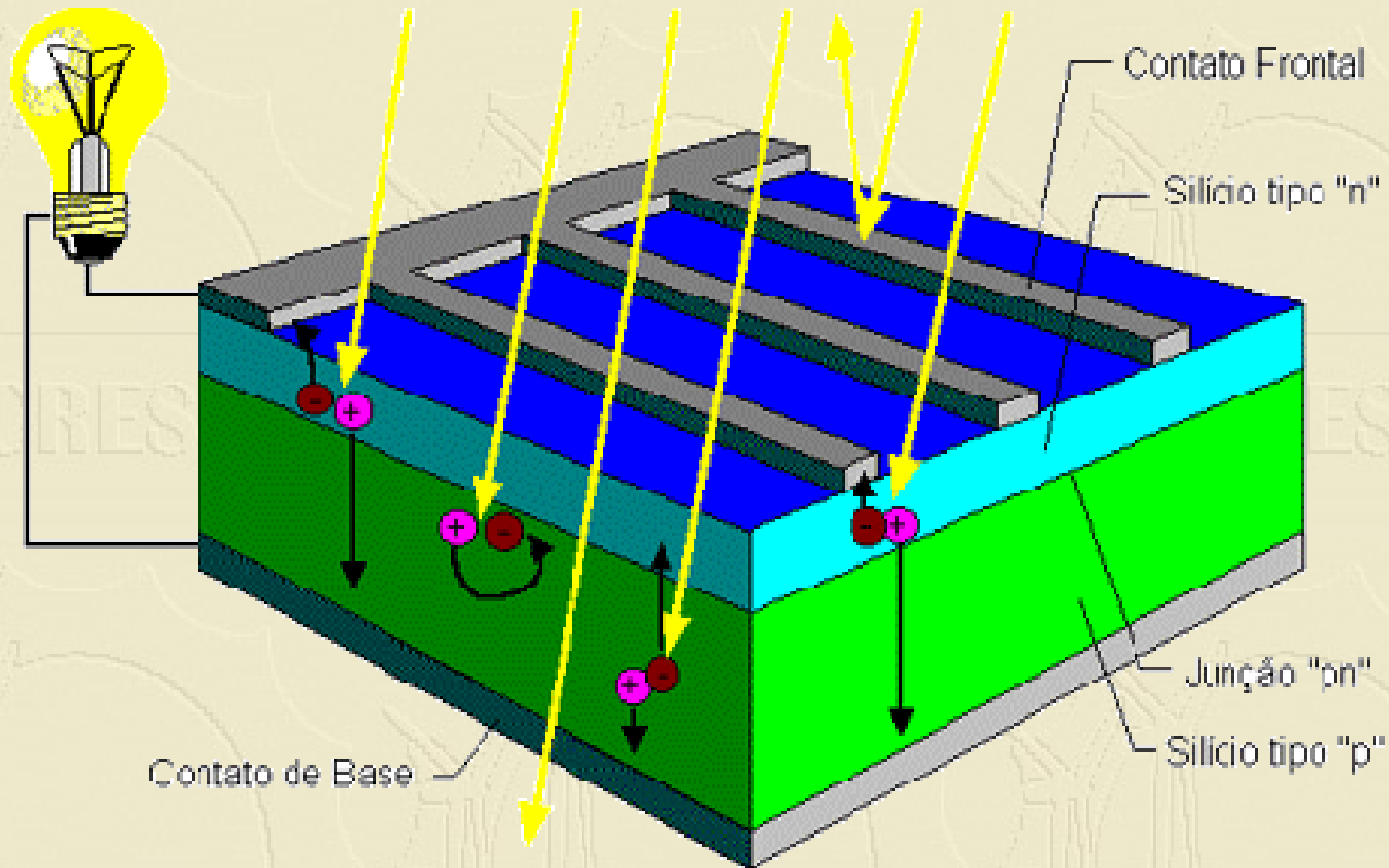
GRUPO FAE - Grupo de Pesquisas em Fontes Alternativas de Energia-DENCTAPPE
Chigueru Tiba / Naum Fraidentraich

