



LABORATÓRIO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS - INSTITUTO DE ELETROTÉCNICA E ENERGIA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ENERGIA SOLAR

Roberto Zilles
zilles@iee.usp.br

Recurso solar

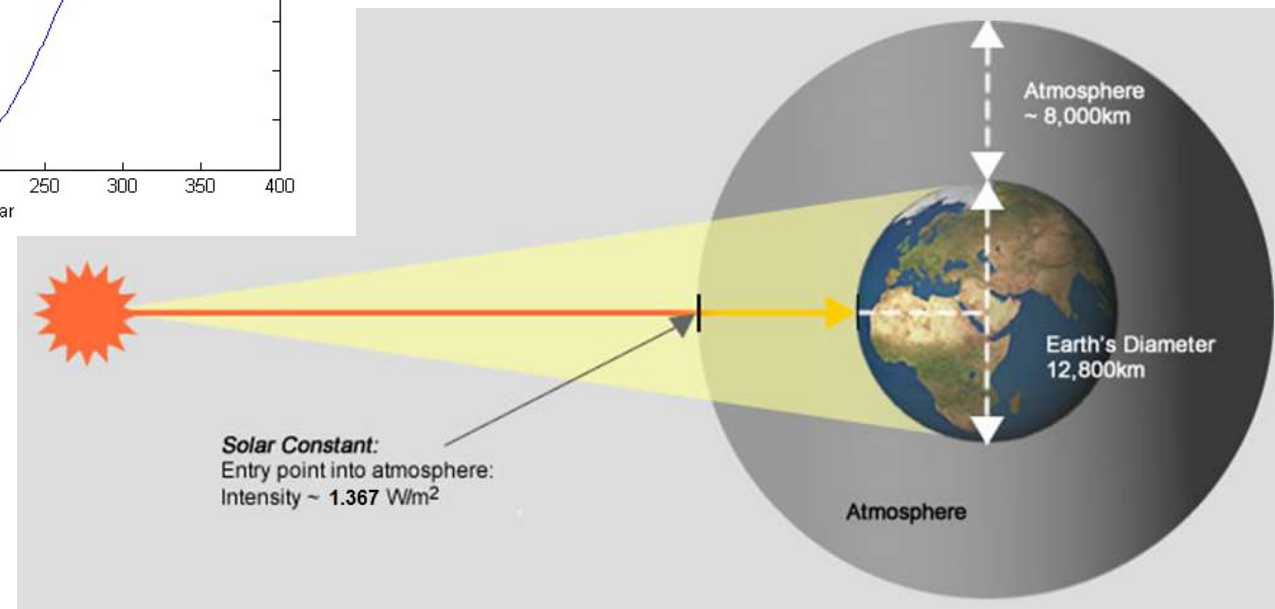
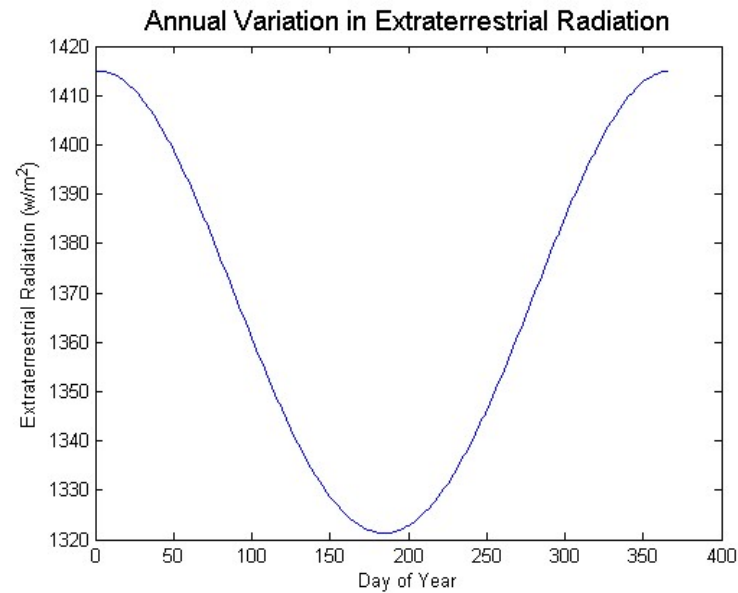
Dispositivos de conversão da radiação solar

Particularidades do aproveitamento térmico da energia solar

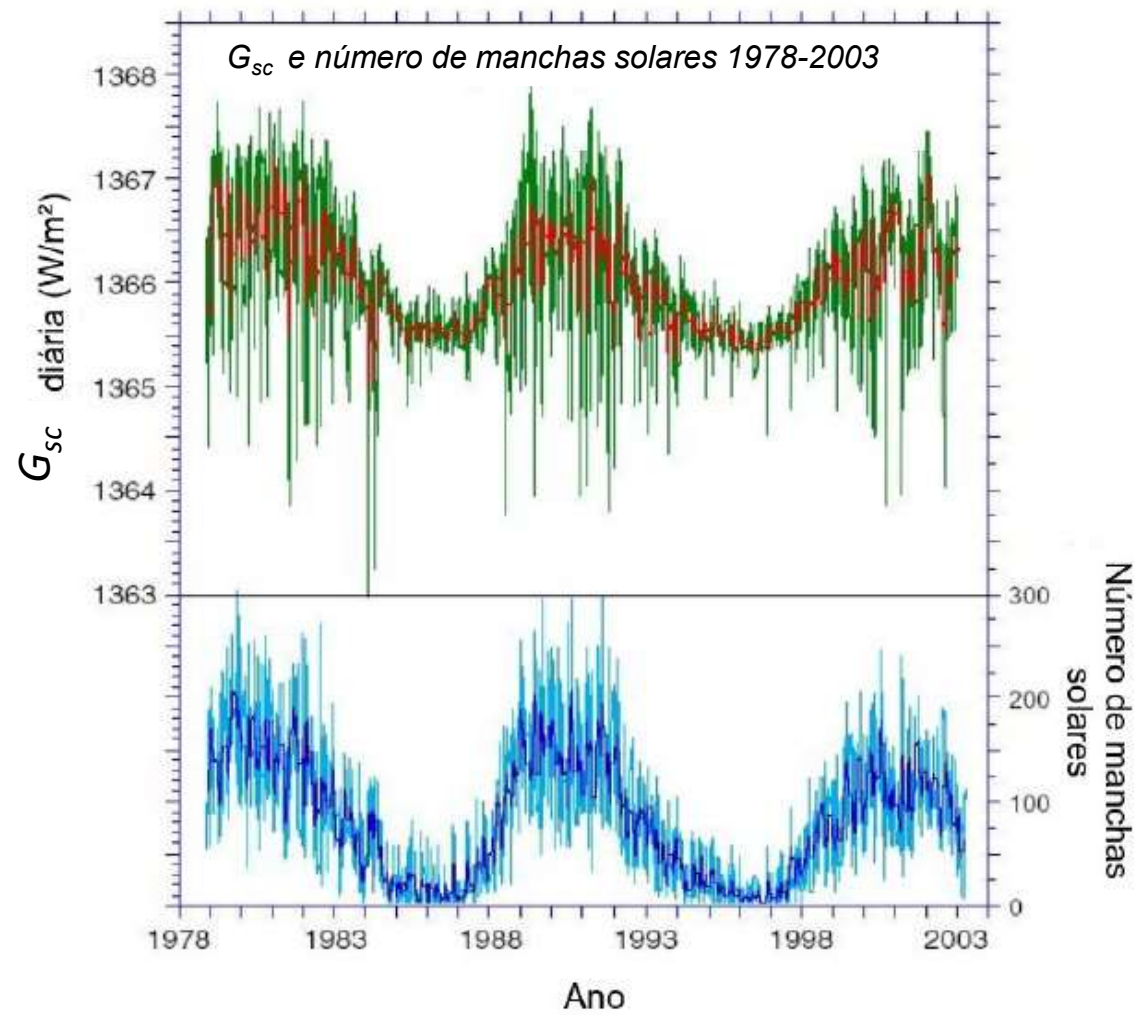
Particularidades da geração de eletricidade com sistemas fotovoltaicos

Cenários internacional e nacional

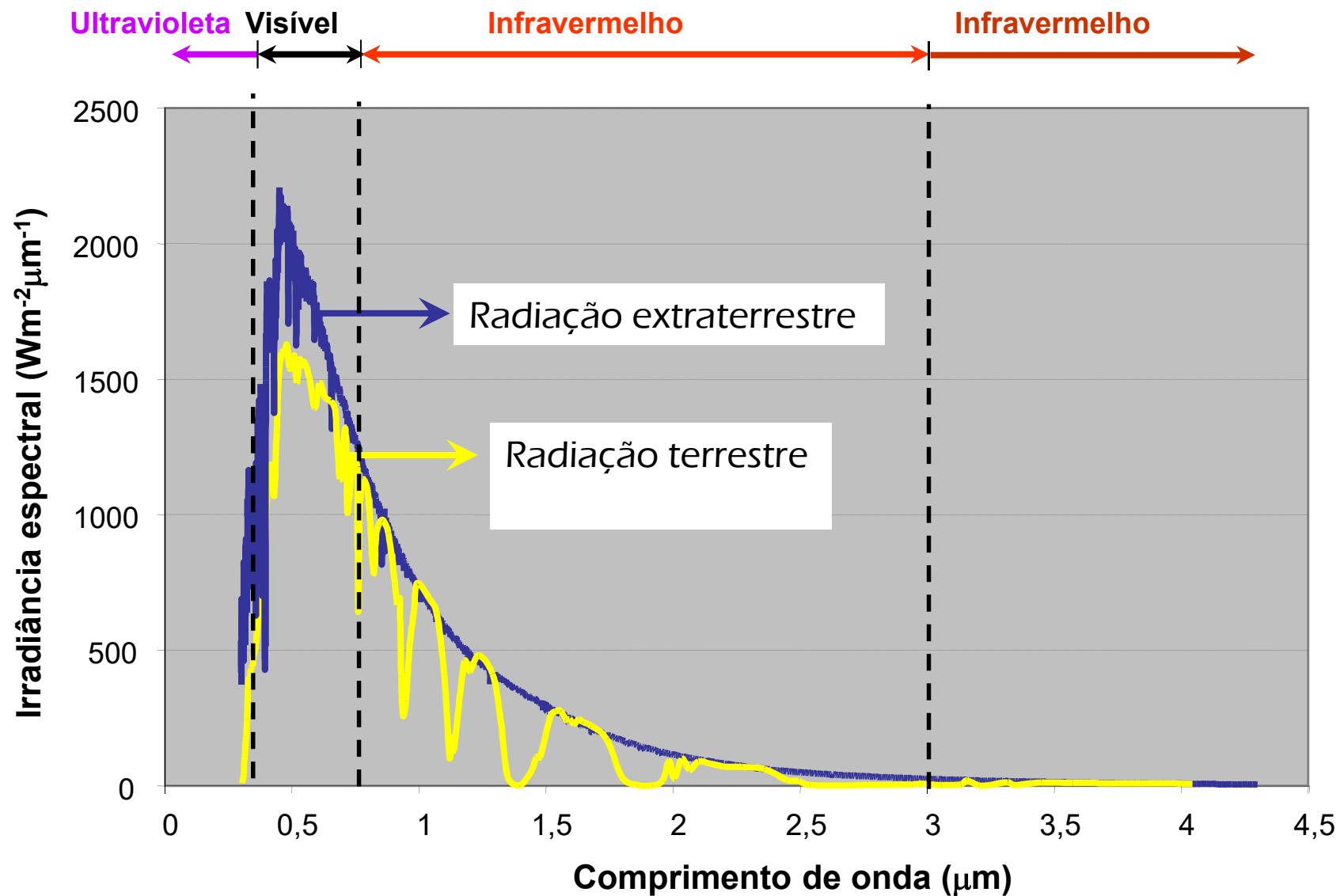
- ✓ Constante Solar (fluxo médio de radiação): $G_{sc} = 1367 \text{ W/m}^2$



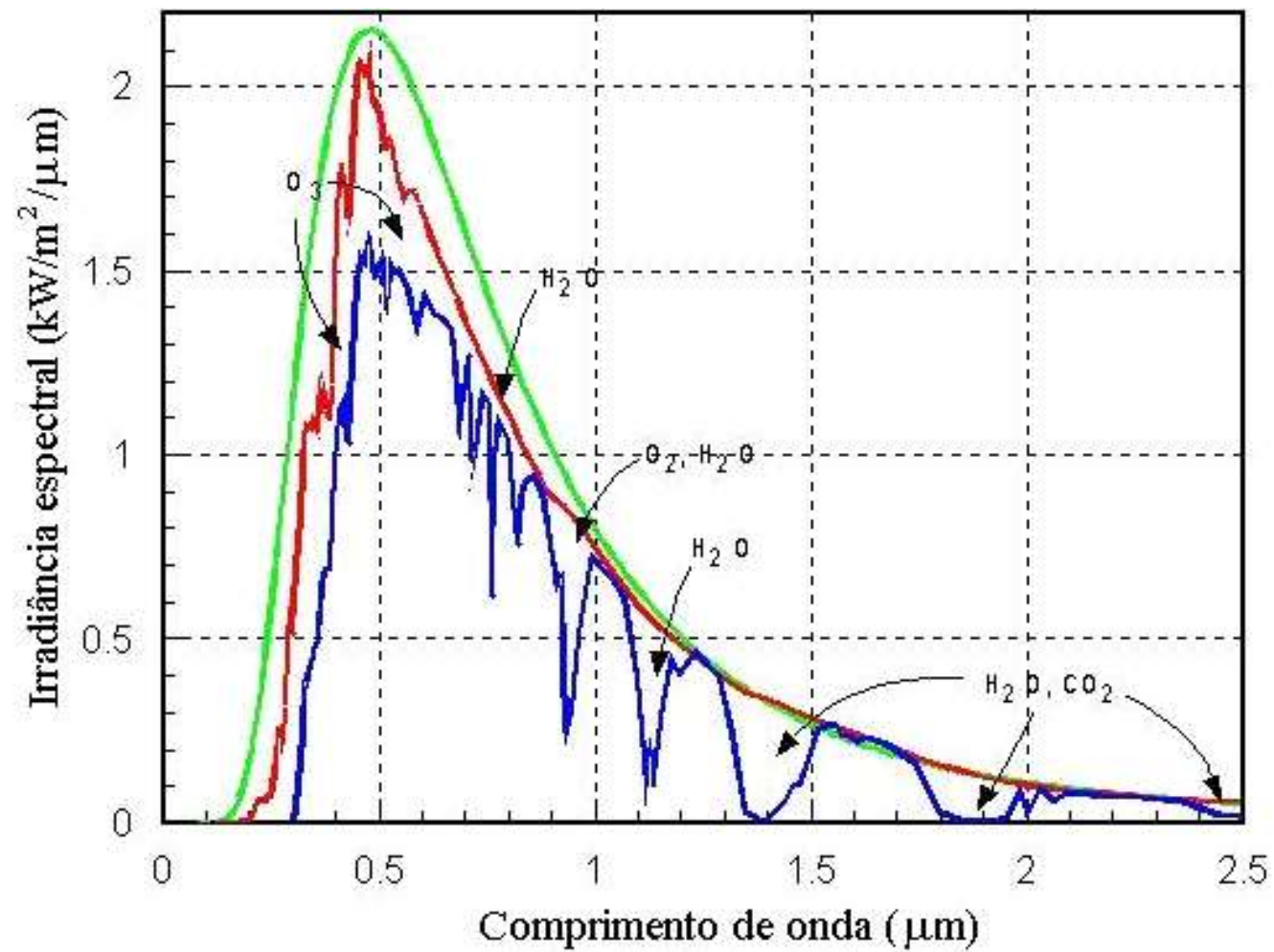
- ✓ Constante Solar (fluxo médio de radiação): $G_{sc} = 1367 \text{ W/m}^2$



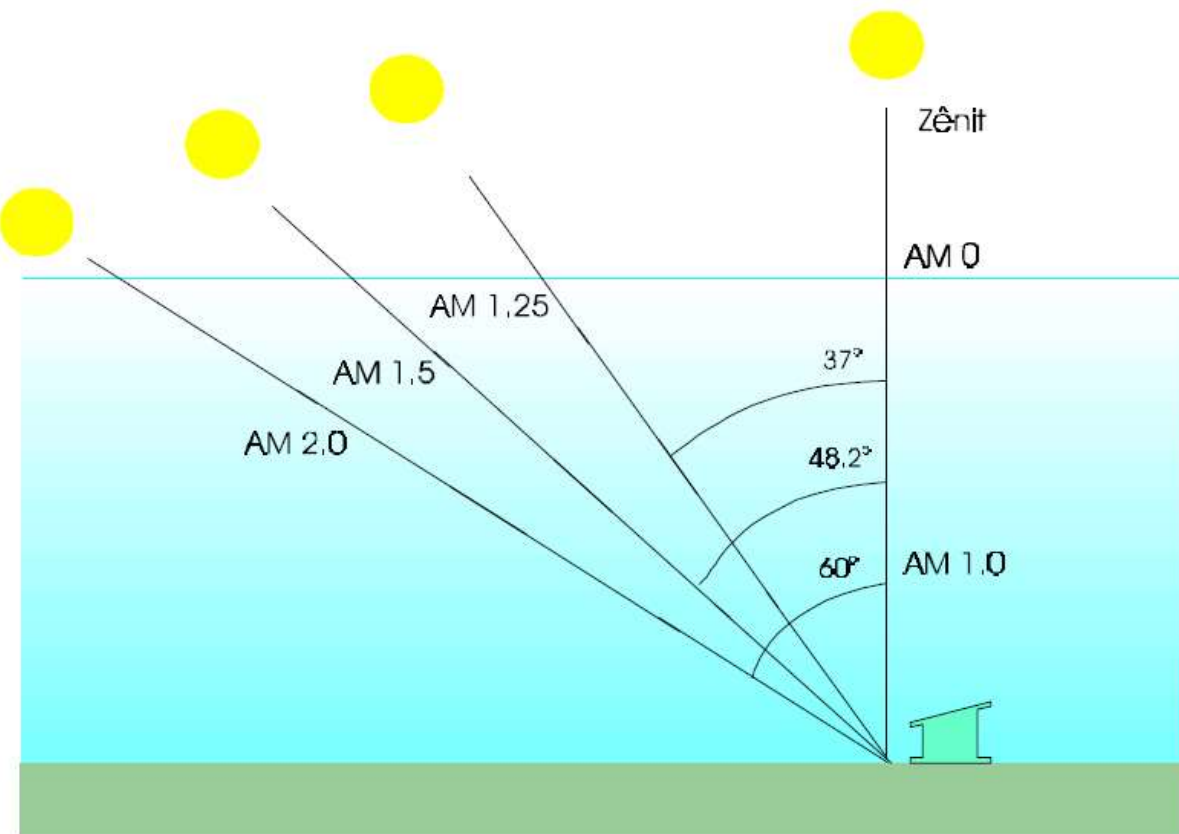
Distribuição espectral da radiação solar (I)



Irradiância Espectral da Radiação Solar

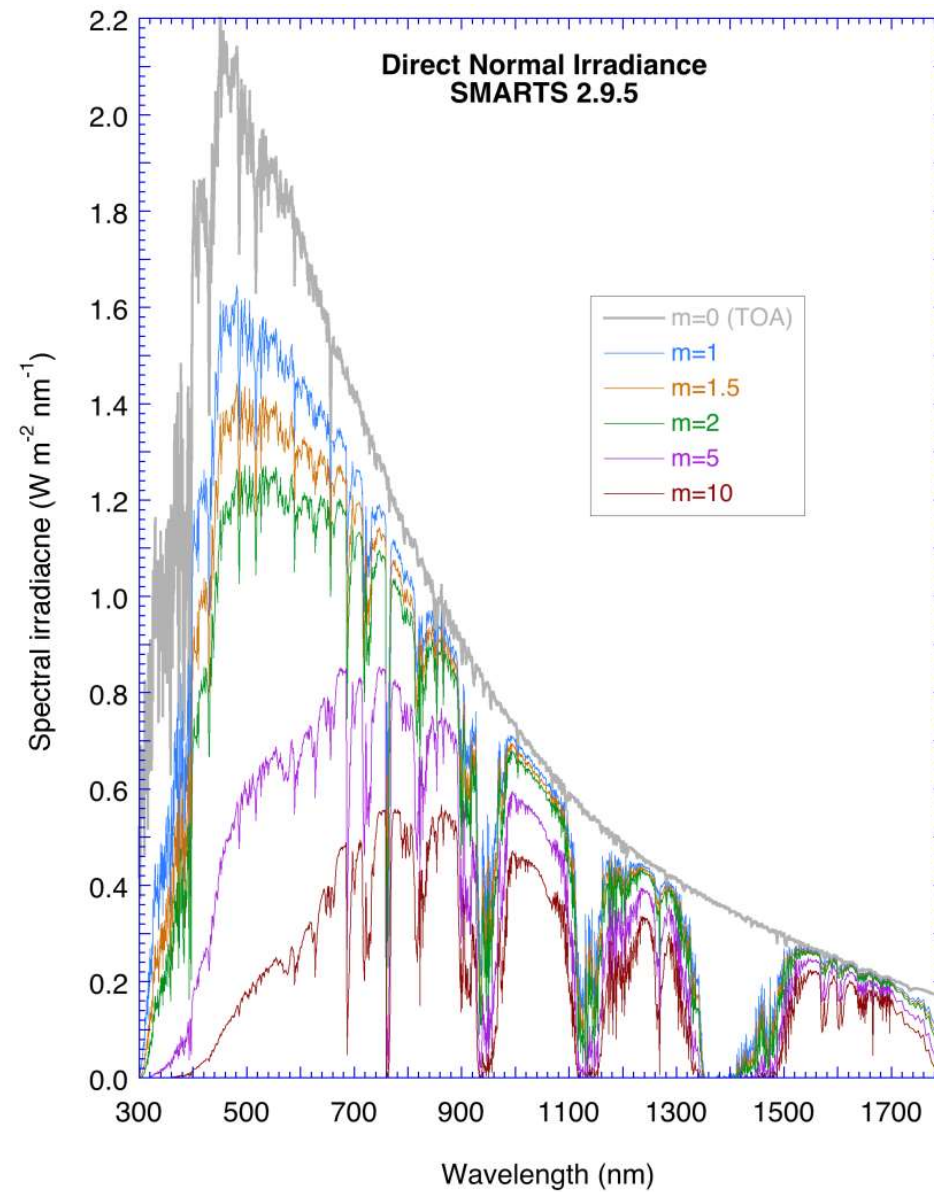


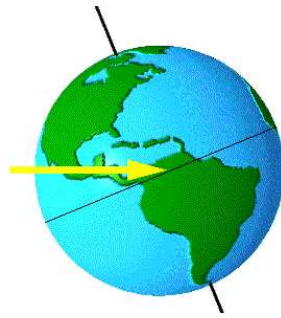
Massa de Ar



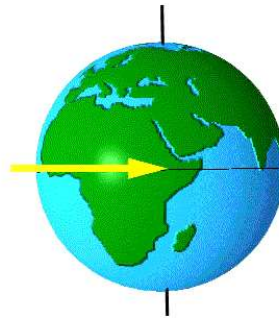
$$AM = \frac{1}{\cos(\theta_z)}$$

Atenuação Provocada pela Massa de Ar

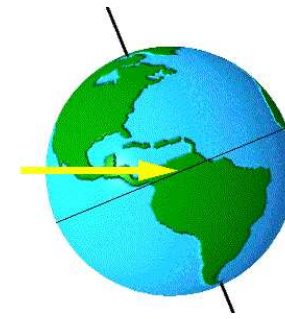




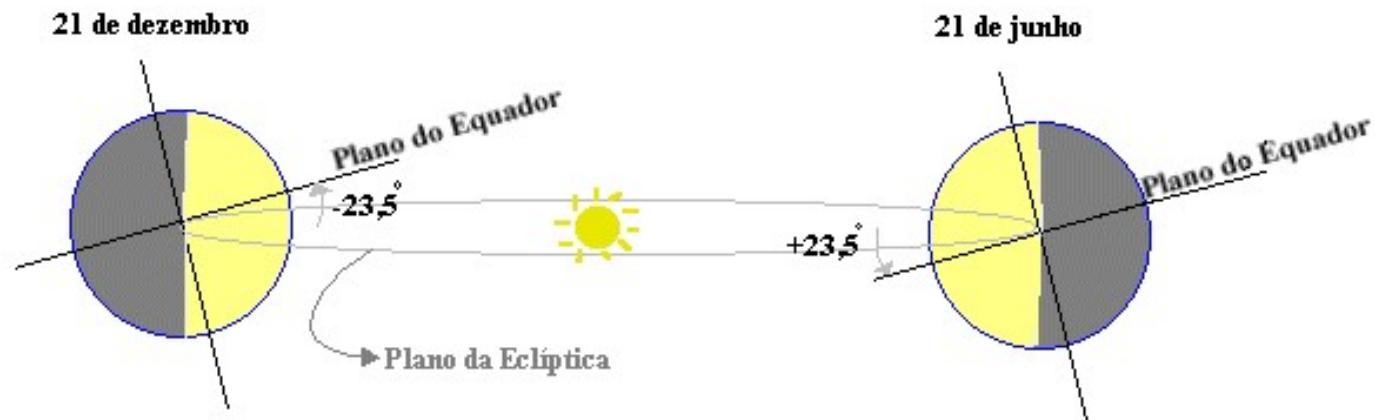
Verão*



Primavera/Outono*



Inverno*



$$\delta = 23,45 \operatorname{sen} \left[\frac{360}{365} (d_n + 284) \right], \text{ em graus}$$

DEFINIÇÕES

Radiação Solar – diz do fenômeno físico, o transporte de calor e energia na forma de ondas eletromagnéticas.