CHESF - Companhia Hidro Elétrica do São Francisco
Francisco José Maciel Lyra / Ângela M. De Barros Nogueira

CEPEL - Centro de Pesquisa de Energia Elétrica

Consultoria Técnica
Hugo Grossi Gallegos

Efeito Fotovoltaico - 1



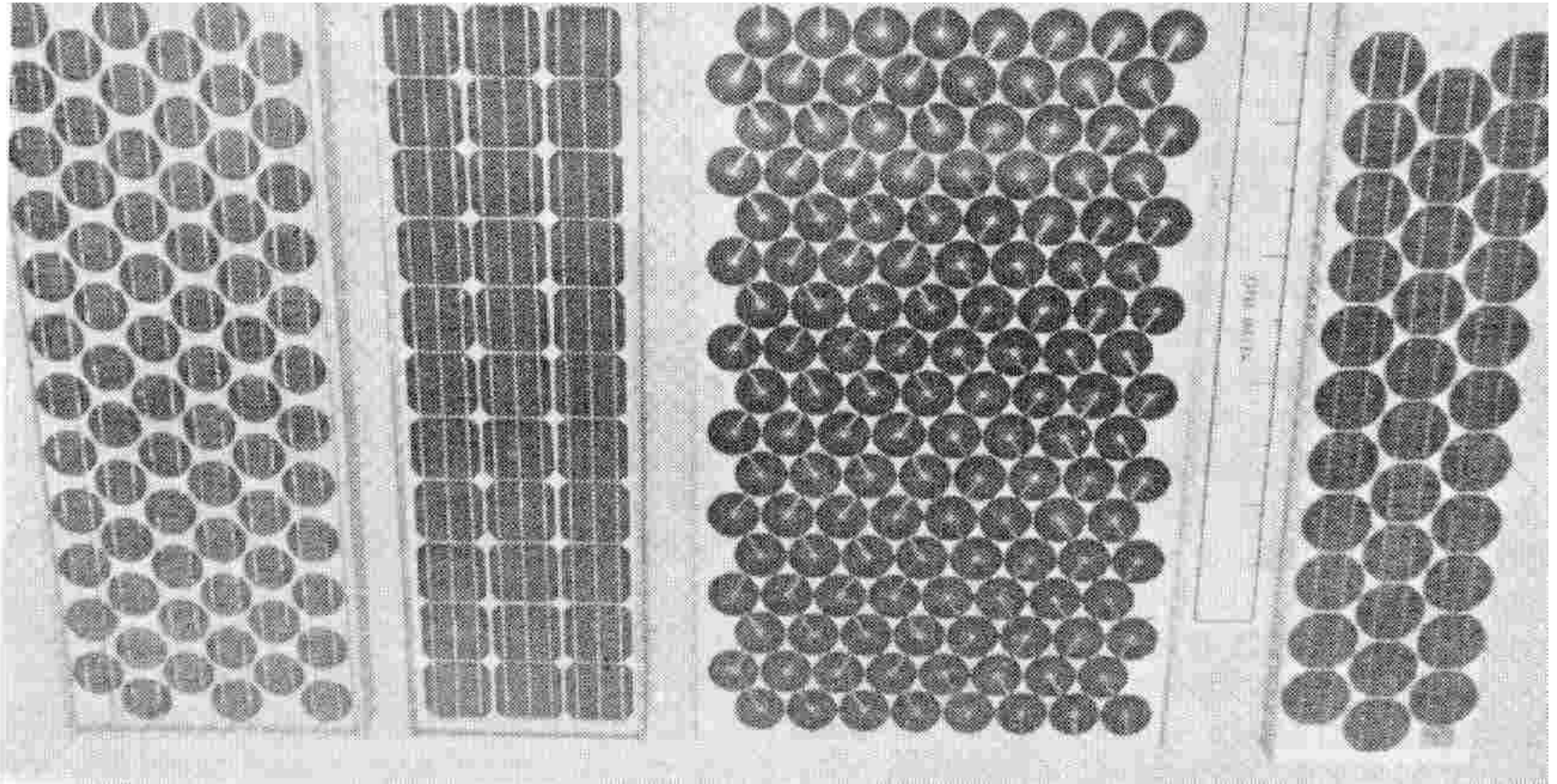
Efeito Fotovoltaico - 2

Efeito fotovoltaico: Se dá em materiais semicondutores que se caracterizam pela presença de uma banda de energia onde é permitida a presença de elétrons (banda de valência) e de outra totalmente vazia (banda de condução).

➤ Quando uma junção PN é submetida a iluminação, há a absorção de fótons e a consequente passagem de um elétron da banda de valência para a banda de condução. A energia adquirida pelo elétron é igual à energia do fóton.

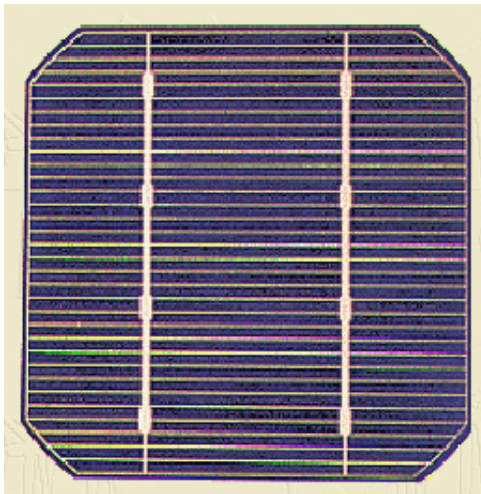
Módulo Fotovoltaico

Diferentes módulos disponíveis no mercado, módulo de 48 Wp:

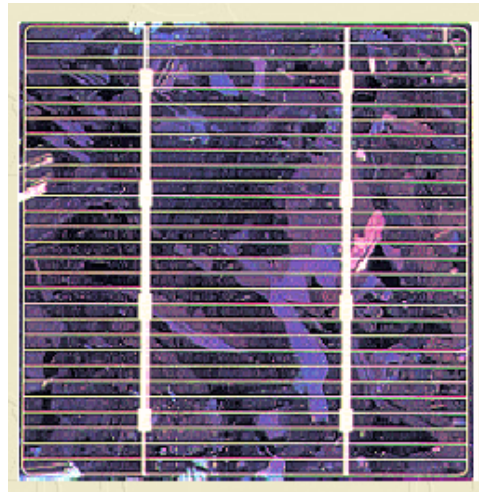


Materiais Utilizados na Fabricação das Células

Materiais	Rendimento
Silício Monocristalino	15 - 17,5 %
Silício Policristalino	11 - 12,5%
Silício Amorfo	9%
Silício amorfo com liga de silício-germânio	10%
Arseneto de Gálio	20%
Disseleneto de Cobre-Índio	14%
Telureto de Cádmio	12,70%



Silício Monocristalino



Silício Policristalino



Silício Amorfo

Módulo Fotovoltaico - Energia Gerada

$$\text{Potência} = \eta \times A \times RSI \quad [\text{Watts}] \quad \text{onde}$$