Irradiância – diz-se da grandeza física, a potência da energia radiante ou fluxo de energia que atravessa uma determinada área em um certo período de tempo. É medida em W/m^2 .

Irradiação – diz-se da grandeza física, a quantidade de energia radiante que atravessa uma determinada superfície. É numericamente igual à integração da irradiância no intervalo de tempo em questão. É medida em Wh/m^2 .

Insolação –também chamada de “horas de sol”, a insolação é período de tempo durante o qual o feixe de radiação solar direto ilumina uma superfície. Pode ser obtida experimentalmente registrando-se o número de horas do dia no qual a irradiância permaneceu acima de um valor definido, usualmente, 120 W/m^2

Perfis diários de irradiância

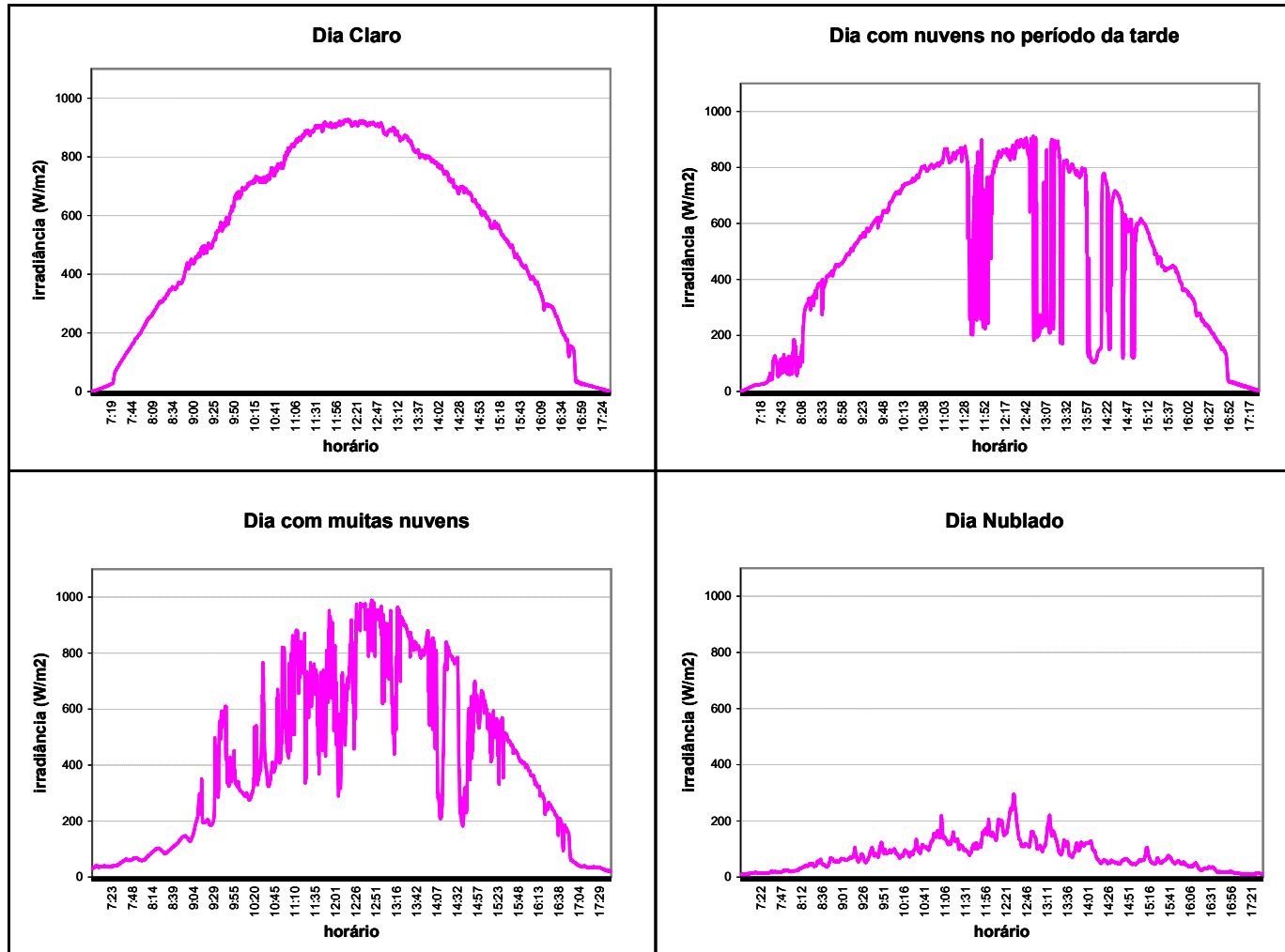
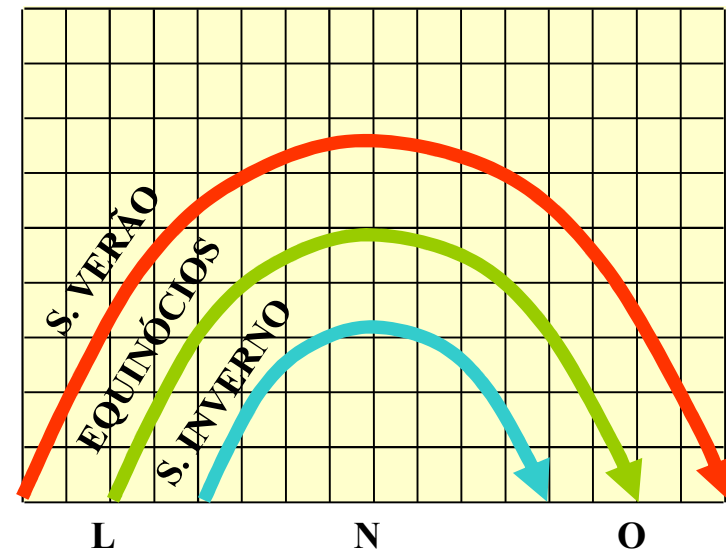
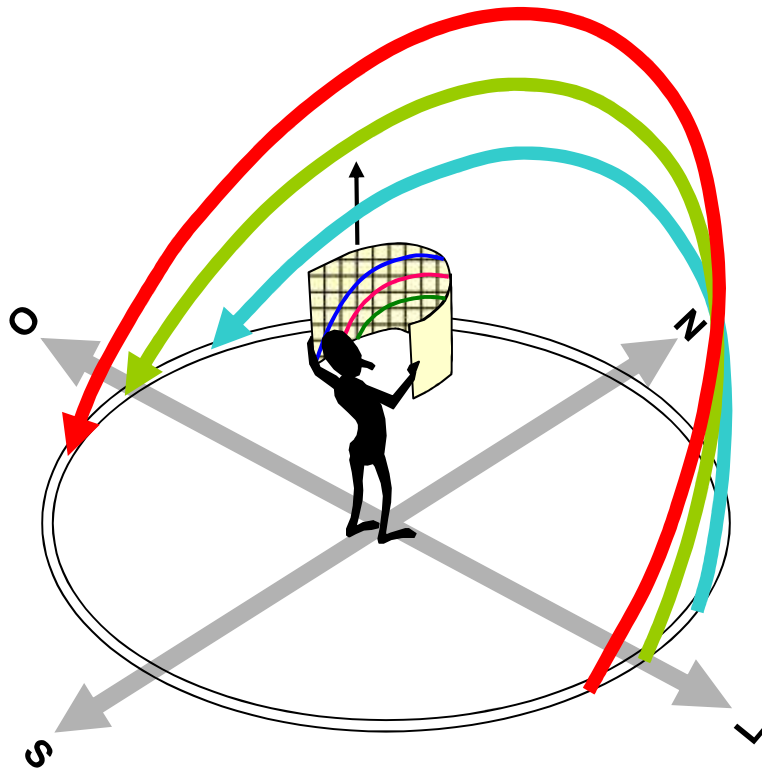


Diagrama de trajetórias do sol

→ Solstício de verão (Dezembro)

→ Equinócios de Primavera e Outono (Setembro/Março)

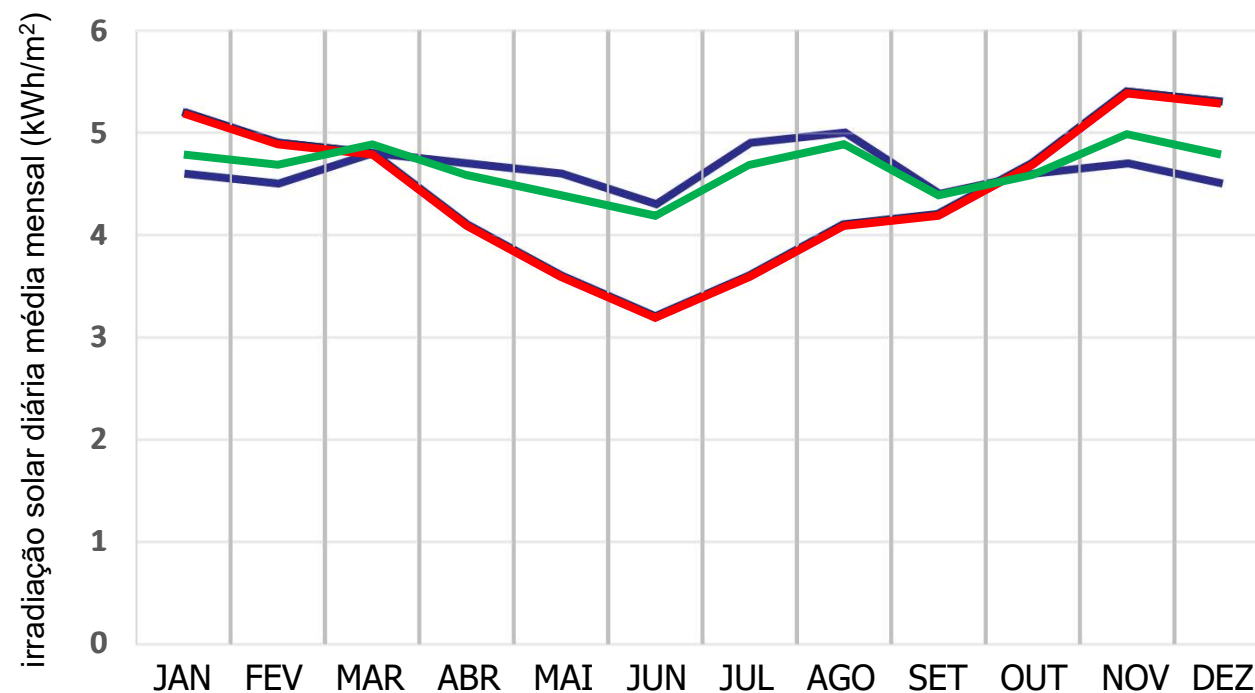
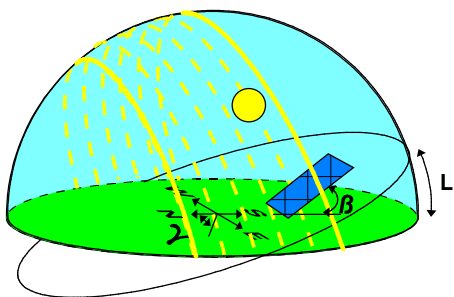
→ Solstício de inverno (Junho)