η - rendimento do módulo

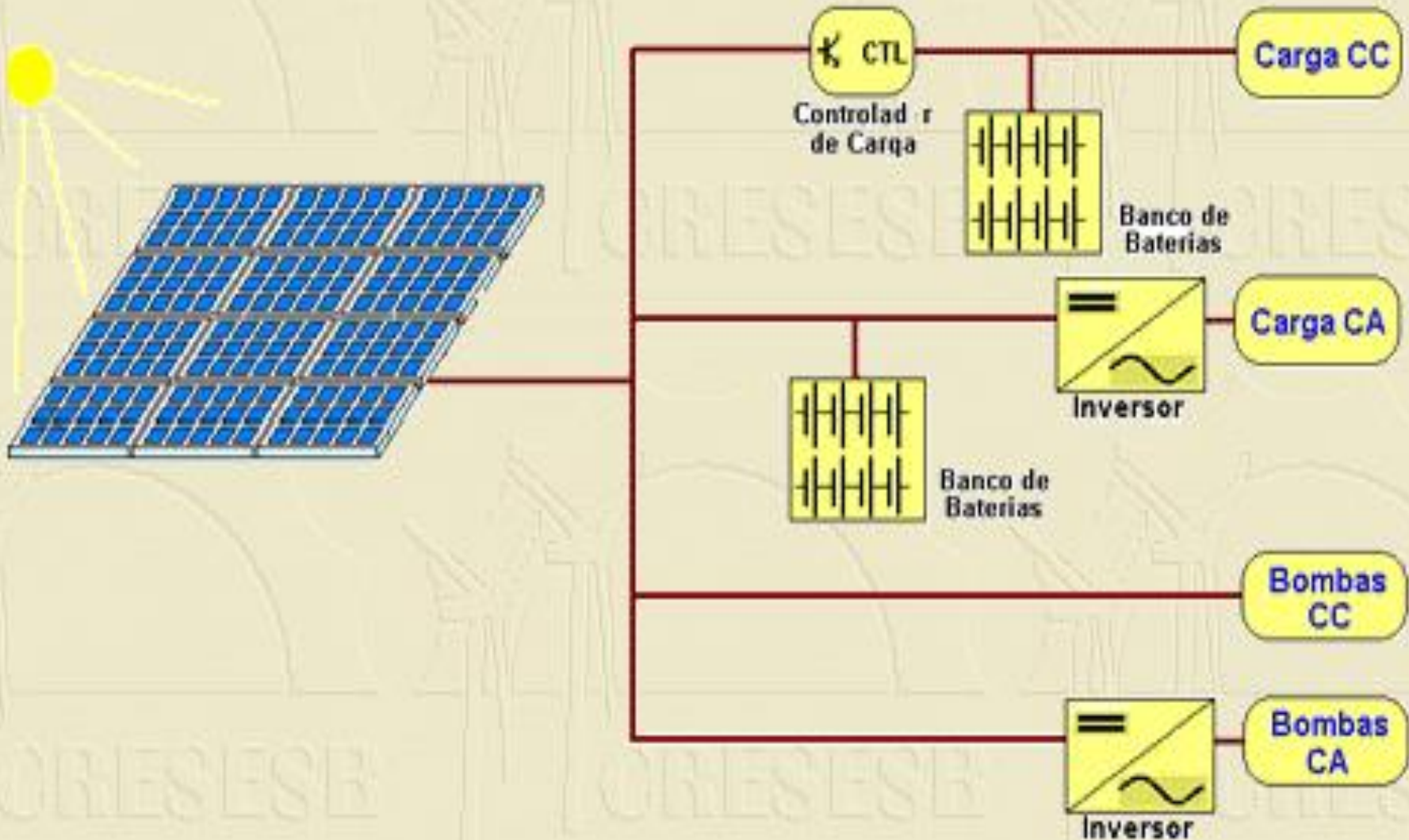
A - área do painel - m²

RSI - radiação solar incidente - W/m²