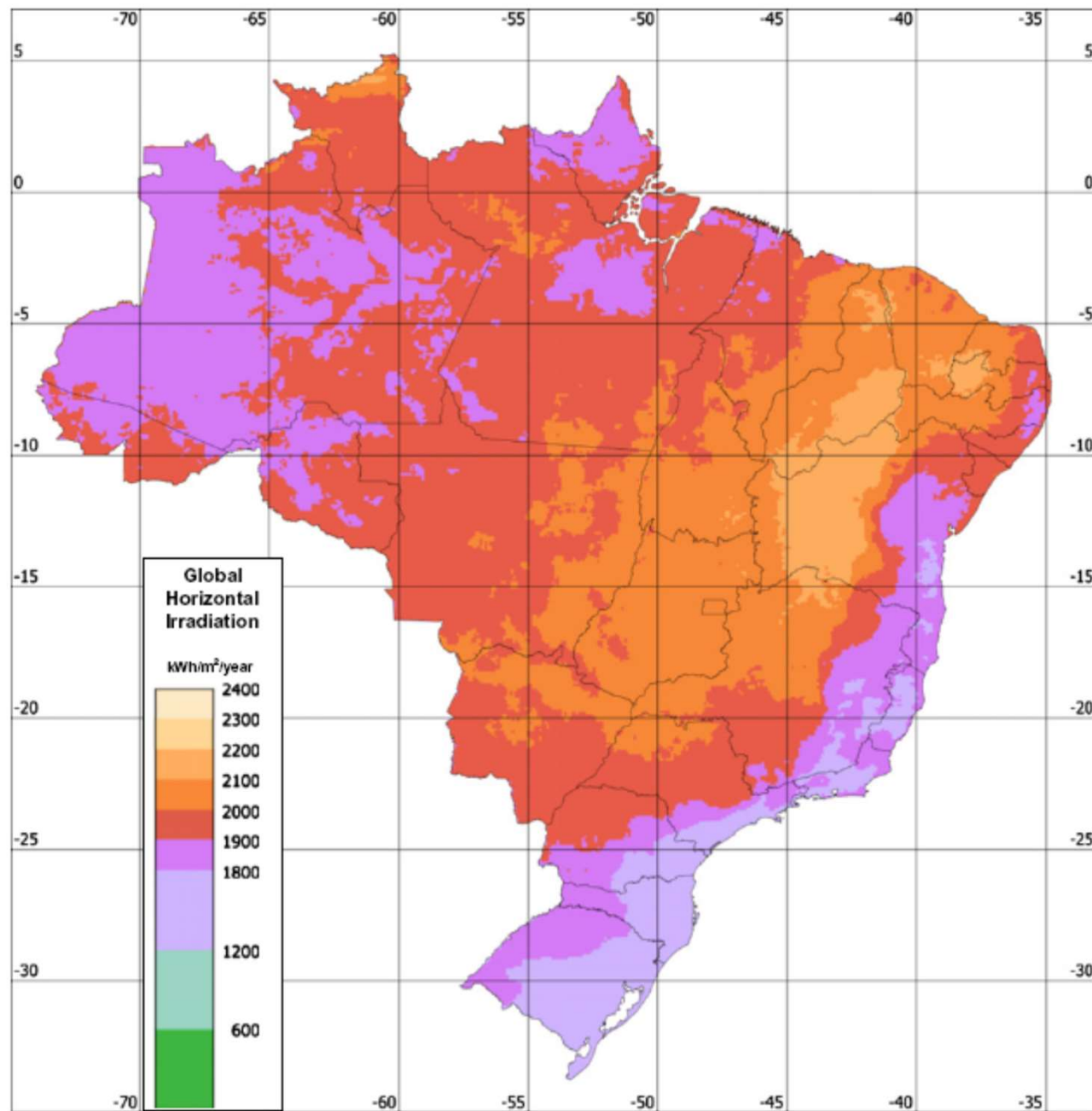


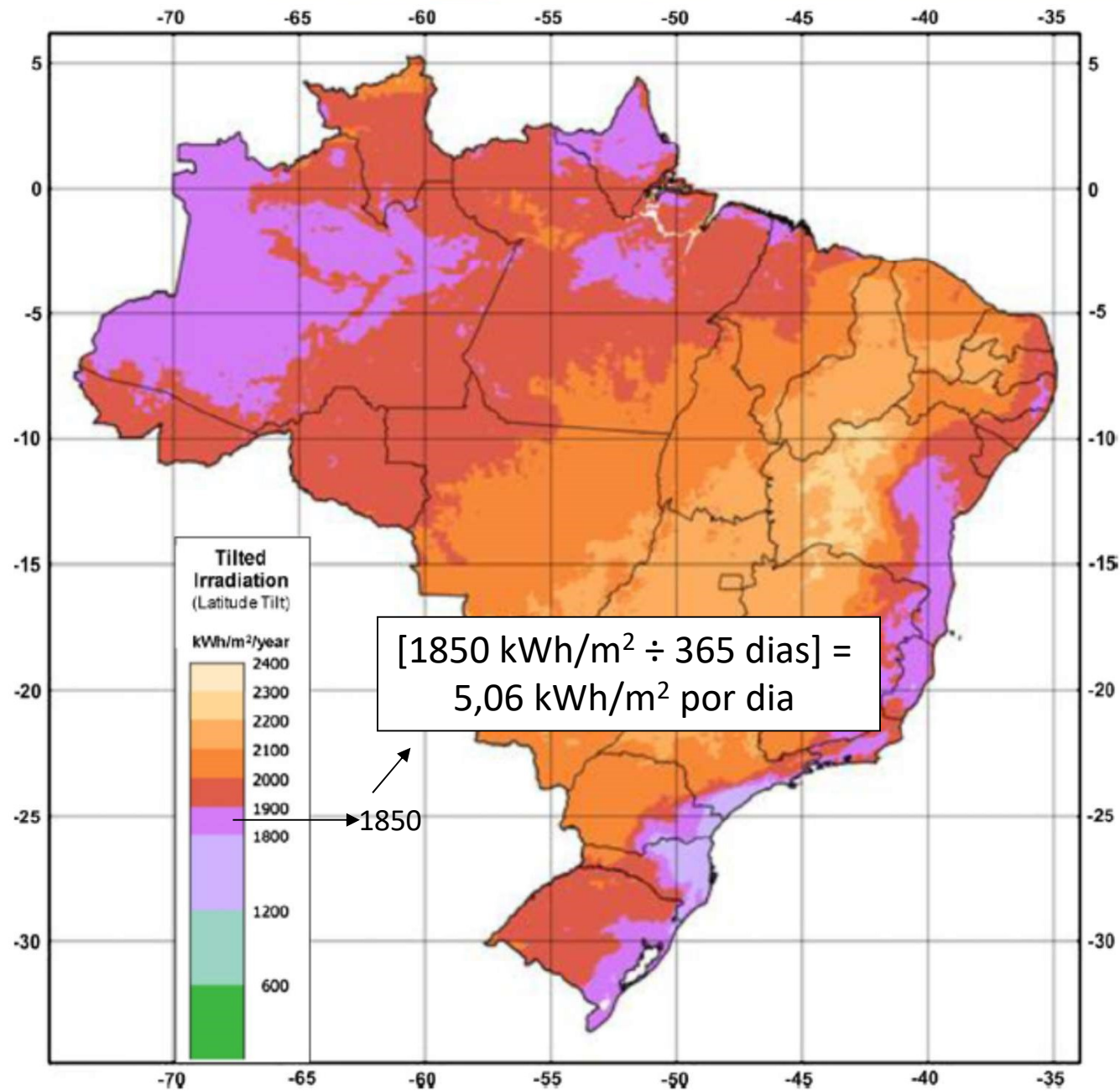
irradiação solar diária média mensal

kWh/m², São José dos Campos

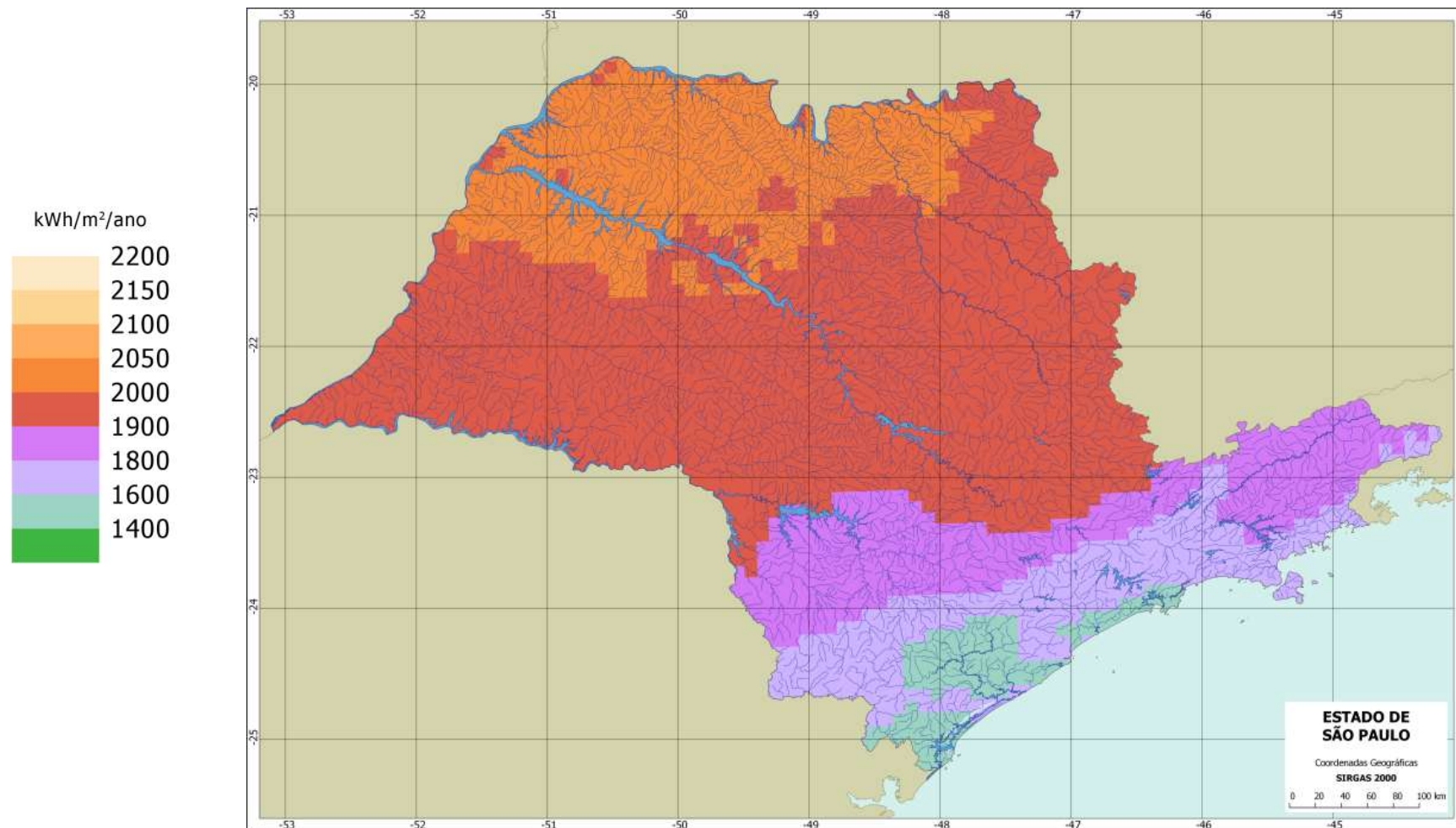
INCLINAÇÃO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
0 GRAUS	5.2	4.9	4.8	4.1	3.6	3.2	3.6	4.1	4.2	4.7	5.4	5.3
23 GRAUS	4.8	4.7	4.9	4.6	4.4	4.2	4.7	4.9	4.4	4.6	5.0	4.8
33 GRAUS	4.6	4.5	4.8	4.7	4.6	4.3	4.9	5.0	4.4	4.6	4.7	4.5



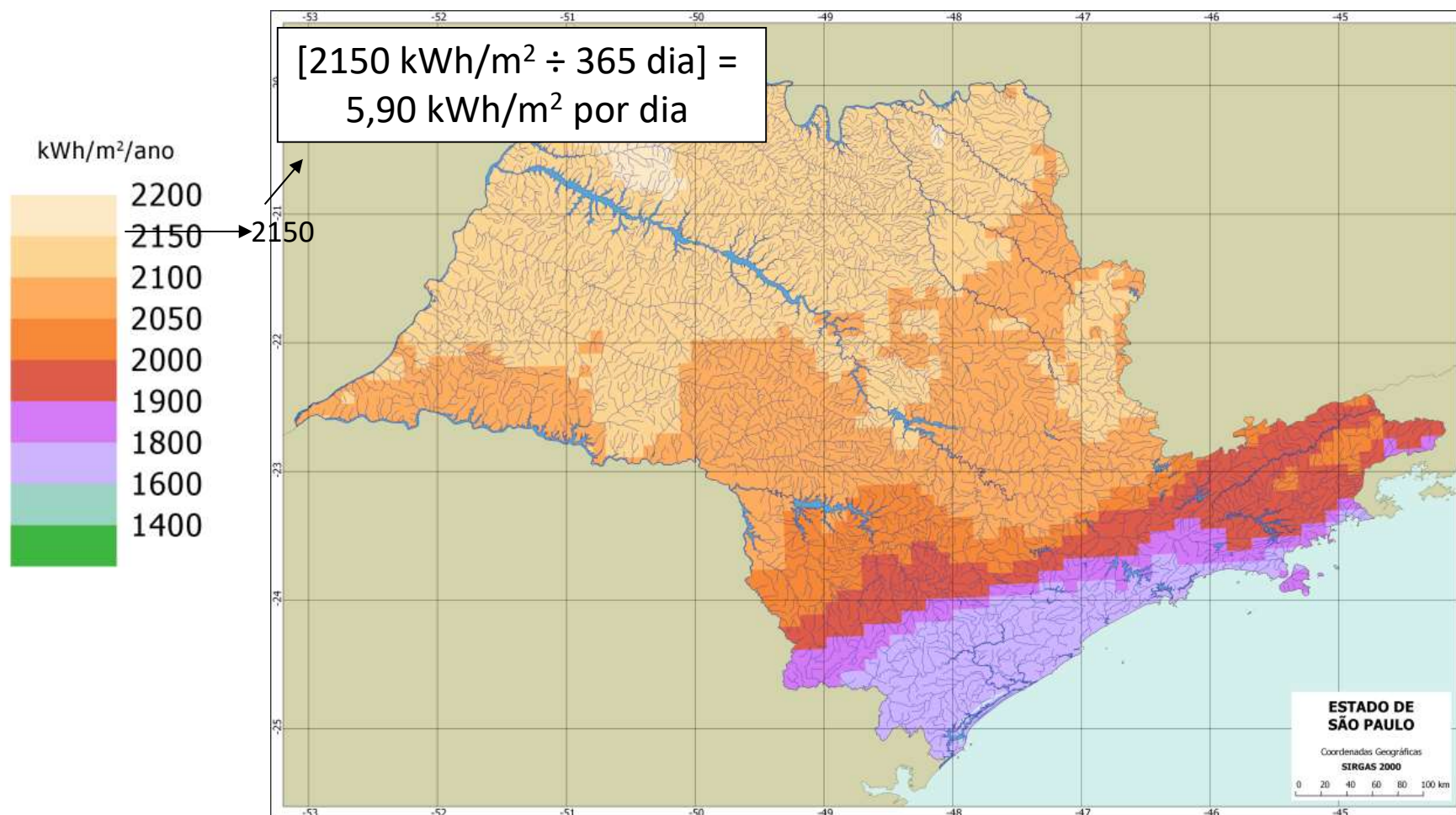


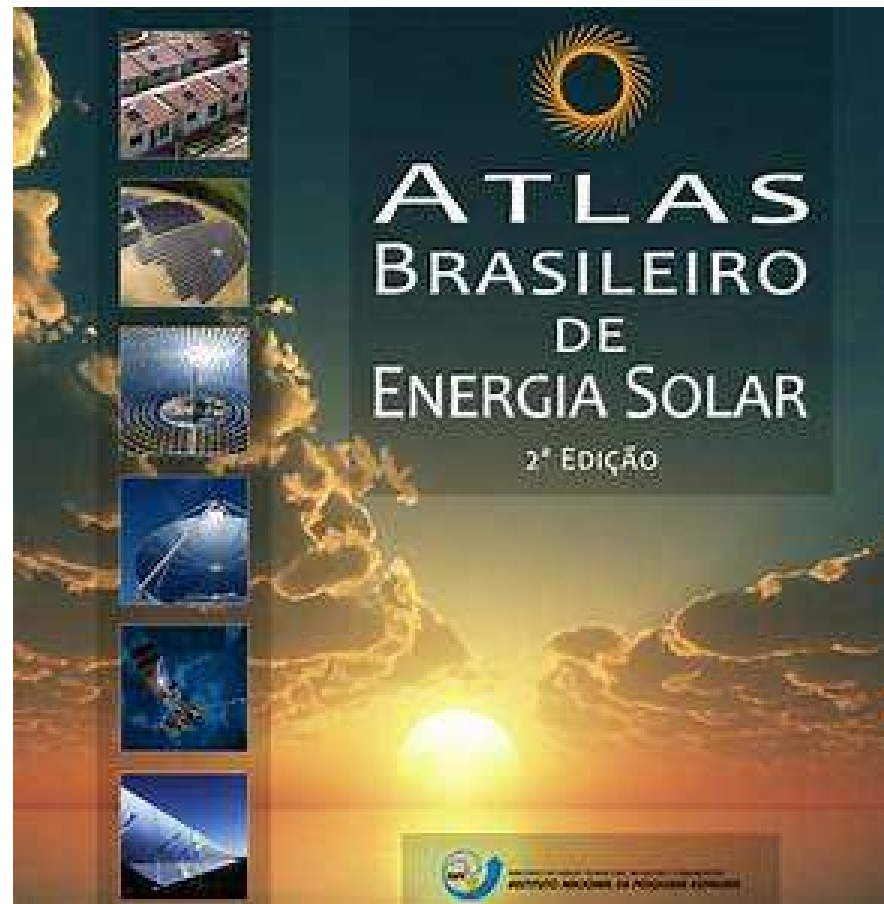


IRRADIAÇÃO GLOBAL (HORIZONTAL) – Total anual



IRRADIAÇÃO TOTAL (INCLINADA) – Total anual



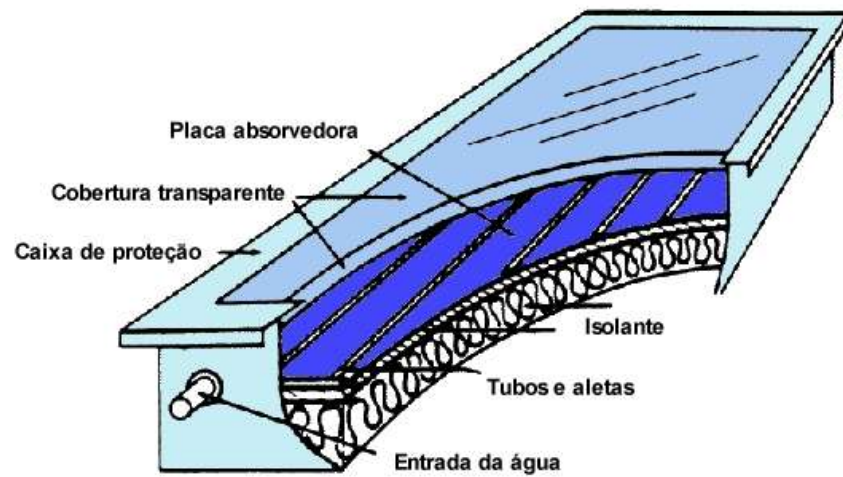


[http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/Atlas Brasileiro Energia Solar 2a Edicao.pdf](http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/Atlas_Brasileiro_Energia_Solar_2a_Edicao.pdf)

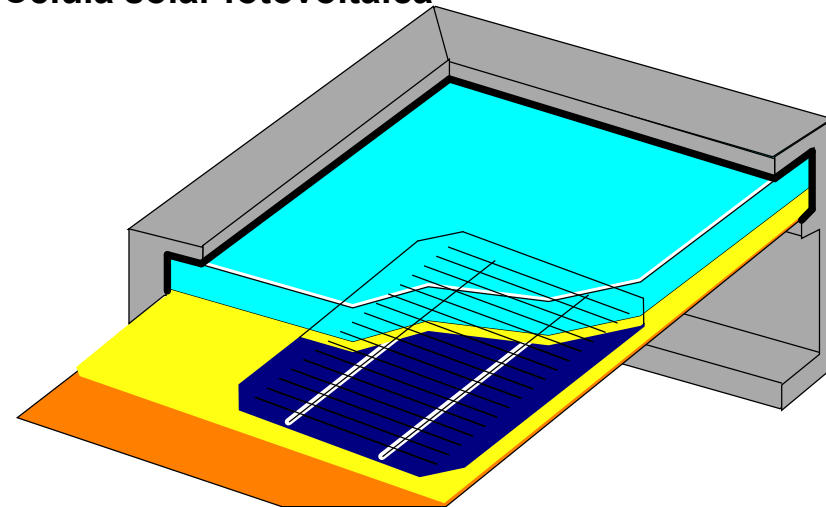
http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html

CONVERSÃO DA ENERGIA SOLAR

Coletor Solar Térmico



Célula solar fotovoltaica



Coletor Solar Plano

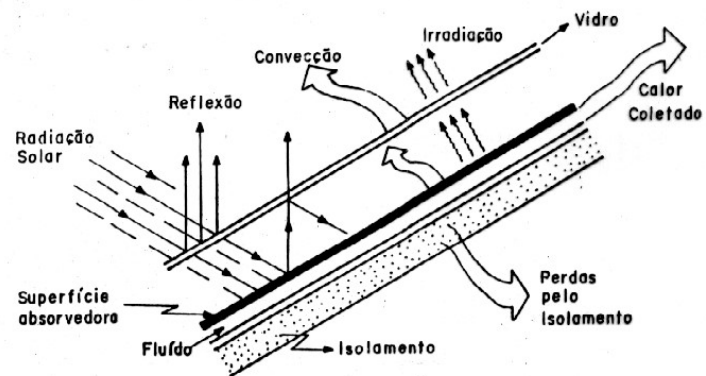


Figura 1 - Esquema de trocas de energia no coletor

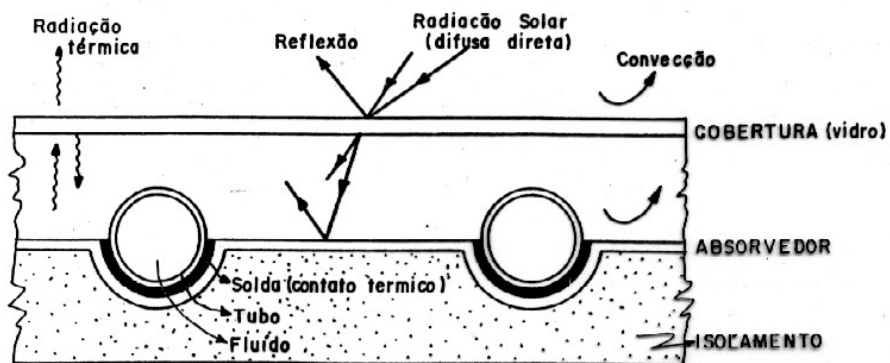
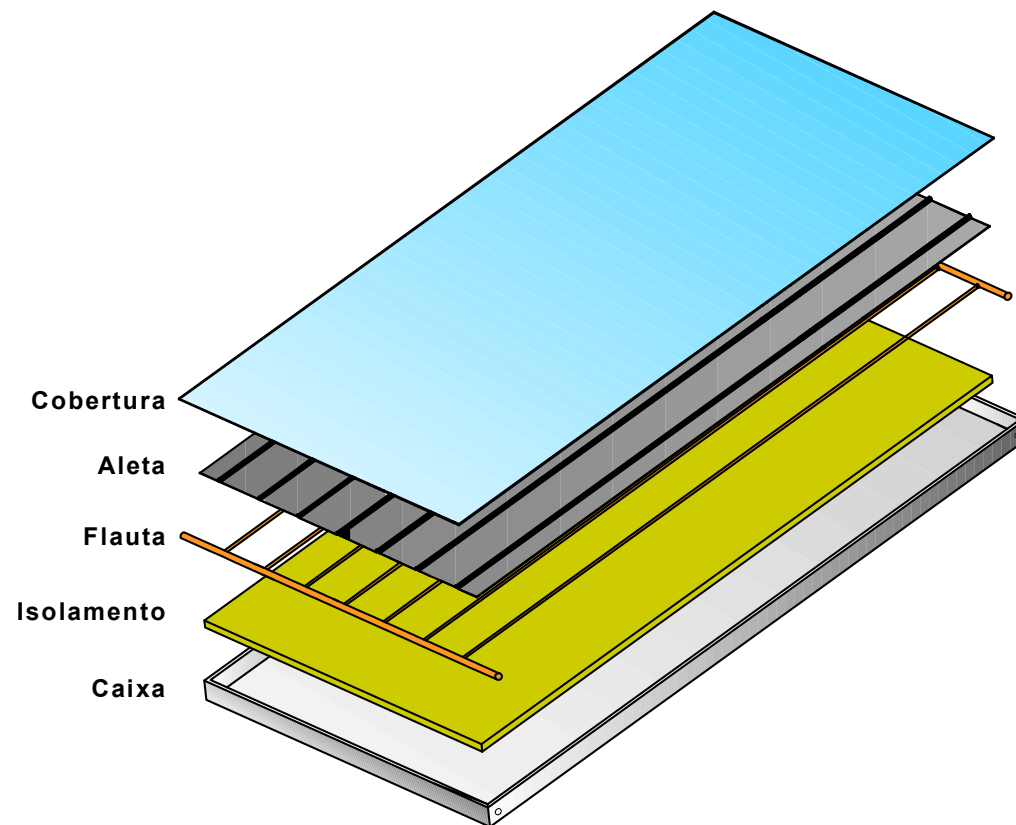


Figura 2 - Corte esquemático de um coletor solar tipo chapa tubos

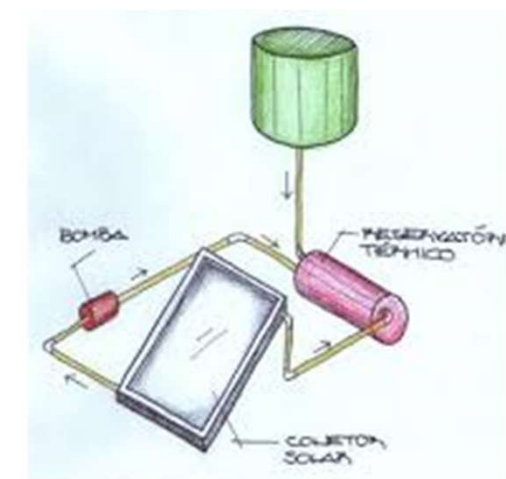
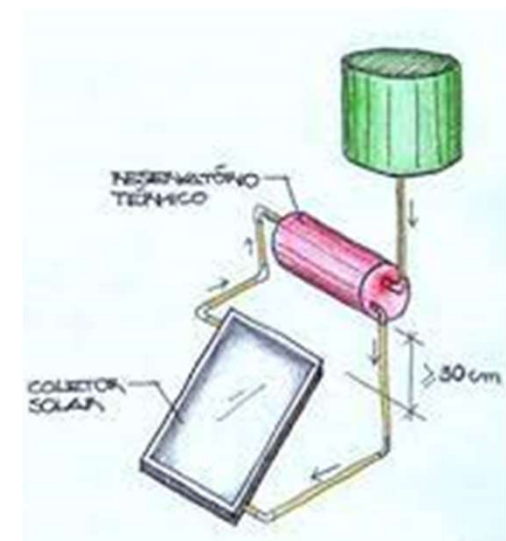


Aproveitamento térmico ativo - aquecimento



Classificação das aplicações para aquecimento de água

Tipos		Aplicações
Dependendo da circulação do fluido de trabalho	Circulação natural	Residências unifamiliares
	Circulação forçada ou bombeada	Aquecimento central / uso industrial
Dependendo do porte da instalação	Pequeno Porte (até 1.500 L)	Residências unifamiliares
	Médio Porte (1.500 L a 5.000 L)	Aquecimento central
	Grande Porte (maior que 5.000 L)	Aquecimento central / uso industrial
Dependendo do tipo de conexão coletor-reservatório	Convencional	Residências unifamiliares / aquecimento central / uso industrial
	Acoplado e integrado	Residências unifamiliares



Classificação das aplicações para aquecimento de água

Tipos		Aplicações
De acordo com o modo de circulação do fluido de trabalho	Circulação natural	Residências unifamiliares
	Circulação forçada ou bombeada	Aquecimento central / uso industrial
De acordo com o porte da instalação	Pequeno Porte (até 1.500 L)	Residências unifamiliares
	Médio Porte (1.500 L a 5.000 L)	Aquecimento central
	Grande Porte (maior que 5.000 L)	Aquecimento central / uso industrial
De acordo com o tipo de configuração coletor-reservatório	Convencional	Residências unifamiliares / aquecimento central / uso industrial
	Acoplado e integrado	Residências unifamiliares

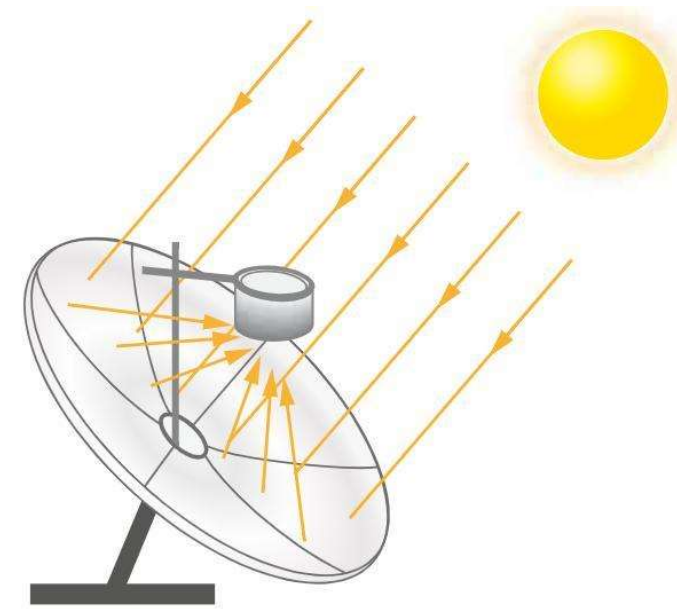


Classificação das aplicações para aquecimento de água

	Tipos	Aplicações
nto à circulação uido de trabalho	Circulação natural	Residências unifamiliares
	Circulação forçada ou bombeada	Aquecimento central / uso industrial
nto ao porte da lação	Pequeno Porte (até 1.500 L)	Residências unifamiliares
	Médio Porte (1.500 L a 5.000 L)	Aquecimento central
	Grande Porte (maior que 5.000 L)	Aquecimento central / uso industrial
nto ao tipo de exão coletor- rvatório	Convencional	Residências unifamiliares / aquecimento central / uso industrial
	Acoplado e integrado	Residências unifamiliares



Aproveitamento térmico ativo - cocção

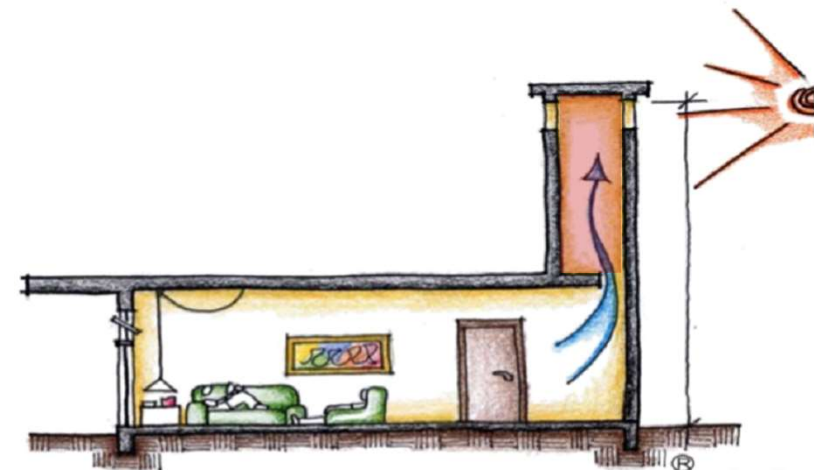
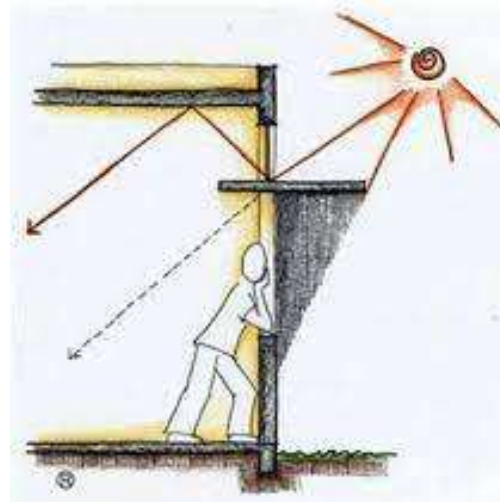
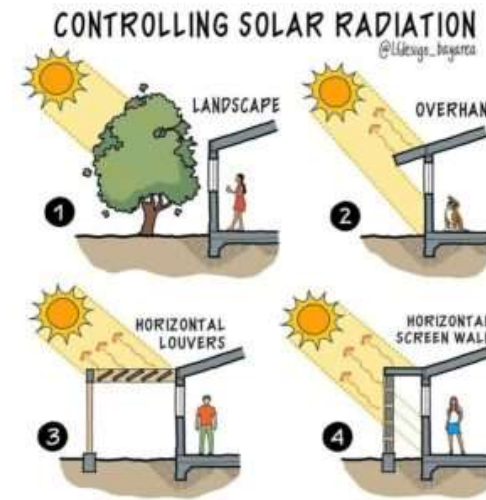
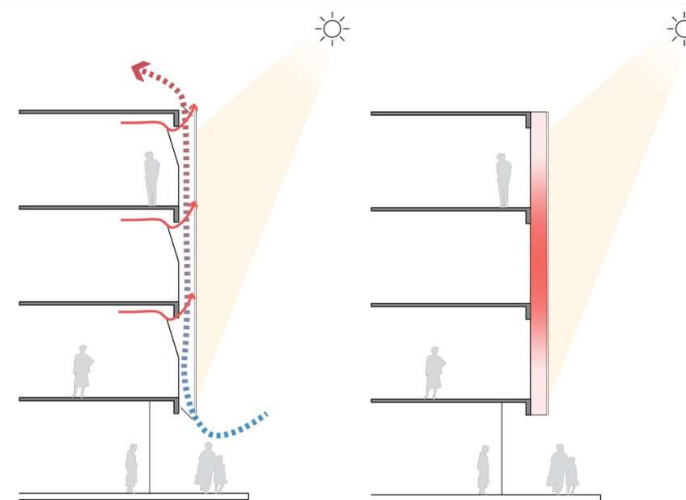
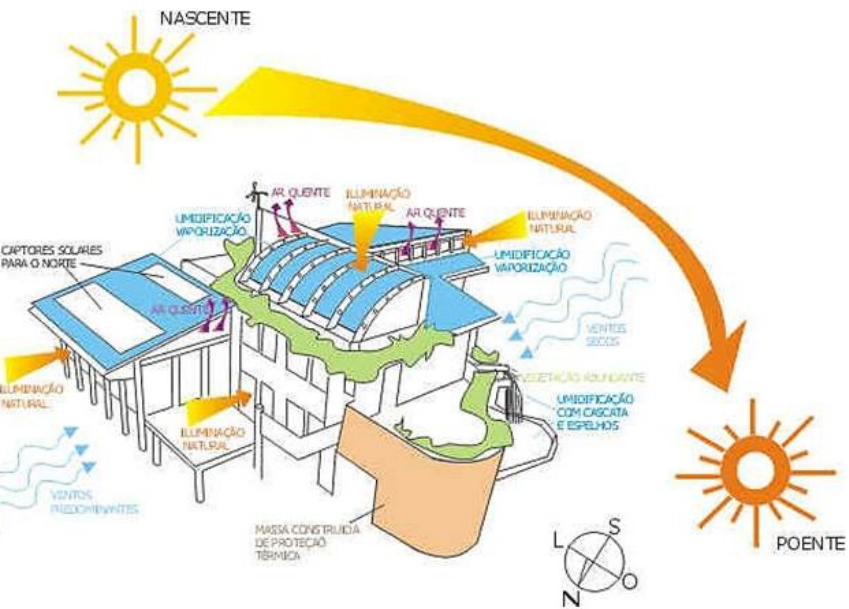


veitamento térmico ativo – geração de eletricidade

Concentrated Solar Power (CSP)

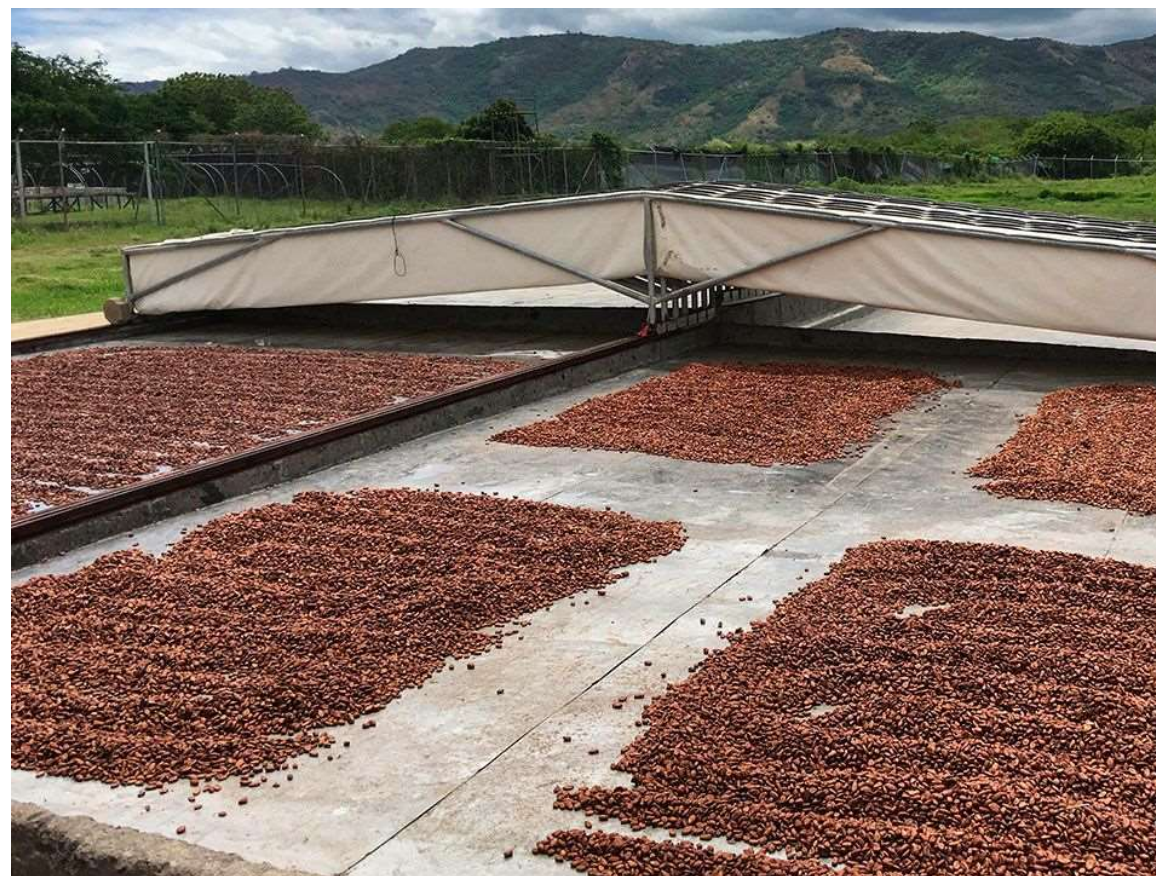


veitamento térmico passivo – Arquitetura Bioclimática

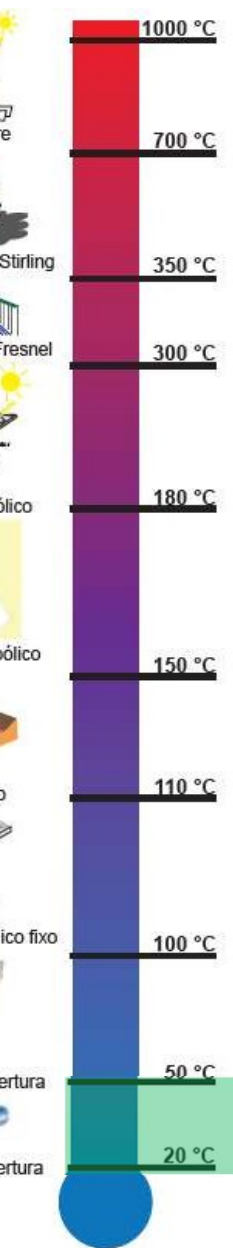


Temperatura de trabalho de diferentes tecnologias de coletores

Coletor plano aberto

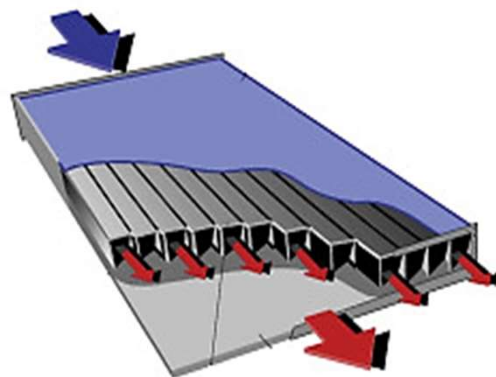
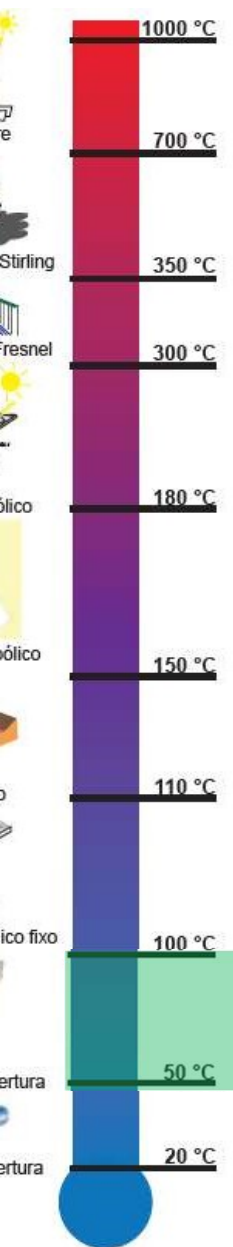


Fluido de trabalho: ar / água



Temperatura de trabalho de diferentes tecnologias de coletores

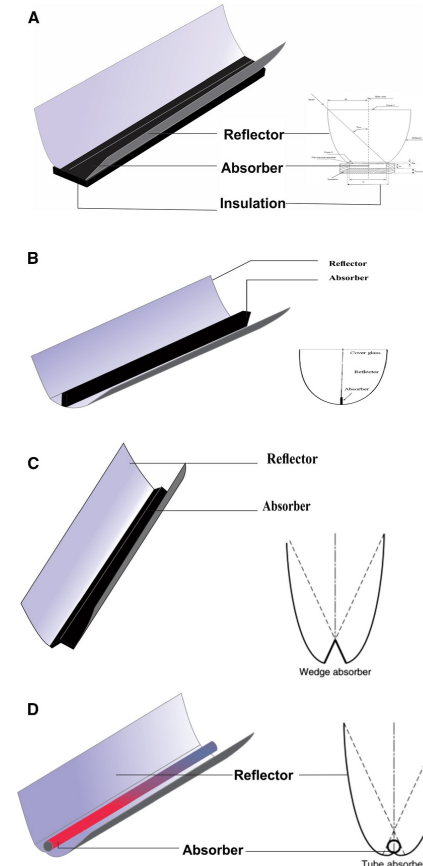
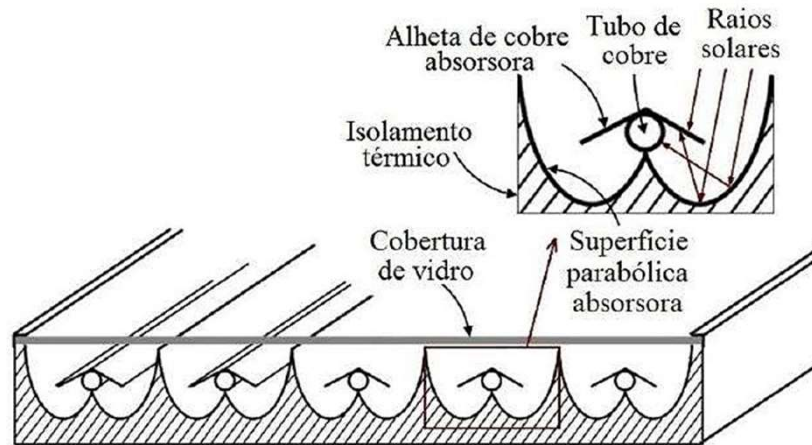
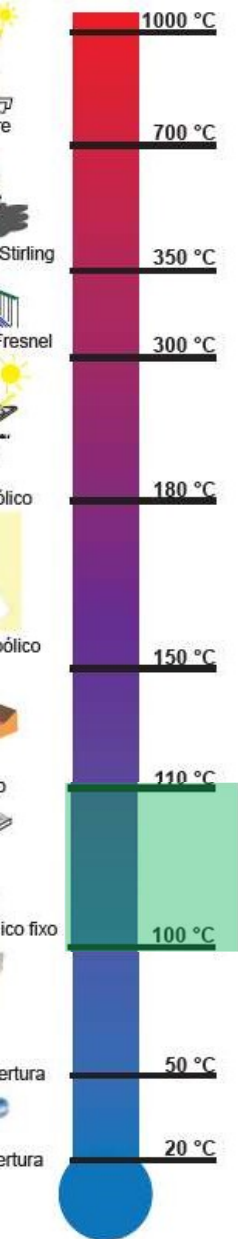
Coletor plano fechado



Fluido de trabalho: ar / água

Temperatura de trabalho de diferentes tecnologias de coletores

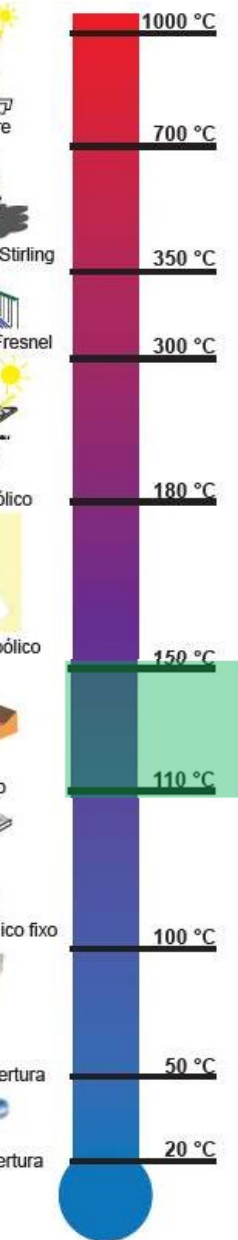
Concentrador parabólico composto (CPC)



Fluido de trabalho: água

Temperatura de trabalho de diferentes tecnologias de coletores

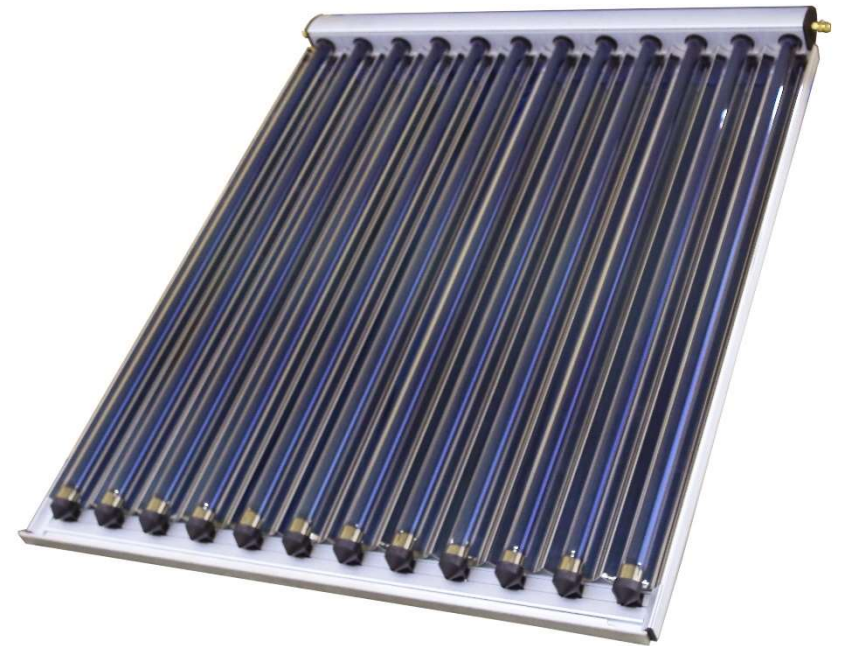
Tubo de vácuo



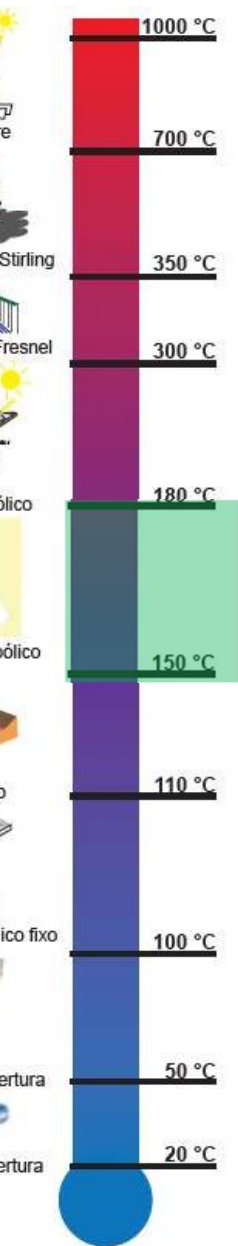
Fluido de trabalho: água

Temperatura de trabalho de diferentes tecnologias de coletores

Tubo de vácuo + CPC

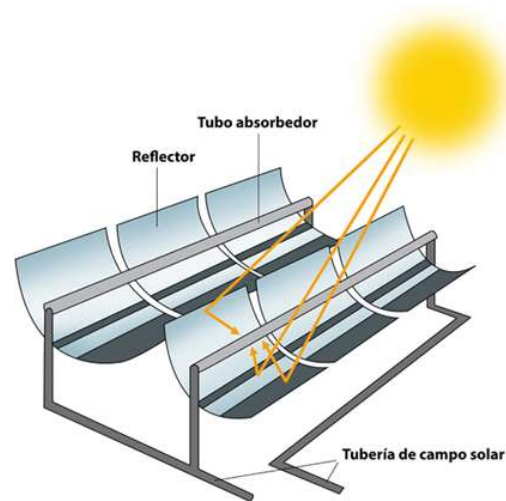


Fluido de trabalho: água / fluido térmico

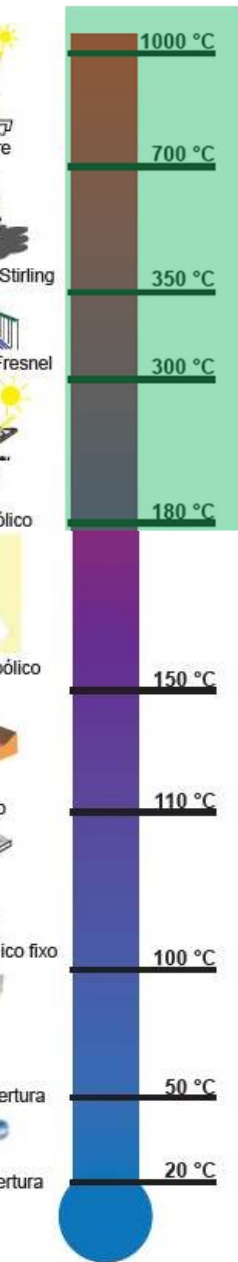


Temperatura de trabalho de diferentes tecnologias de coletores

Concentrador cilíndrico parabólico

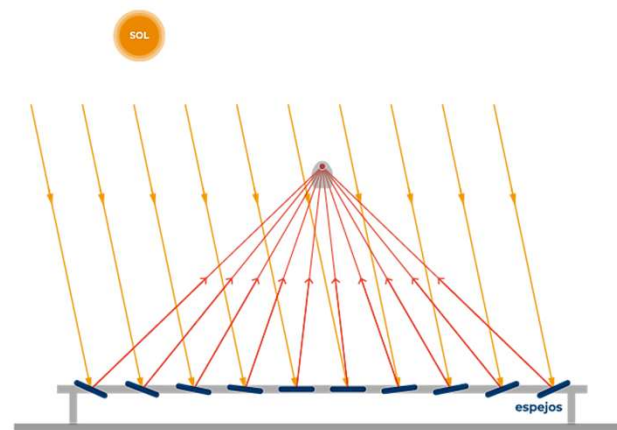
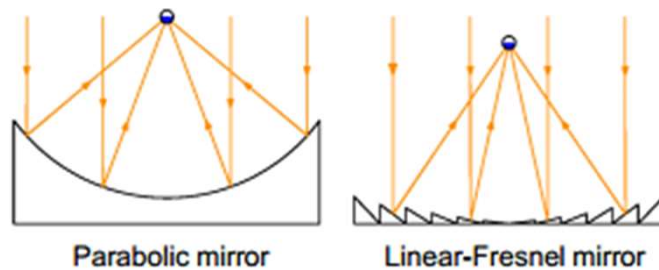