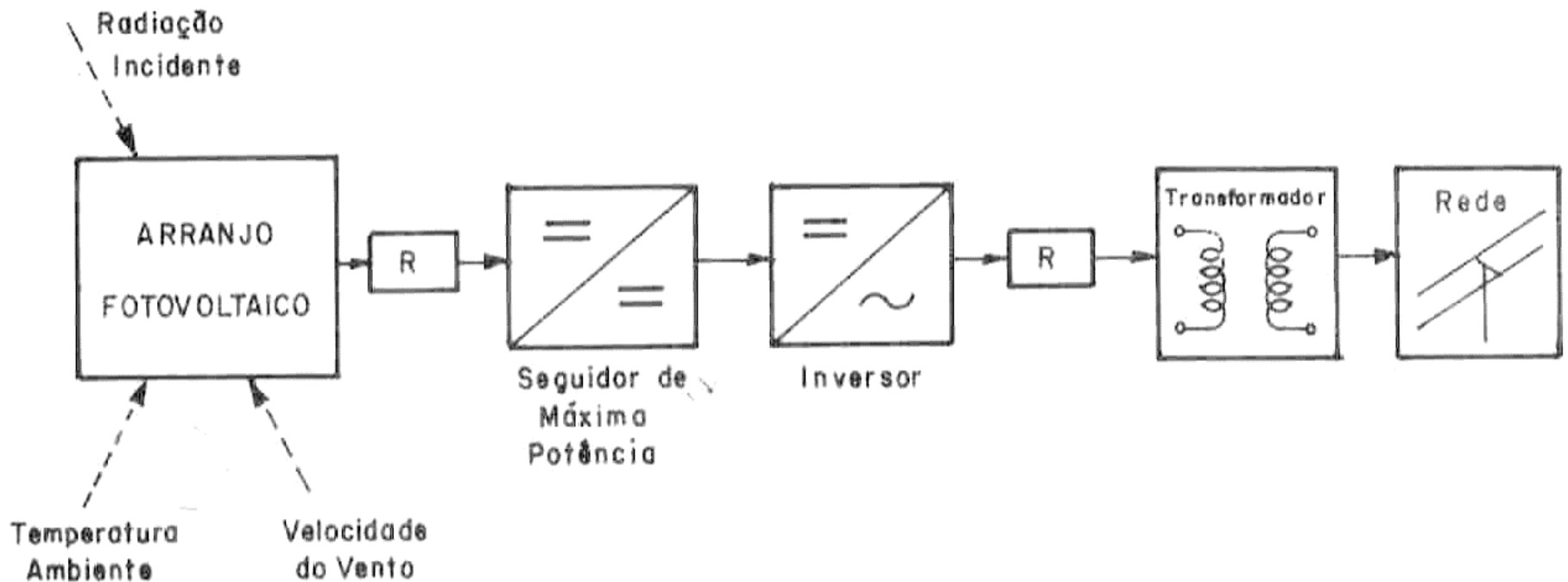
$$\text{Energia anual gerada} = \text{Potência} \cdot FC \cdot 8760 \quad [\text{Wh}]$$