Fluido de trabalho: água / fluido térmico / sal / gás

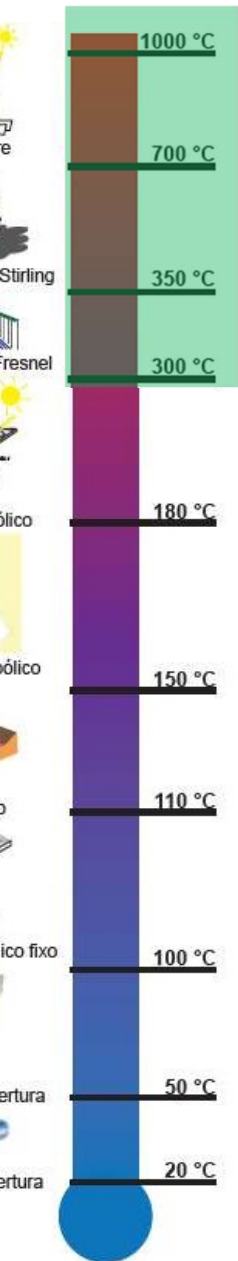


Temperatura de trabalho de diferentes tecnologias de coletores

Concentrador linear Fresnel

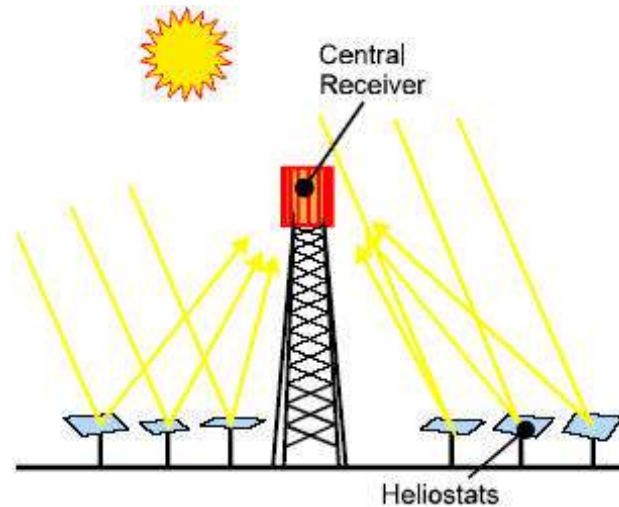
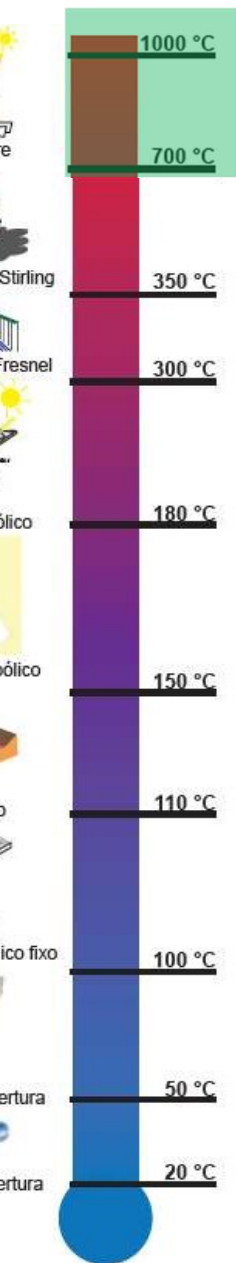


Fluido de trabalho: água / fluido térmico / sal / gás



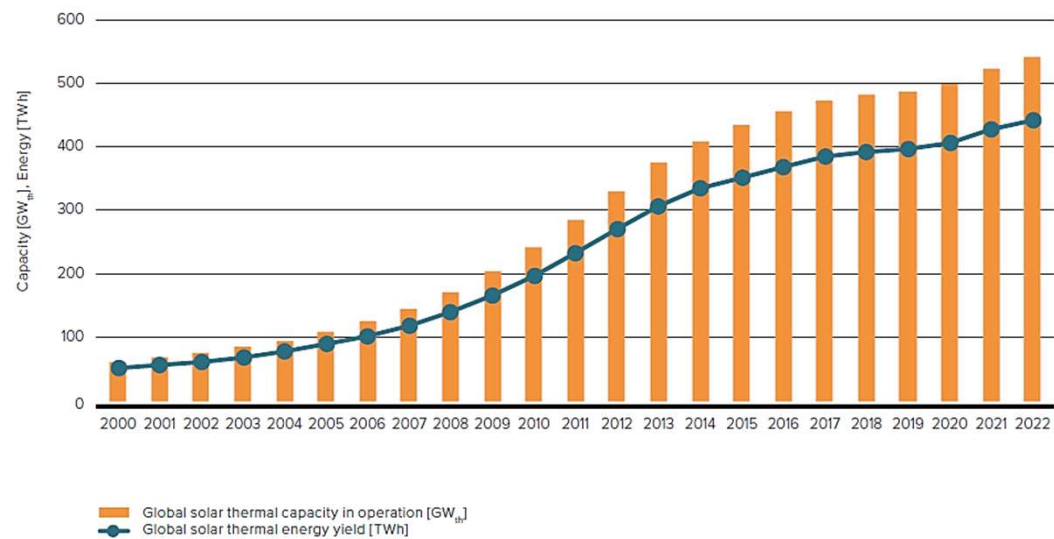
Temperatura de trabalho de diferentes tecnologias de coletores

Torre de concentração

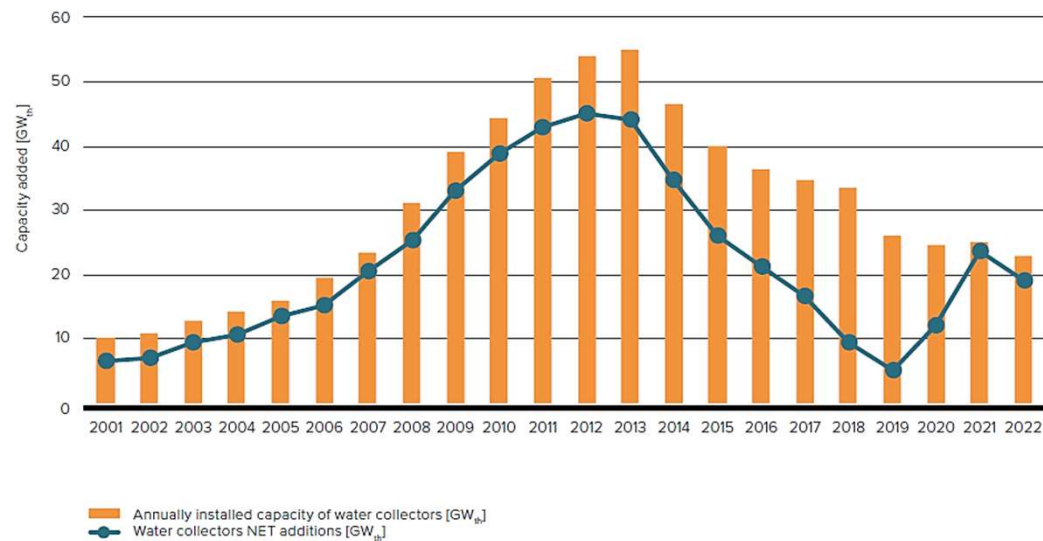


Fluido de trabalho: água / fluido térmico / sal / gás

Capacidade instalada acumulada e energia gerada acumulada

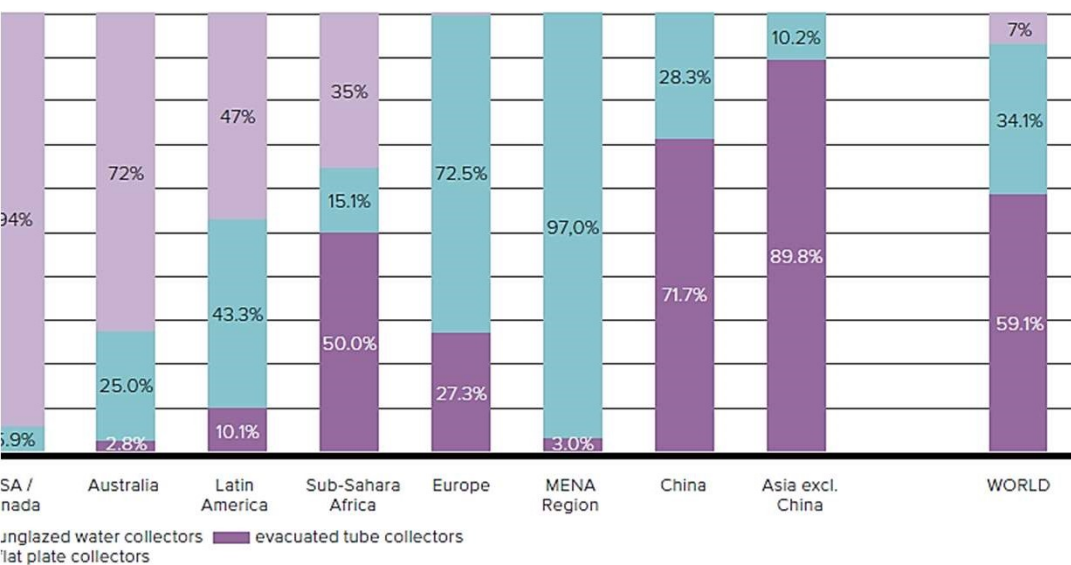


Capacidade instalada anual

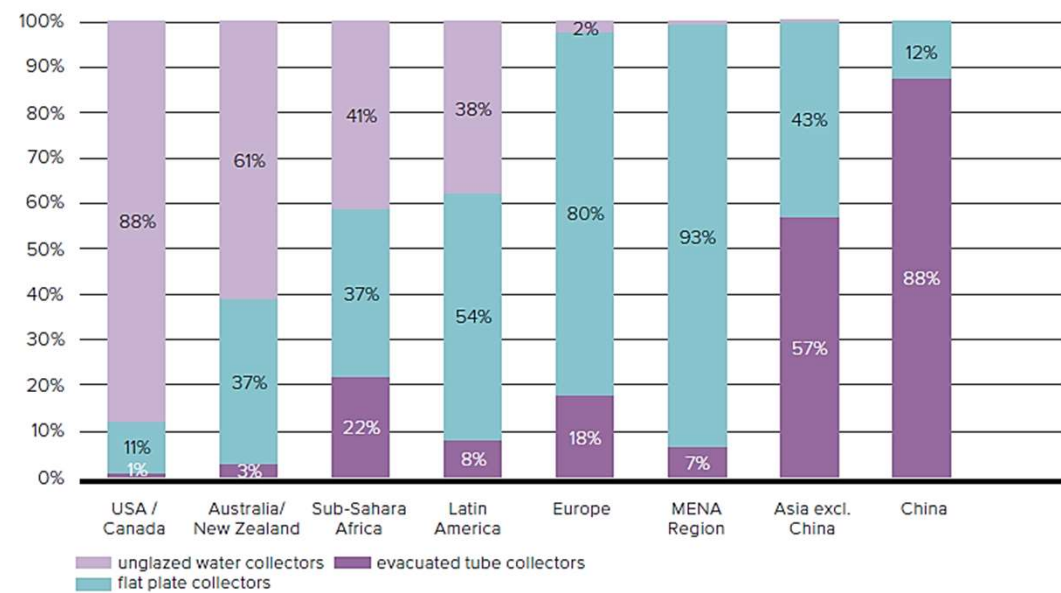


Capacidade instalada por tecnologia e região

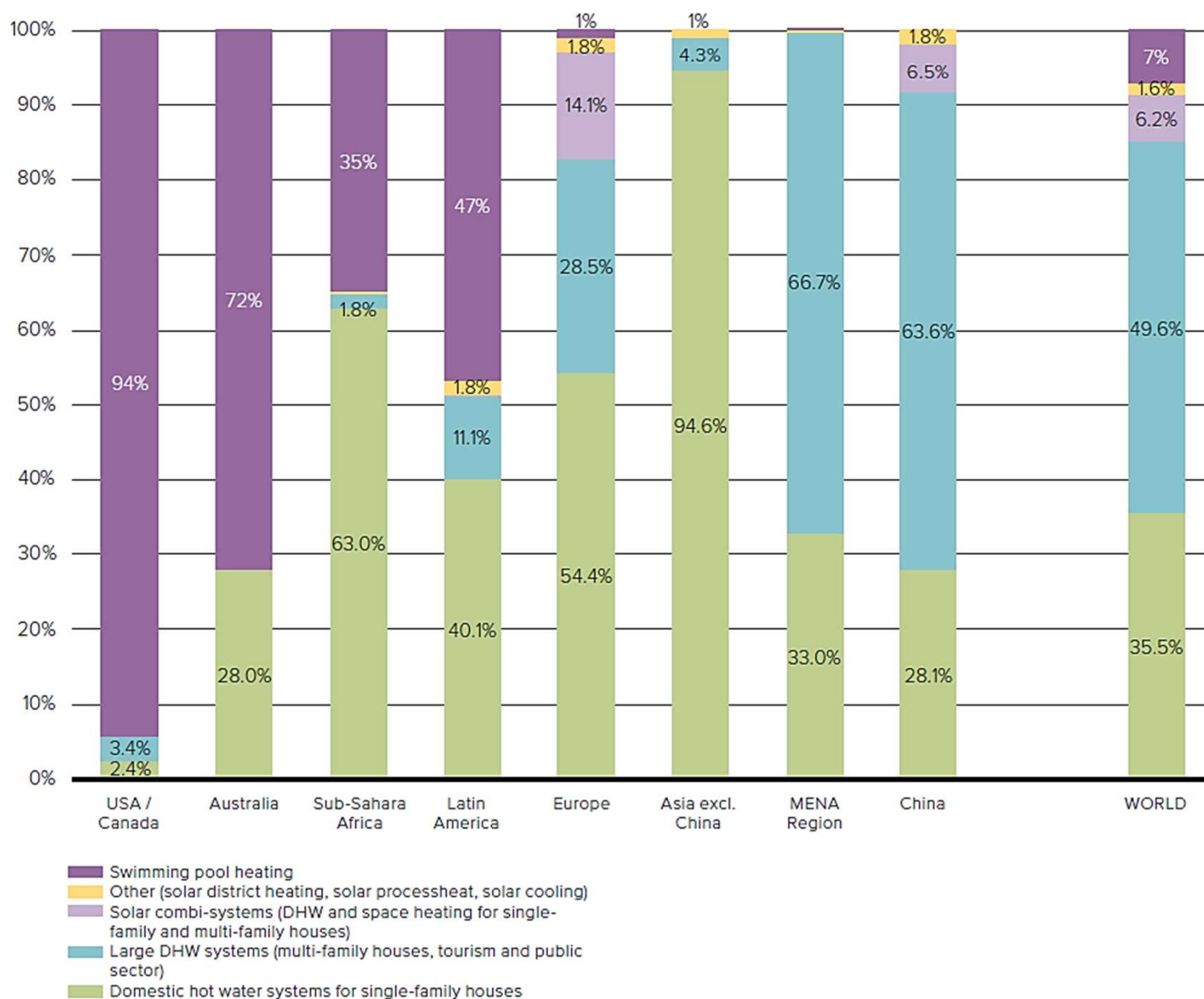
Mercado em 2021



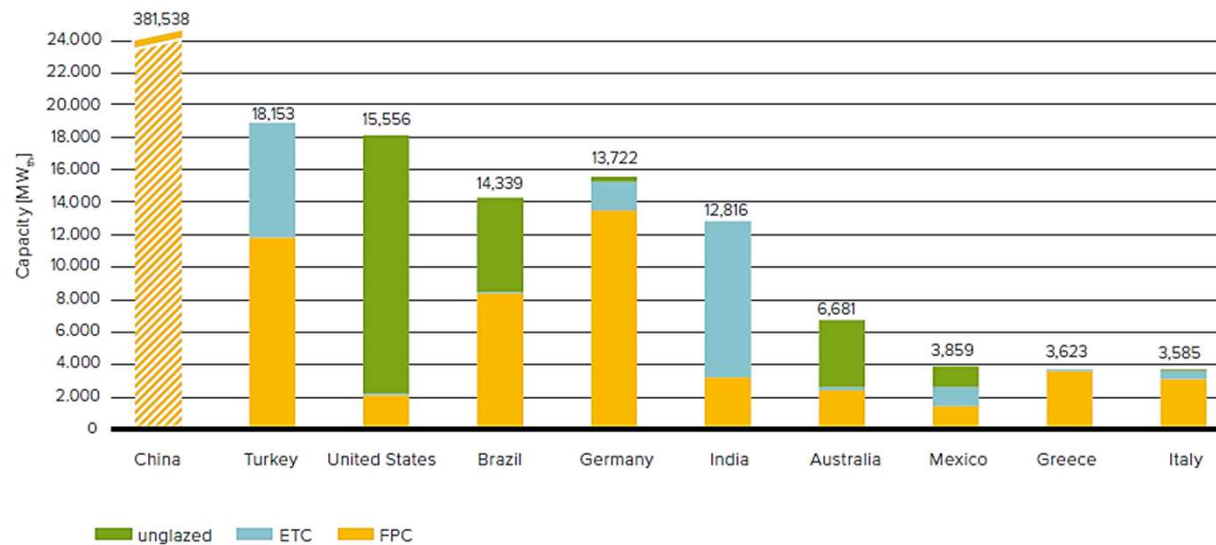
Acumulado até 2022



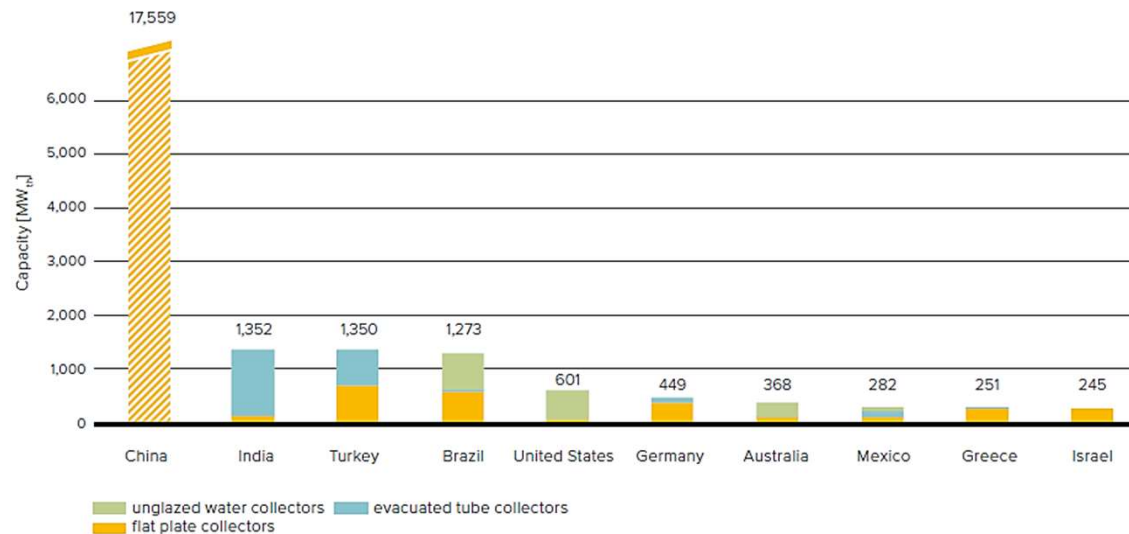
Divisão da capacidade instalada acumulada por tipo de aplicação



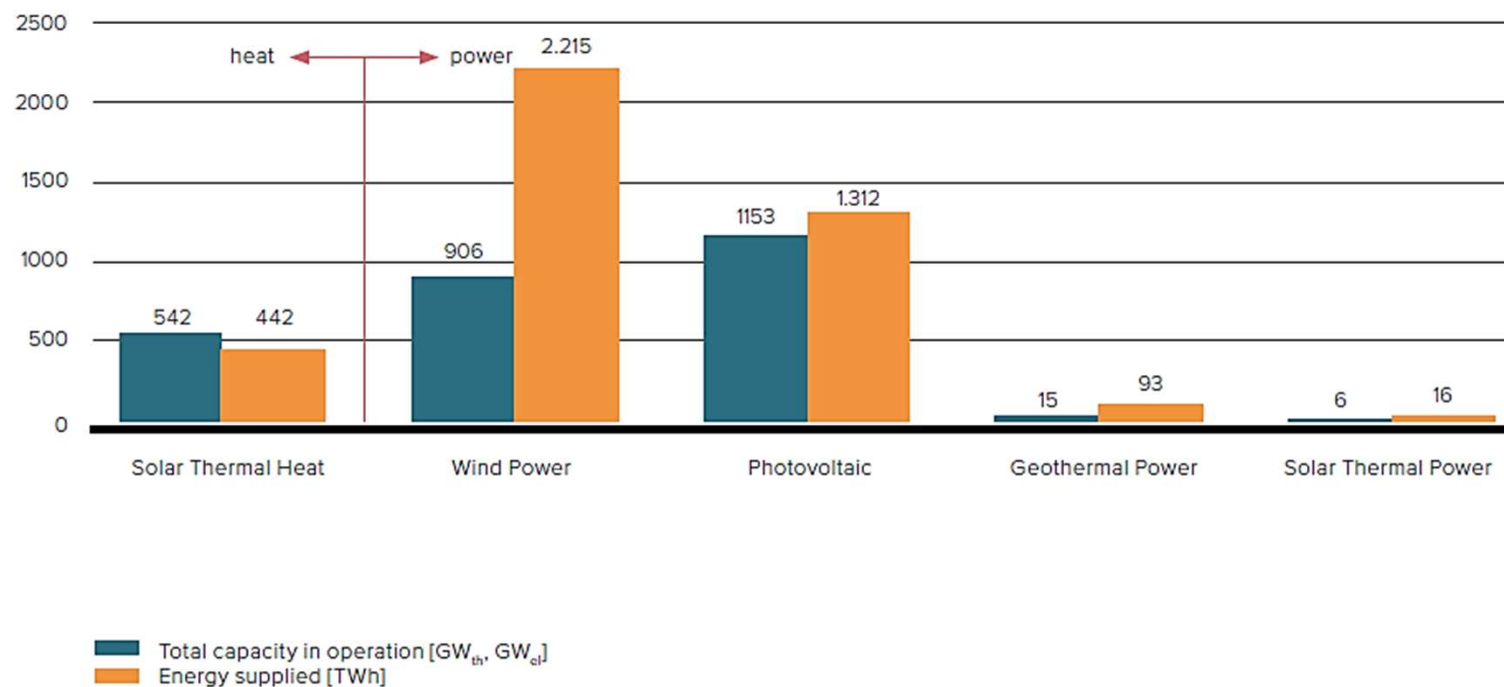
Capacidade instalada acumulada por país (10 primeiros)