FC - Fator de capacidade da usina

Sistema Autônomo



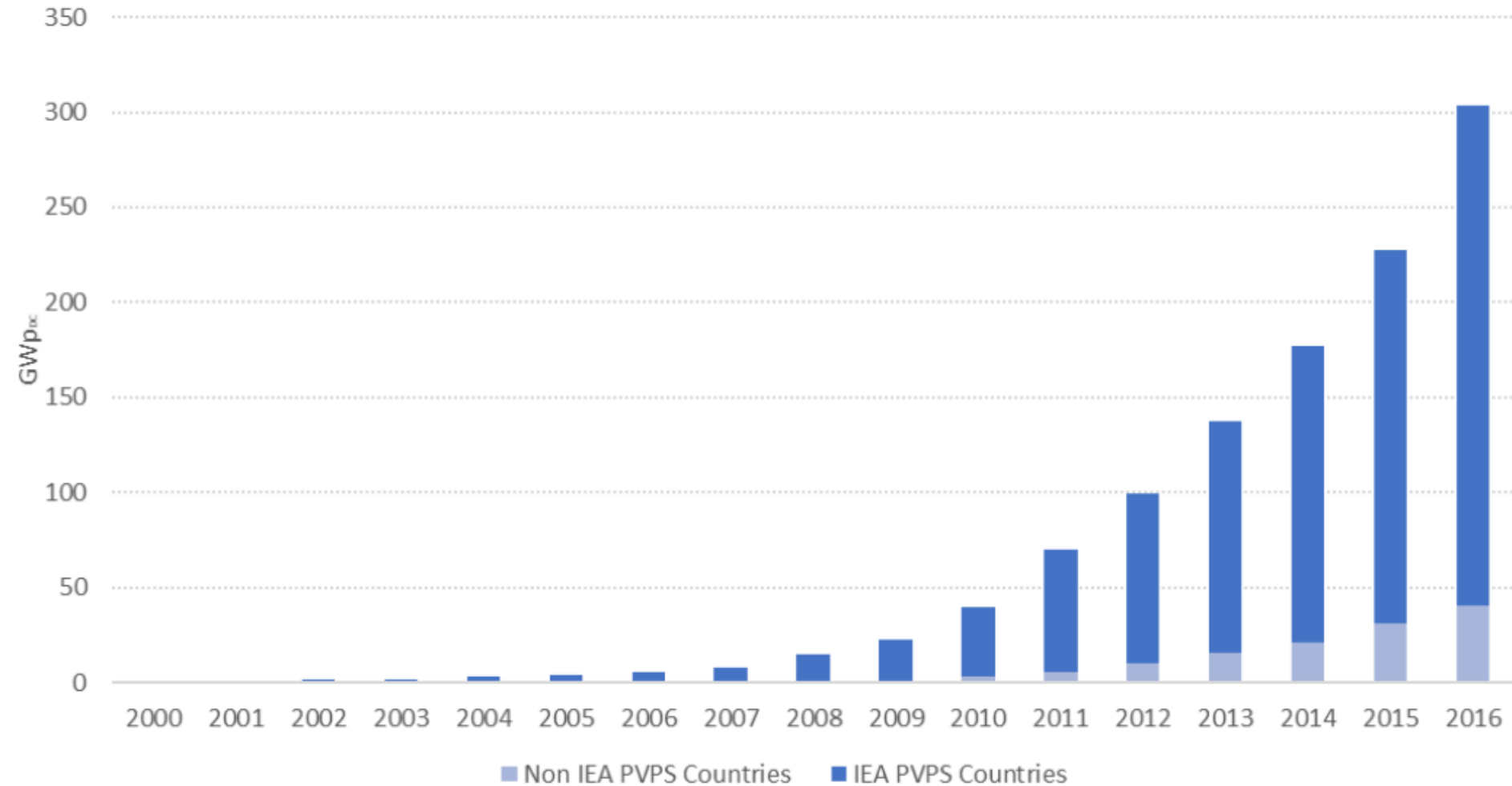
Sistema Conectado à Rede Elétrica



Sistema Fotovoltaico - Aplicações

- Produtos de consumo
 - calculadoras
 - brinquedos
 - relógios
 - aparelhos portáteis/ uso doméstico
- Sistemas autônomos
 - telecomunicações
 - bombeamento de água
 - sinalização (bóias, faróis)
 - iluminação pública
 - residências / postos de saúde
- Sistemas interligados com a rede

Evolução das instalações de geração FV



IEA-PVPS: Australia, Austria, Belgium, Canada, China, Denmark, Finland, France, Germany, Israel, Italy, Japan, Korea, Malaysia, Mexico, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland, Thailand, Turkey, and USA.

Fonte: Snapshot of global photovoltaic markets 2016. IEA, 2017.

Top 10 - 2016

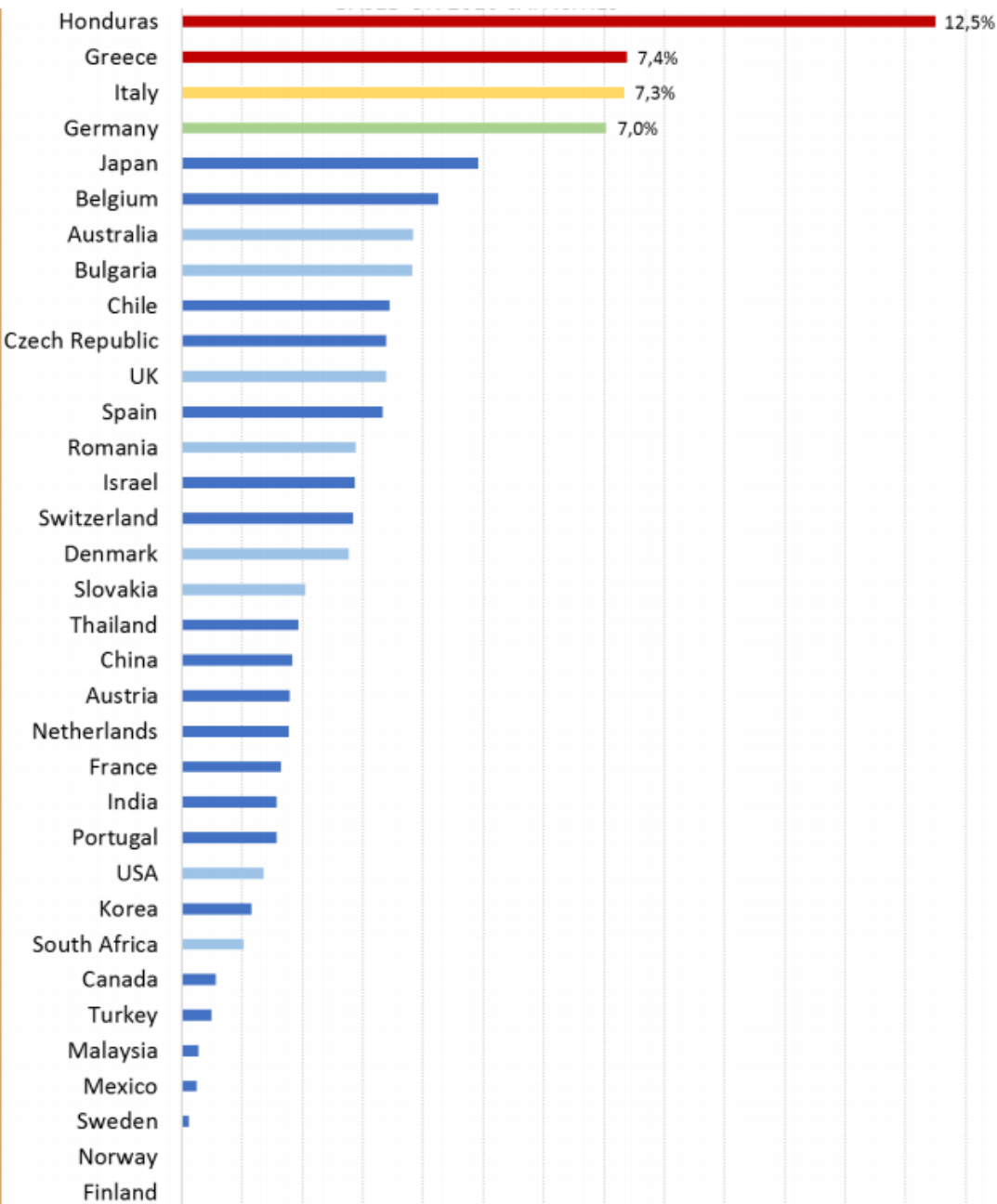
Capacidade instalada no ano

1		China	34,5 GW
2		USA	14,7 GW
3		Japan	8,6 GW
4		India	4 GW
5		UK	2 GW
6		Germany	1,5 GW
7		Korea	0,9 GW
8		Australia	0,8 GW
9		Philippines	0,8 GW
10		Chile	0,7 GW

Capacidade instalada acumulada

1		China	78,1 GW
2		Japan	42,8 GW
3		Germany	41,2 GW
4		USA	40,3 GW
5		Italy	19,3 GW
6		UK	11,6 GW
7		India	9 GW
8		France	7,1 GW
9		Australia	5,9 GW
10		Spain	5,5 GW

Participação da geração FV na matriz energética em 2016



Fonte: Snapshot of global photovoltaic markets 2016. IEA, 2017.

Sistema Híbrido