Capacidade instalada em 2021 por país (10 primeiros)

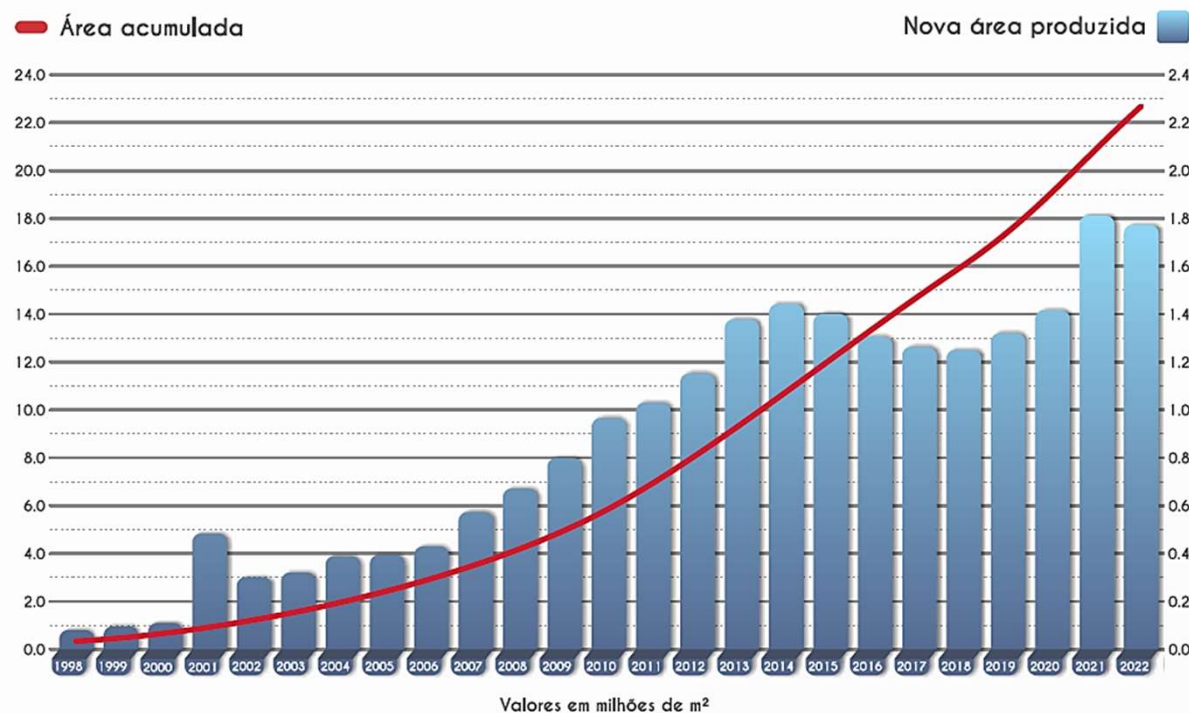


Comparação entre solar térmico e outras tecnologias renováveis



Capacidade instalada acumulada e anual

10⁶ m²

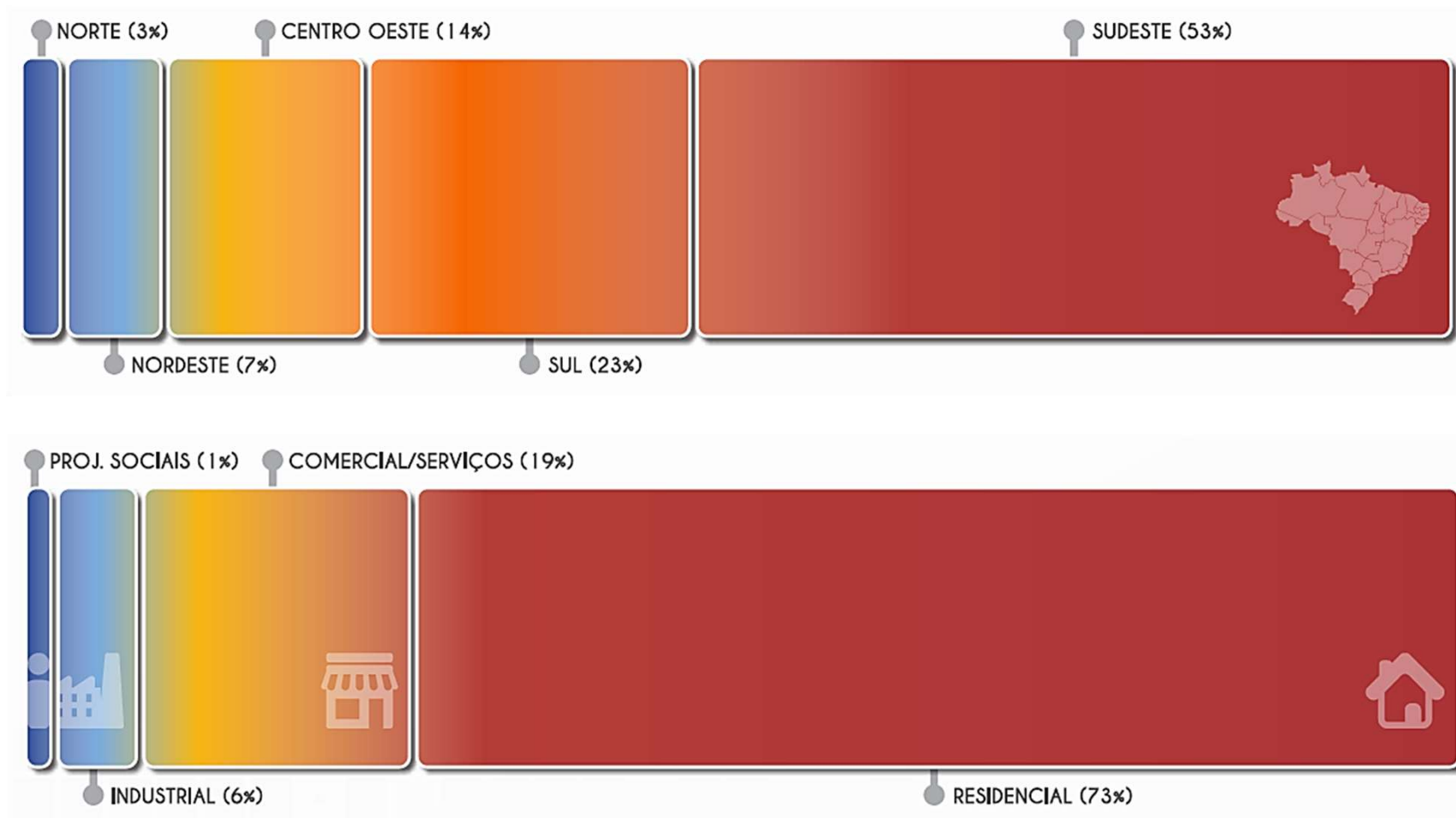


Valores em milhões de m²
Obs.: A área acumulada considera os últimos 25 anos, critério adotado pela IEA - Agência Internacional de Energia.

Ano	Aberto (m ²)	Var. (%)	Fechado (m ²)	Var. (%)	T. Vácuo (m ²)	Var. (%)	Total	%	Acum. (m ²)	Var. (%)
2014	643.888	3,6%	781.117	4,5%	15.864	60,1%	1.440.869	4,5%	11.238.732	14,7%
2015	610.066	-5,3%	767.311	-1,8%	25.055	57,9%	1.402.432	-2,7%	12.641.164	12,5%
2016	548.205	-10,1%	734.240	-4,3%	22.477	-10,3%	1.304.922	-7,0%	13.946.086	10,3%
2017	632.425	15,4%	602.803	-17,9%	28.546	27,0%	1.263.774	-3,2%	15.209.860	9,1%
2018	627.321	-0,8%	594.482	-1,4%	28.397	-0,5%	1.250.200	-1,1%	16.460.060	8,2%
2019	662.451	5,6%	627.773	5,6%	30.761	8,3%	1.320.985	5,7%	17.781.045	8,0%
2020	710.810	7,3%	673.600	7,3%	32.360	5,2%	1.416.771	7,3%	19.197.816	8,0%
2021	948.931	33,5%	831.223	23,4%	38.509	19,0%	1.818.663	28,4%	21.016.479	9,5%
2022	920.463	-3,0%	821.248	-1,2%	38.124	-1,0%	1.779.835	-2,1%	22.796.314	8,5%



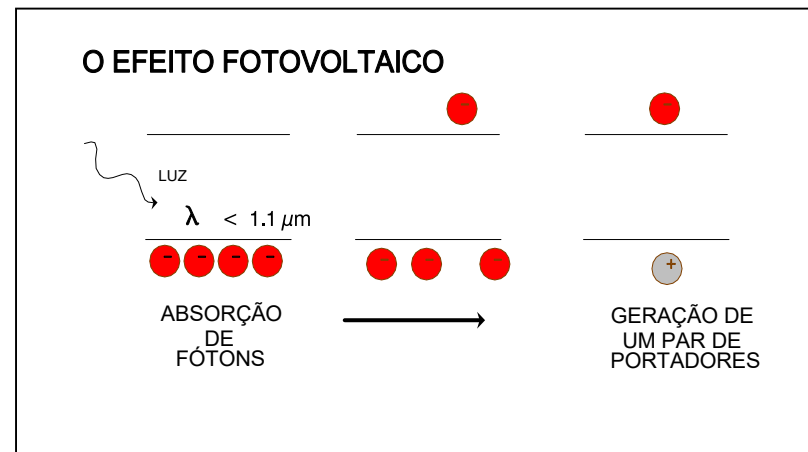
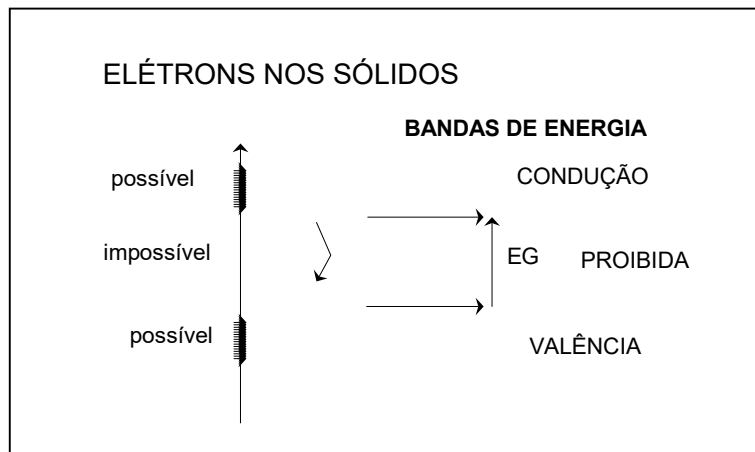
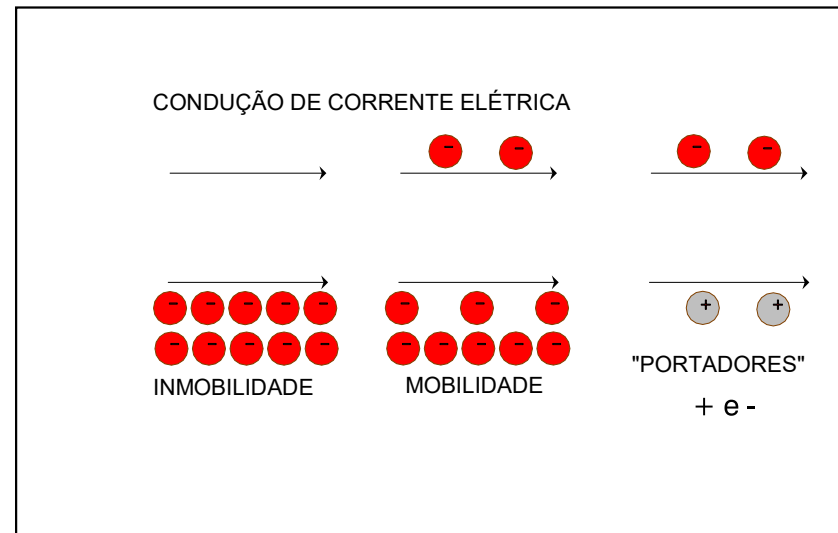
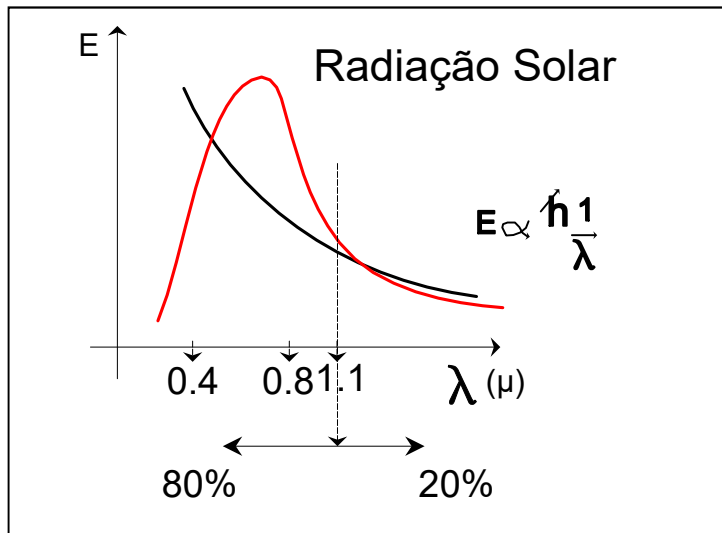
Capacidade instalada por região e por setor



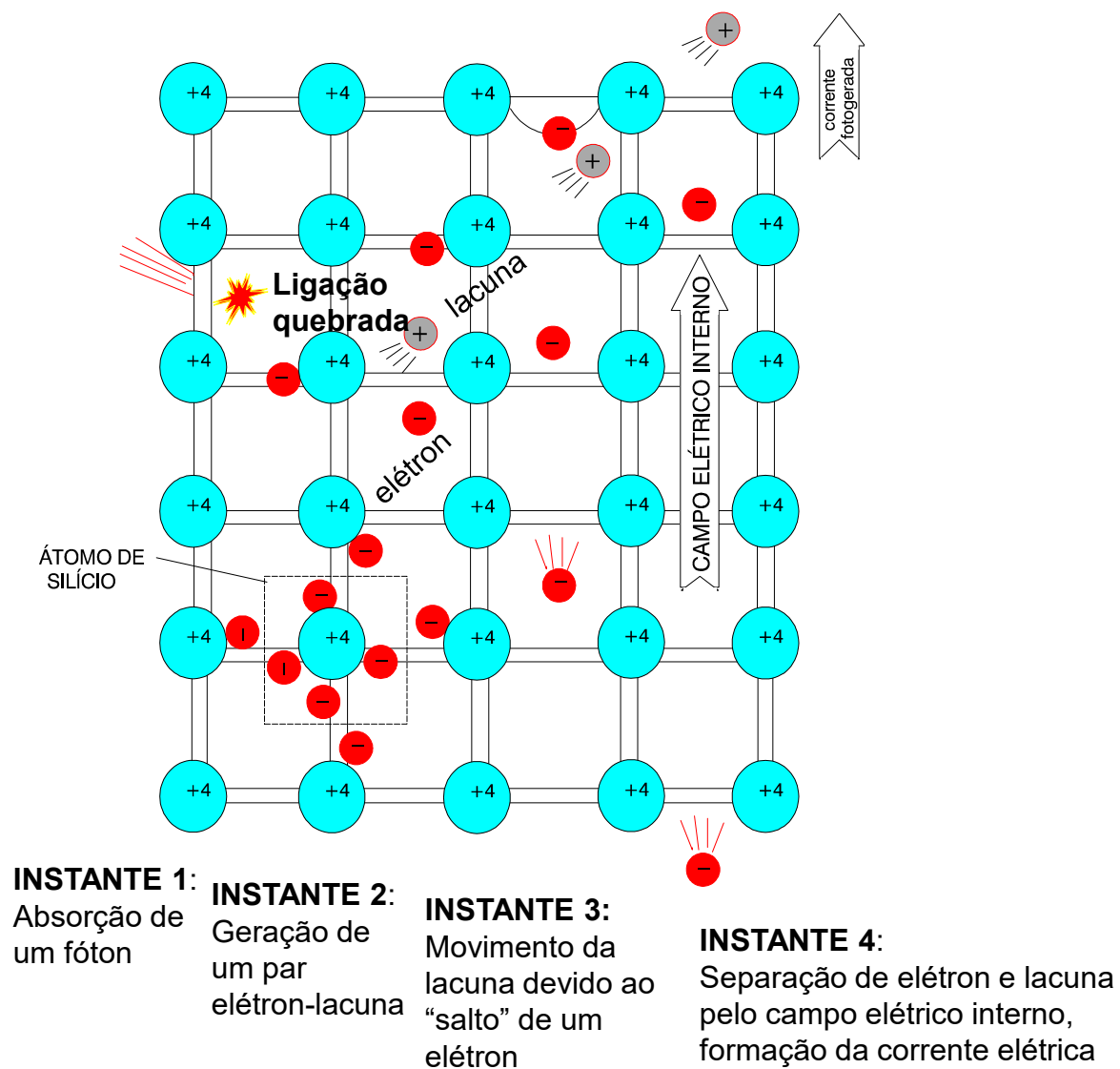
Conversão Fotovoltaica

- Conversão fotovoltaica é a conversão da energia solar diretamente em eletricidade através do efeito fotovoltaico.
- O dispositivo de conversão é chamado de **célula fotovoltaica**. Há várias tecnologias, mas dominam as células fabricadas com silício monocristalino ou com silício multicristalino.

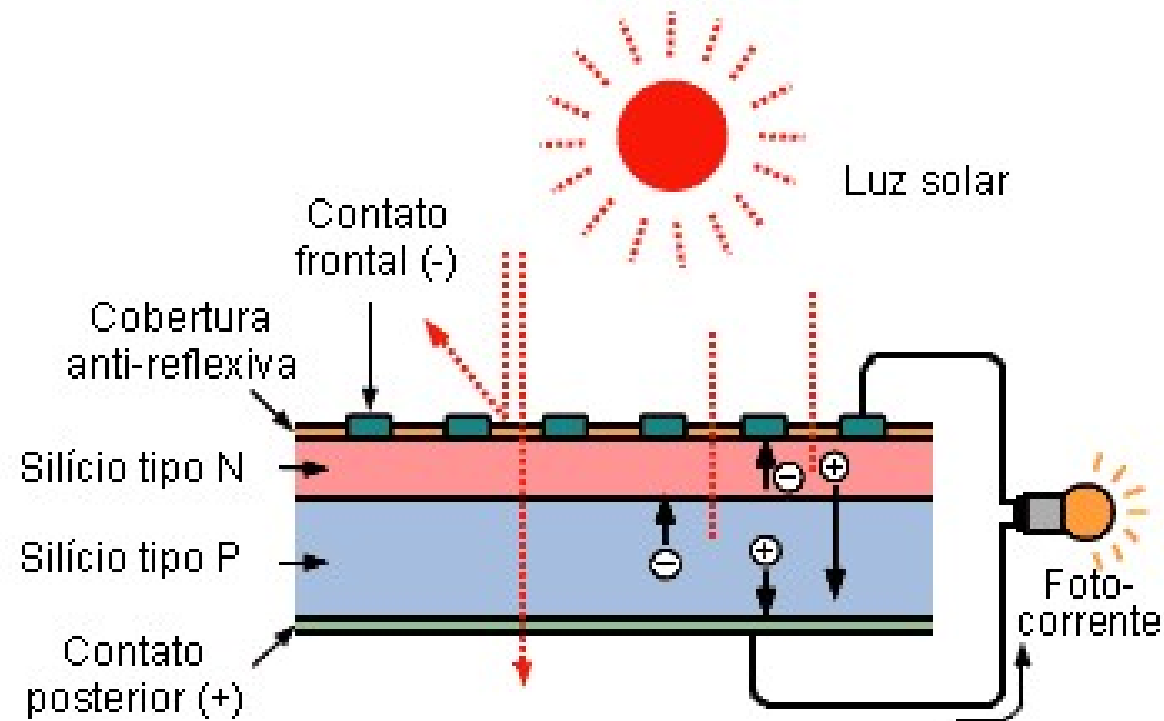
LUZ E ENERGIA



FÍSICA DA CONVERSÃO FOTOVOLTAICA



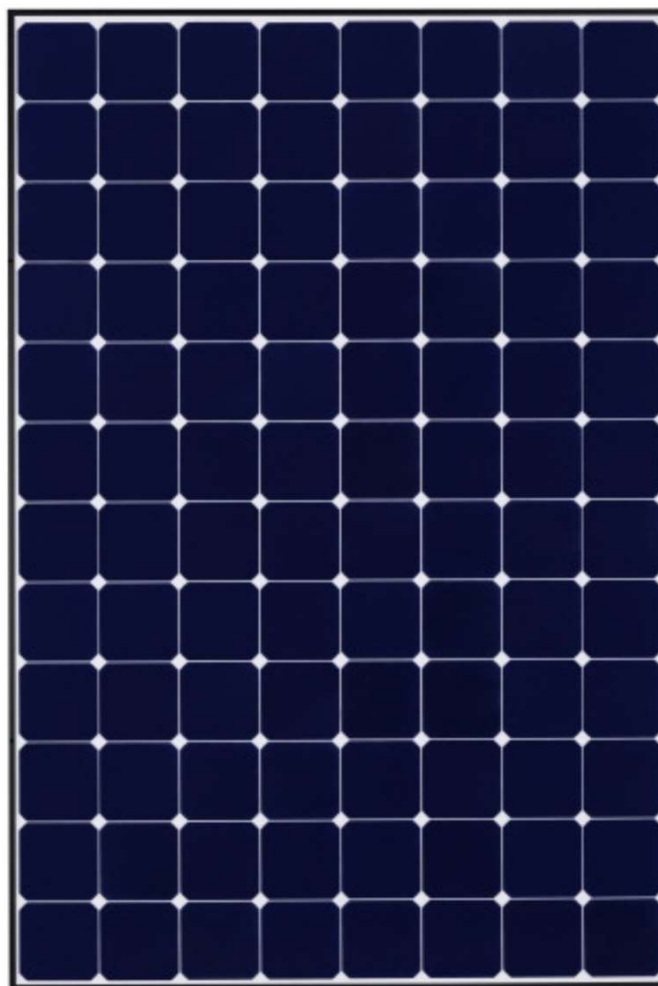
EFEITO FOTOVOLTAICO



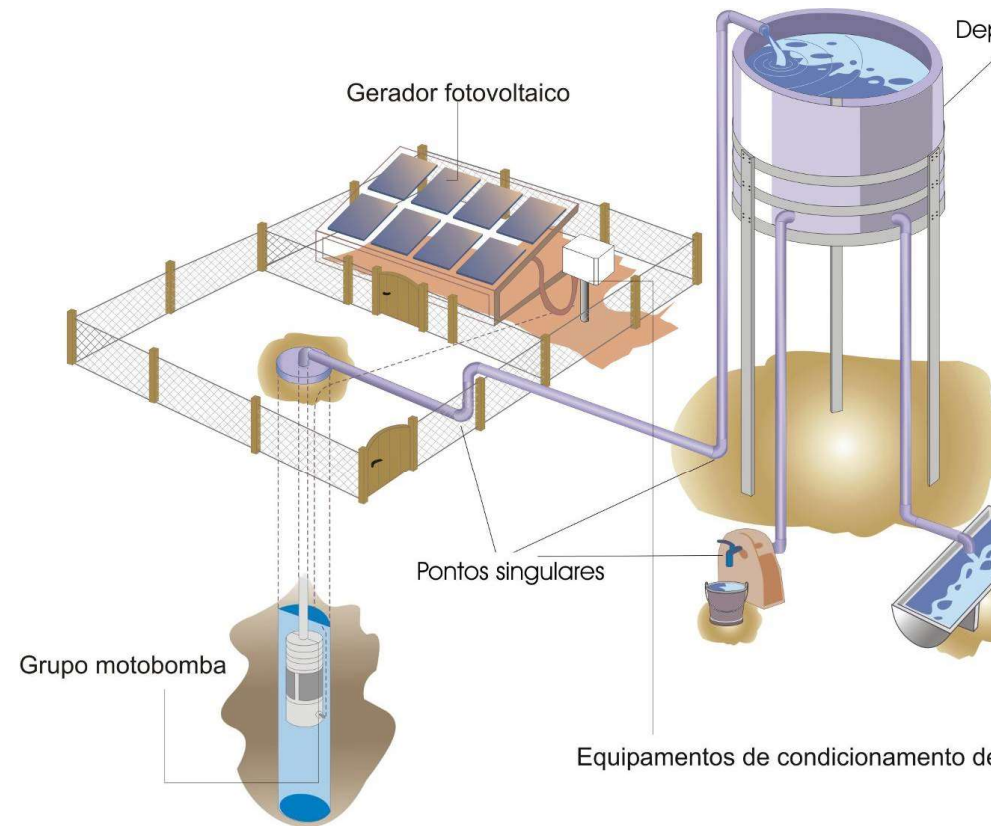
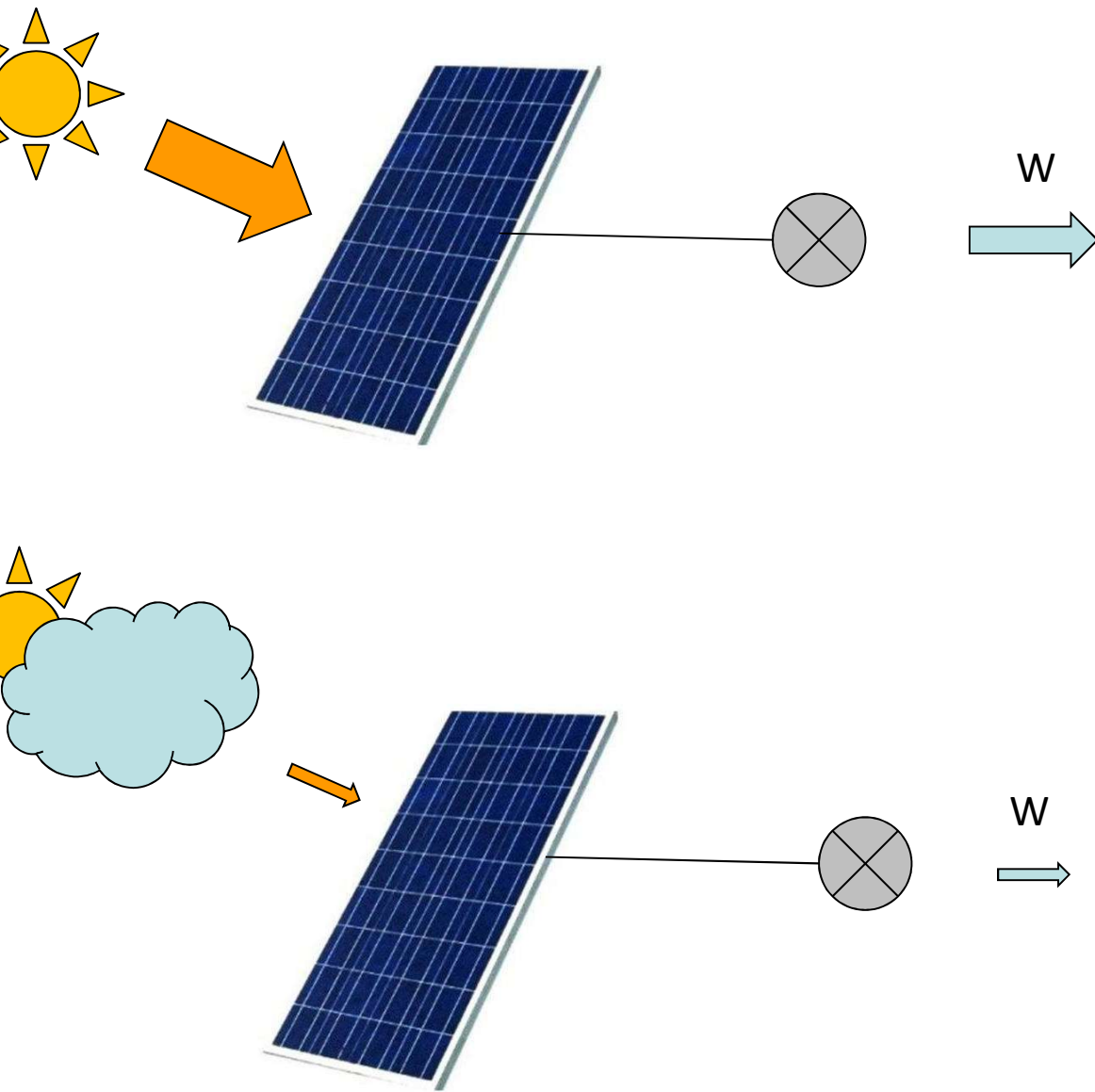
Limitações no processo de conversão:
Nem todos os fótons são aproveitados

Tecnologias de materiais para células fotovoltaicas

- SILÍCIO MONOCRISTALINO
- SILÍCIO MULTICRISTALINO
- Amorphous silicon
- Nanocrystalline silicon
- Cadmium telluride CdTe (também CdTe/CdS)
- Copper-Indium Selenide CIS
- Copper indium gallium selenide CIGS
- Gallium arsenide
- Dye-sensitized solar cells (DSSC)
- Organic/polymer solar cells



ma básico – sistema fotovoltaico de bombeamento



SISTEMAS ISOLADOS



SIGFI 13, Projeto LSF-IEE, Mamirauá, AM



Bombeamento, Projeto LSF-IEE, ITESP, Presidente Bernardes, SP
Bomba e acondicionamento de potência de fabricação nacional



Sistemas individuais – Resolução ANEEL 83/2004



Minirredes em sistemas isolados



RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 493, DE 5 DE JUNHO DE 2012.

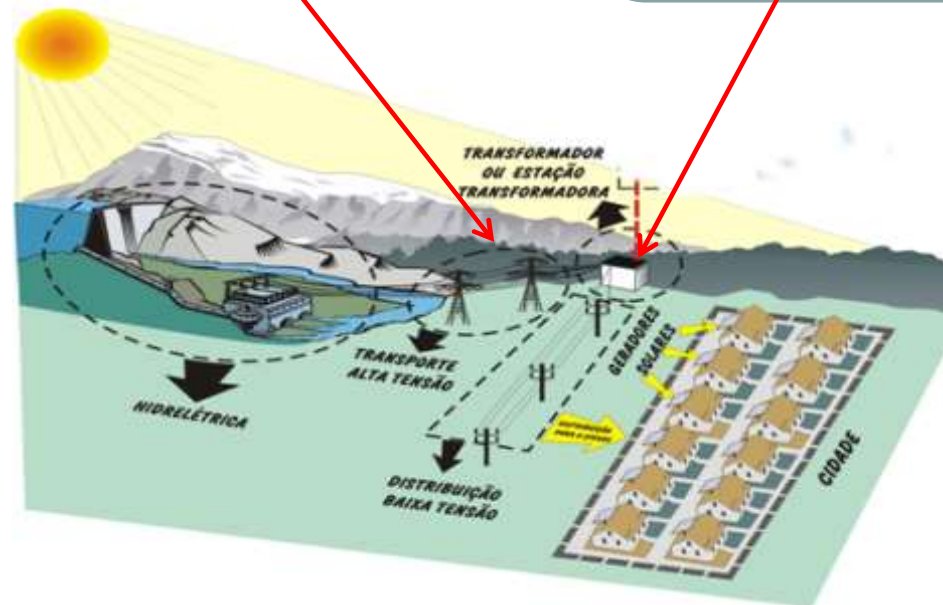
Estabelece os procedimentos e as condições de fornecimento por meio de Microssistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica – MIGDI ou Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente – SIGFI.

RESOLUÇÃO NORMATIVA ANEEL Nº 1.000, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2021

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE



X

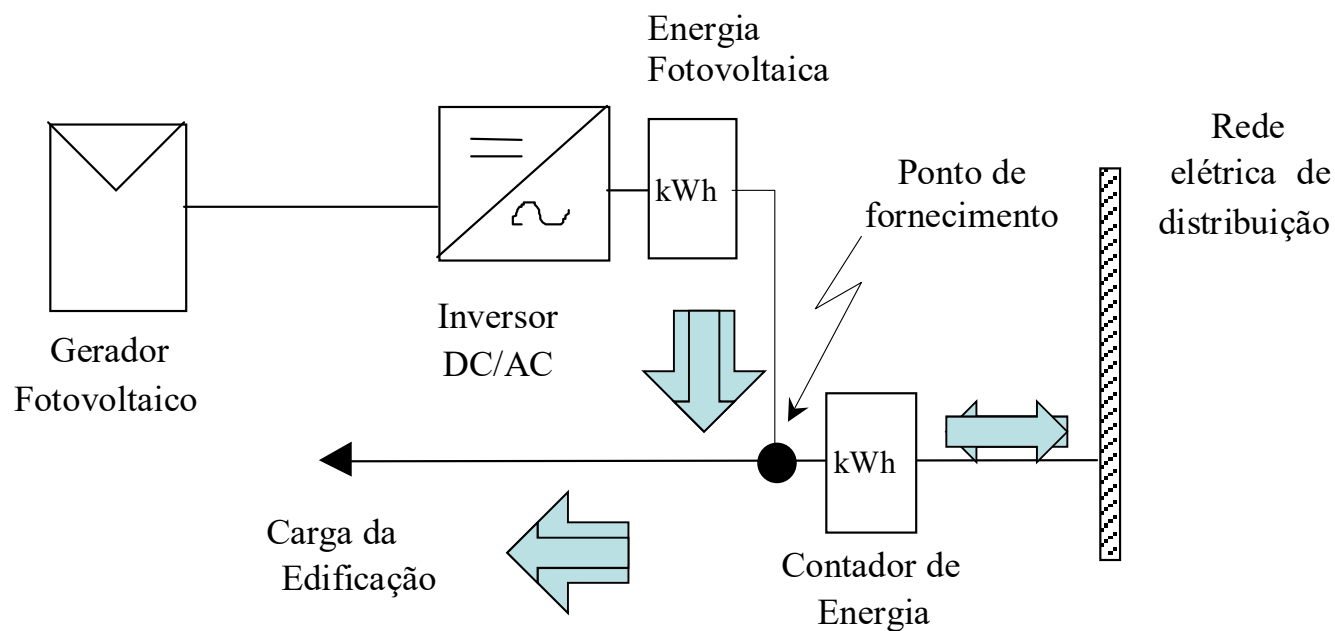


RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012 (Atualizada pela RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 687/2015)
Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências.

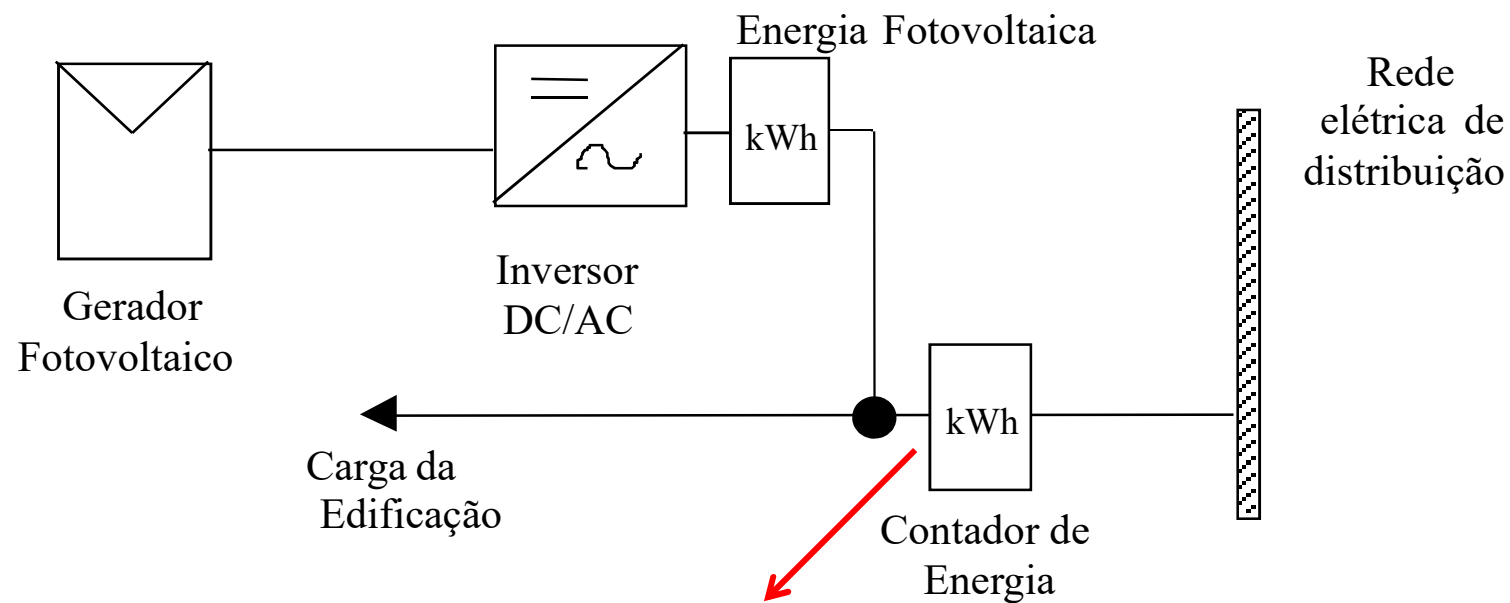
LEI Nº 14.300, DE 6 DE JANEIRO DE 2022
Marco Legal da Microgeração e Minigeração Distribuída

GERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM EDIFICAÇÕES

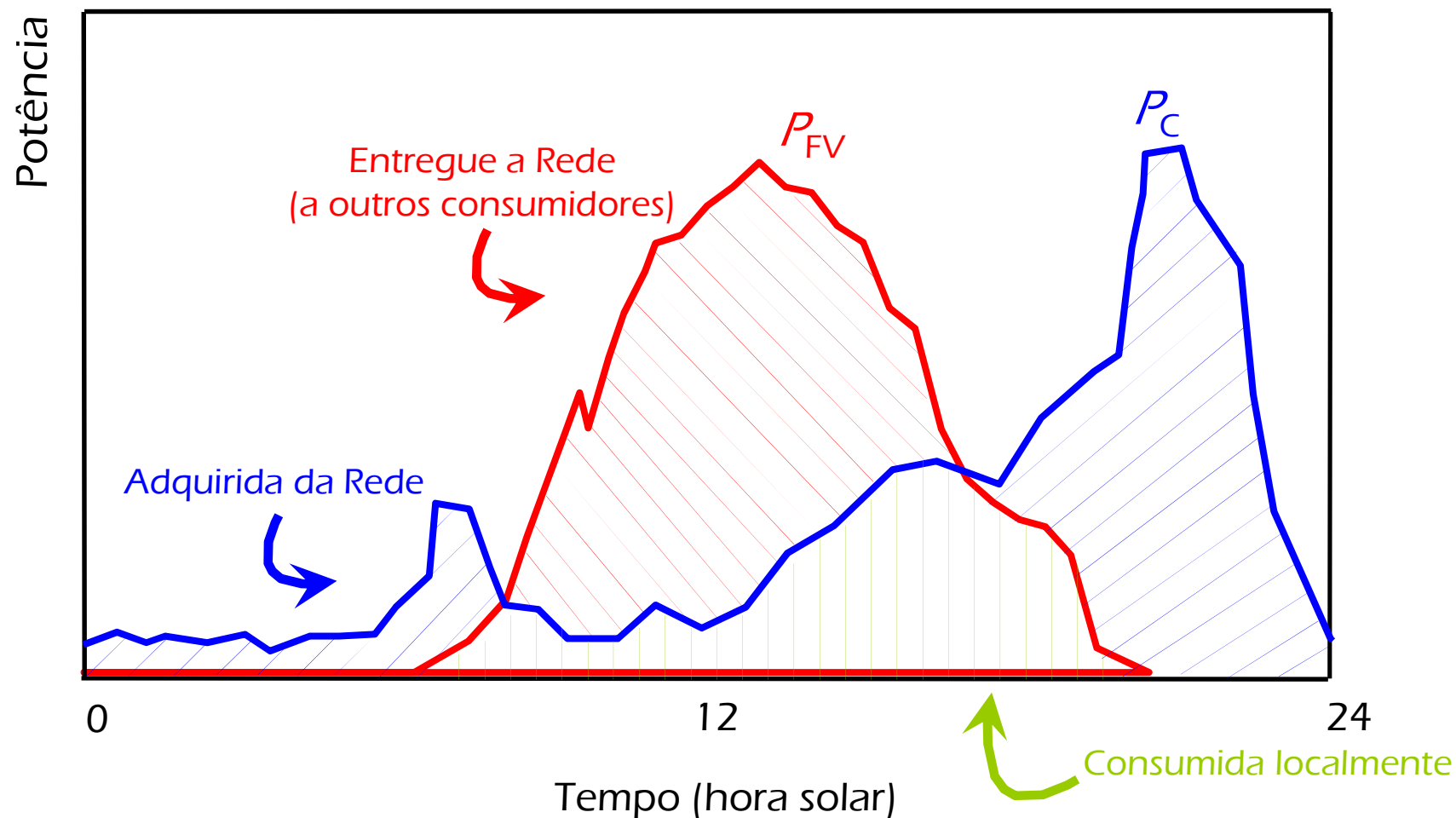
São unidades de geração que, além de consumidoras de energia, passam a produzir parte da energia necessária, podendo, em algumas situações verter o excedente à rede de distribuição de eletricidade.



INTERAÇÃO COM A REDE ELÉTRICA



INTERAÇÃO COM A REDE ELÉTRICA



RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012 [Resolução Normativa nº 687/2015](#)

Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências.

Usina solar fotovoltaica da USP



540 kWp, IEE-USP

Usina solar fotovoltaica da USP

Sistema Central, 156 kWp



Usina solar fotovoltaica da USP

Sistema BAPV, 156 kWp (Telhado do IEB, Biblioteca Brasileira)



Usina solar fotovoltaica da USP

Sistema BIPV, 150 kWp (estacionamento do IEE-USP)



Usina solar fotovoltaica da USP

Sistema BIPV, 150 kWp (estacionamento do IEE-USP)



O PRÉDIO DA ADMINISTRAÇÃO DO IEE-USP

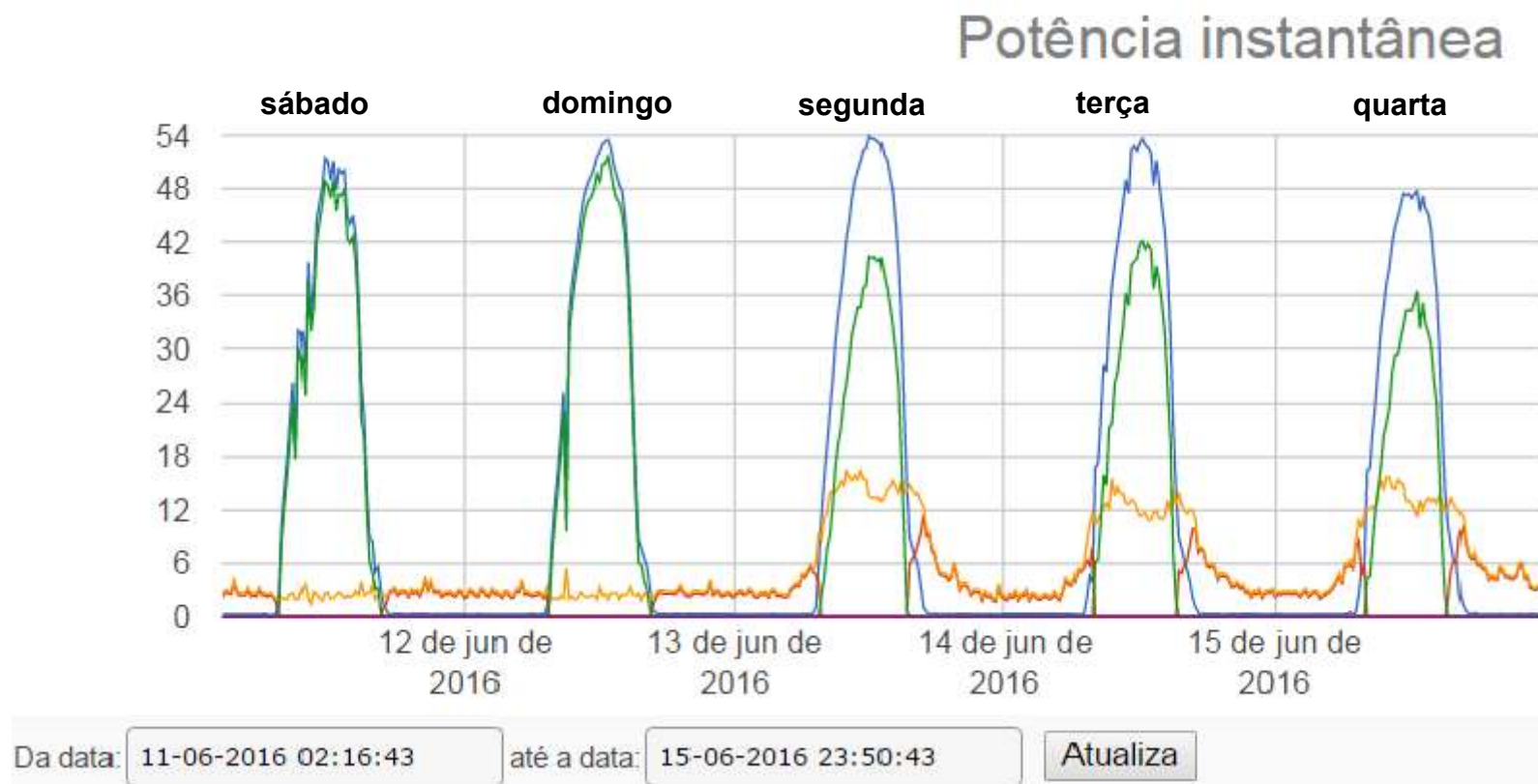


12 kWp

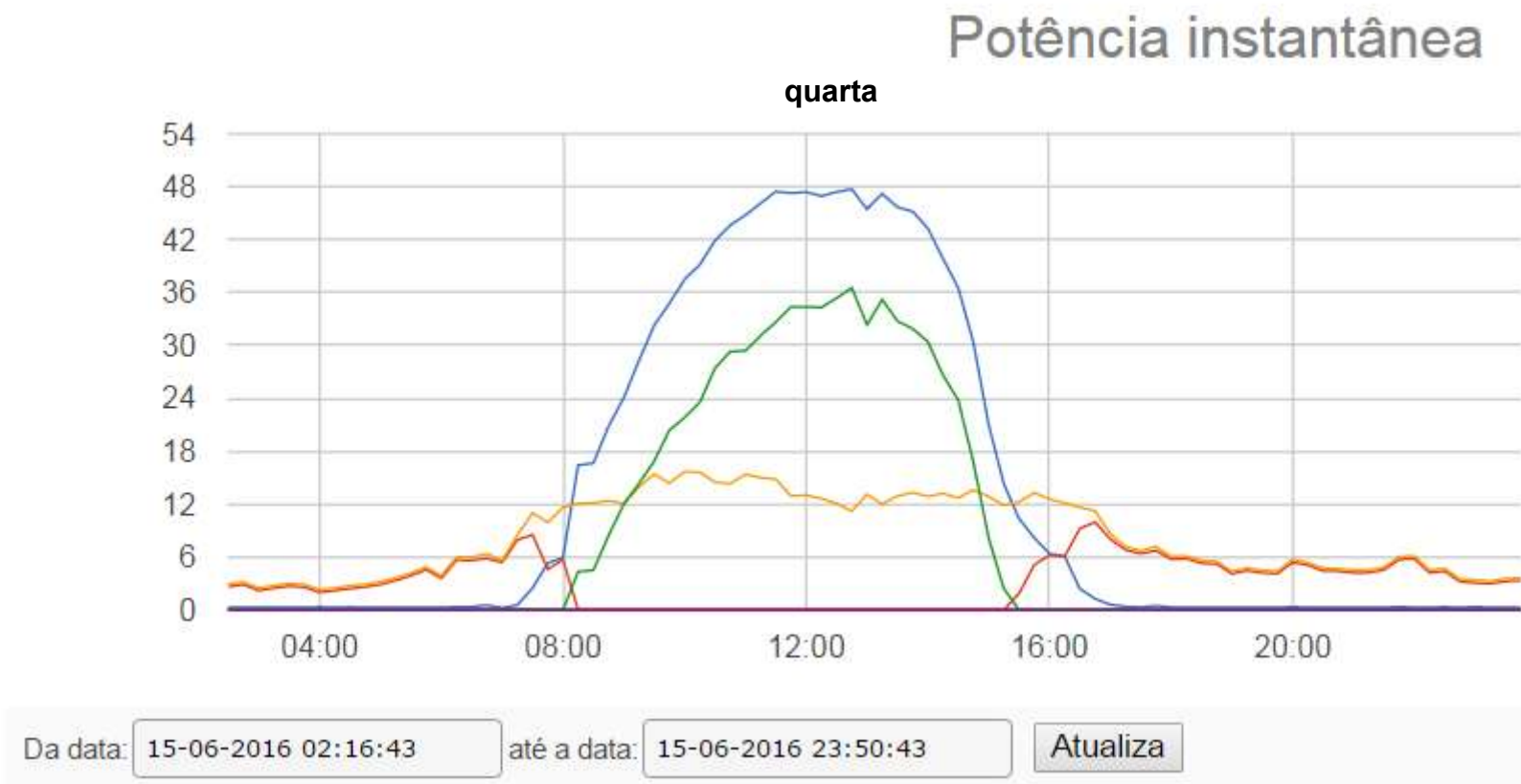


78 kWp

Detalhes operacionais de operação de micro e mini geradores em sistemas de distribuição



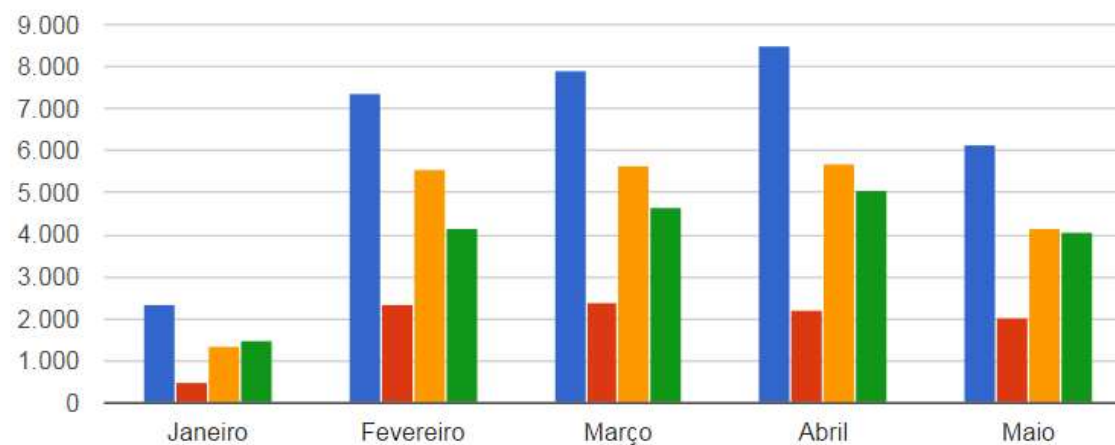
Detalhes operacionais de operação de micro e mini geradores em sistemas de distribuição



- Geracao Fotovoltaica [kW]
- Potencia demandada da rede [kW]
- Demanda total [kW]
- Potencia injetada na rede [kW]

Detalhes operacionais de operação de micro e mini geradores em sistemas de distribuição

Energia mensal



Da data: 17-06-2015



até a data:

16-06-2016



Atualiza

- Energia Produzida - Mensal [kWh]
- Energia Absorvida - Mensal [kWh]
- Energia Consumida - Mensal [kWh]
- Energia Fornecida - Mensal [kWh]

Mês	Produção (kWh)	Rede (kWh)	Consumo (kWh)
Fevereiro	7.388	2.346	5.566
Março	7.921	2.390	5.671
Abril	8.525	2.238	5.682
Maio	6.172	2.040	4.147
Soma	30.006	9.014	21.066



ABSOLAR

Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica

Atualizado em 12/03/2024 | nº 65

Energia Solar Fotovoltaica no Brasil Infográfico ABSOLAR

Benefícios da Fonte Solar Fotovoltaica ao Brasil

Fonte: ABSOLAR, 2024.



Mais de
39,8 GW
operacionais.



Mais de **R\$ 193,4 bilhões** em novos investimentos.



Mais de **1,1 milhão de novos empregos** gerados.



Mais de **R\$ 51 bilhões** em arrecadação de tributos.



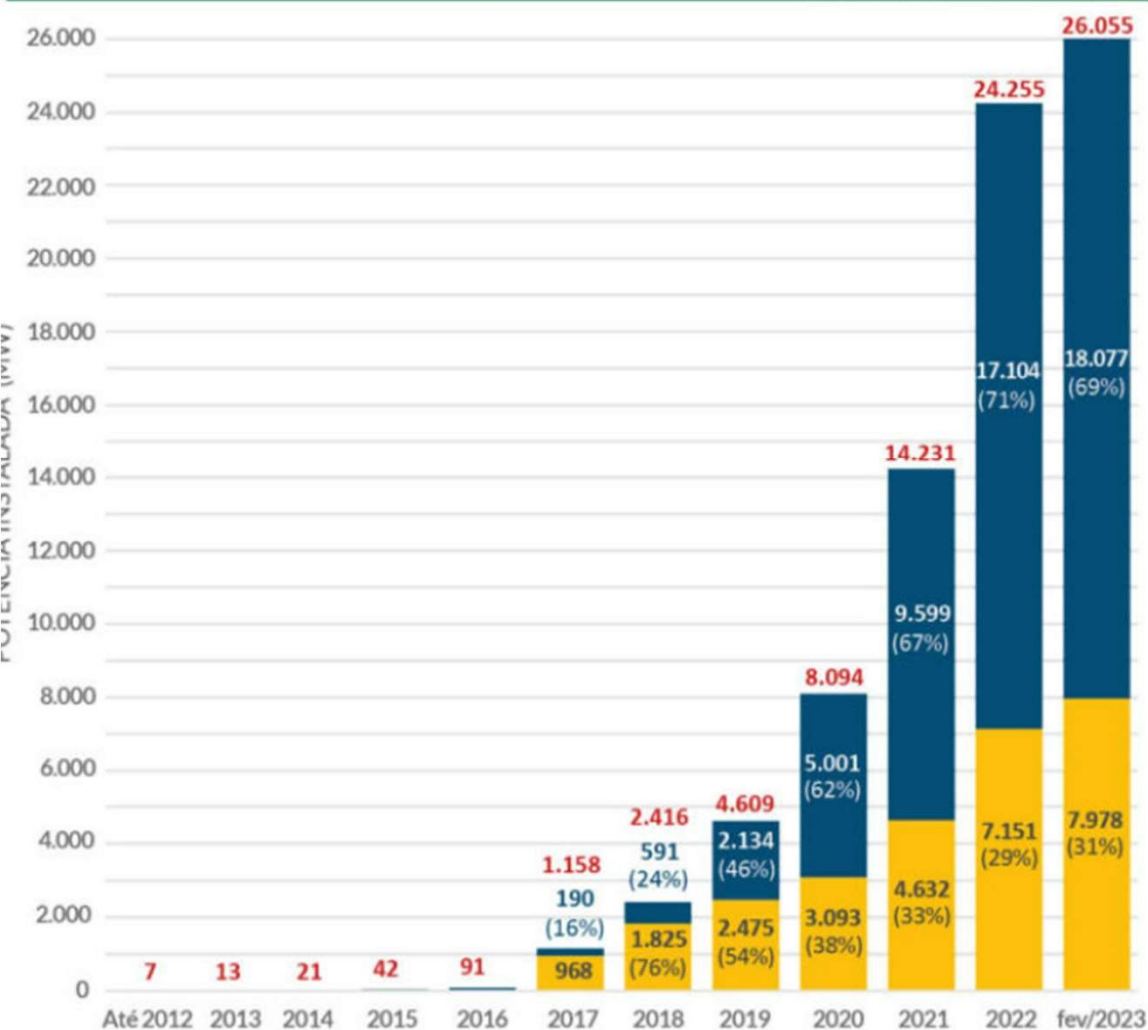
Mais de **46,7 milhões de toneladas** de CO₂ evitadas.

Dados acumulados desde 2012.

<https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>

Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil

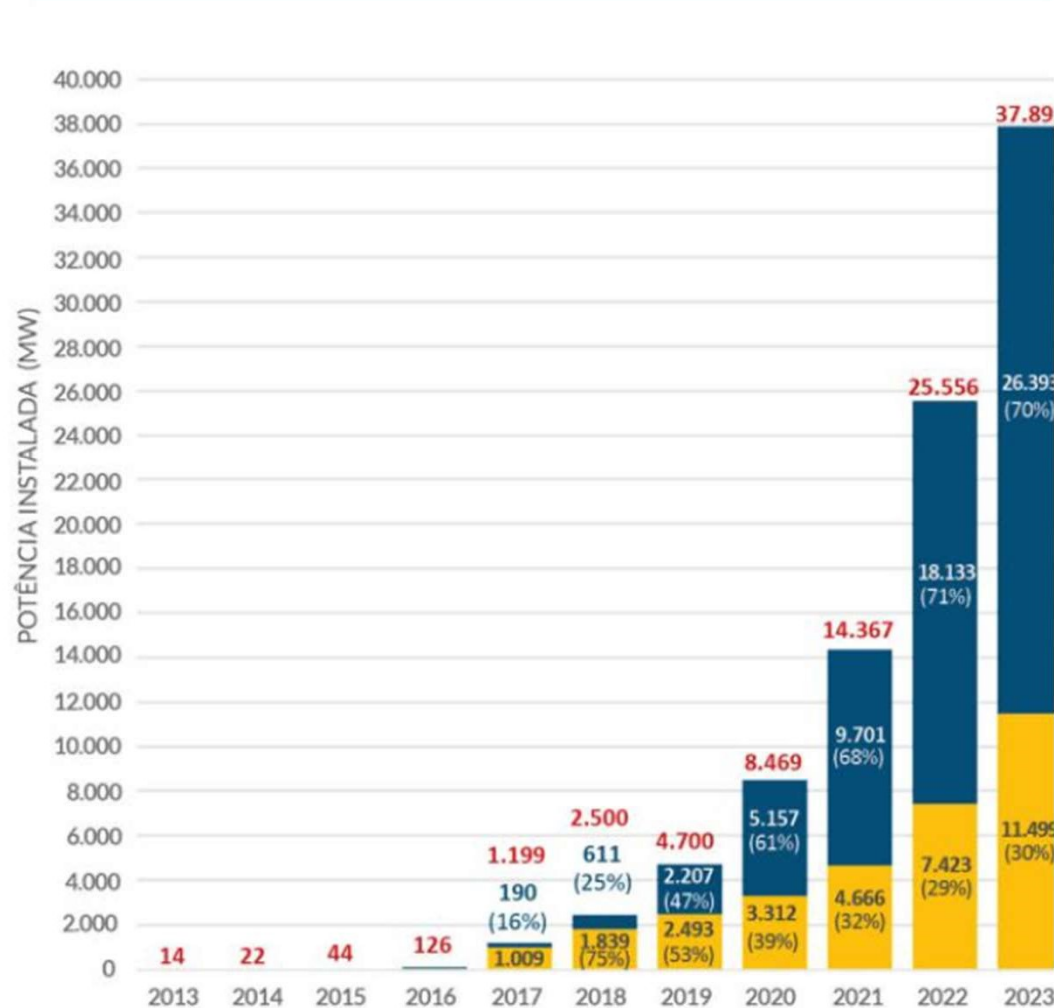
Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2023.



■ Geração Centralizada (fração em %) ■ Geração Distribuída (fração em %) ■ Total (GC+GD)

Evolução da Fonte Solar Fotovoltaica no Brasil

Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2023.



■ Geração Centralizada (fração em %) ■ Geração Distribuída (fração em %) ■ Total (GC+GD)

<https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>



Geração Distribuída



AGENTE

Todos

MUNICÍPIO

Todos

REGIÃO

Todos

FONTE DE GERAÇÃO

Radiação solar

MODALIDADE DE GERAÇÃO

Todos

CLASSE DE CONSUMO

Todos

AGENTES			
AGENTE	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
	186	219	1.120,21
Total	2.564.020	3.675.033	28.752.377,90

MUNICÍPIOS			
MUNICUF	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
-	171	234	1.347,30
Total	2.564.020	3.675.033	28.752.377,90

FONTE DE GERAÇÃO			
COMBUSTÍVEL	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
Radiação solar	2.564.020	3.675.033	28.752.377,90
Total	2.564.020	3.675.033	28.752.377,90

MODALIDADE DE GERAÇÃO			
MODALIDADE	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
	165	422	2.26
Total	2.564.020	3.675.033	28.752.377,90

CLASSE DE CONSUMO			
CLASSE	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
Comercial	269.939	636.872	8.280,7
Iluminação pública	80	791	8,0
Total	2.564.020	3.675.033	28.752.377,90

REGIÃO			
REGIAO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
Centro Oeste	358.232	446.822	4,57
Total	2.564.020	3.675.033	28.752.377,90

ESTADOS			
UF2	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
-	171	234	1.347,30
Total	2.564.020	3.675.033	28.752.377,90

ANO DA CONEXÃO			
ANO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
2024	217.914	271.326	2.322.488,68
Total	2.564.020	3.675.033	28.752.377,90

TIPO DE GERAÇÃO			
TIPO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
UFV	2.564.020	3.675.033	28.752.377,90
Total	2.564.020	3.675.033	28.752.377,90

GRUPO DE TENSÃO			
GRUPO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (kW)
A1	1.219	1.666	57.155,62
A2	171	805	17.700,68
Total	2.564.020	3.675.033	28.752.377,90

Qtd de GDs

2.564.020

UCs Rec Créditos

3.675.033

ANO CONEXÃO

Todos

ESTADOS

Todos

Municípios com GD

5.547

Pot Instalada (kW)

28.752.377,90

GRUPO DE TENSÃO

Todos

TIPO DE GERAÇÃO

Todos

PERÍODO DE CONEXÃO

20/06/2009

25/04/2024

FAIXA DE POTÊNCIA (kW)

0,00

5.000,00

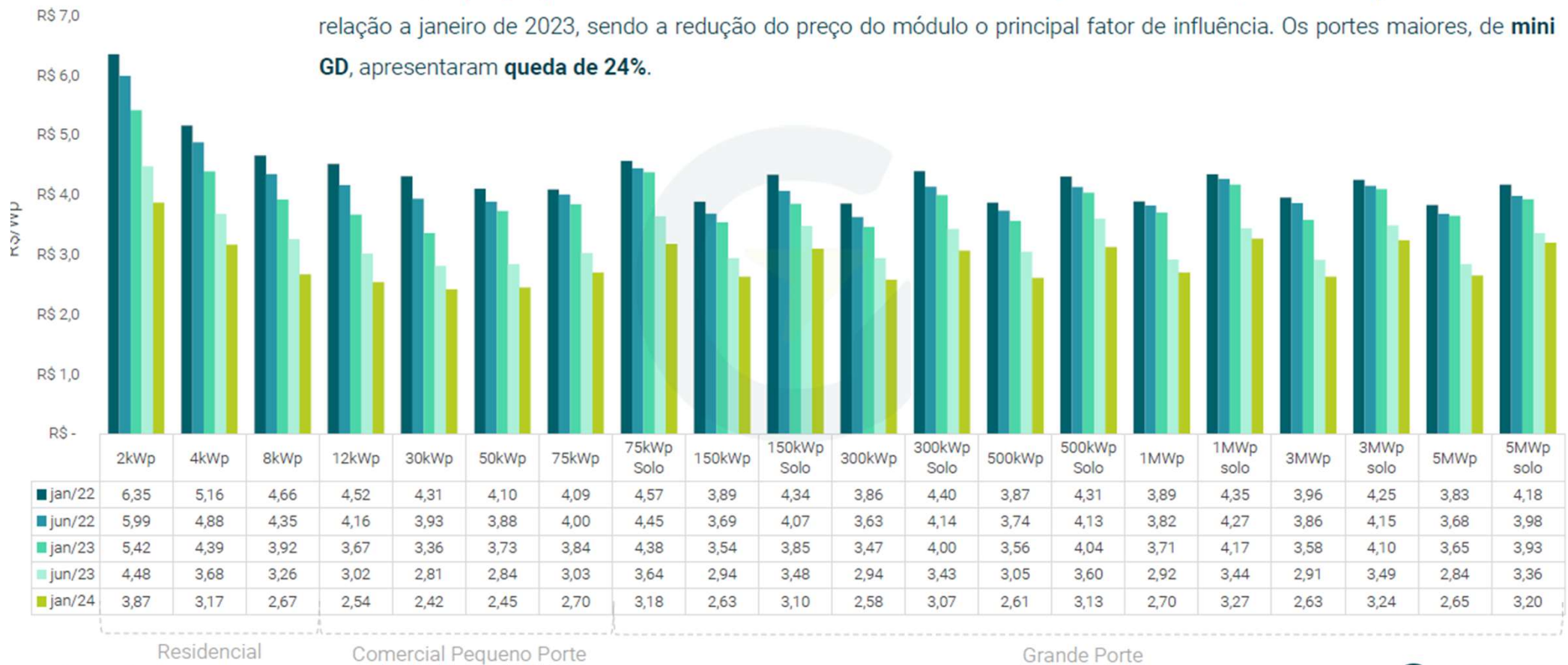


RELAÇÃO SELECIONADOS						
AGENTE	COD GD	MUNICUF	REGIAO	TIPO	CLASSE	COMBU
ETO	GD.TO.002.392.700	Porto Nacional - TO	Norte	UFV	Residencial	Radiação
ETO	GD.TO.002.392.699	Porto Nacional - TO	Norte	UFV	Residencial	Radiação
Total						



PREÇOS DOS SISTEMAS FV

- Em média, os **preços para o cliente final de sistemas de micro GD** em janeiro de 2024 apresentaram **queda de 30%** em relação a janeiro de 2023, sendo a redução do preço do módulo o principal fator de influência. Os portes maiores, de **mini GD**, apresentaram **queda de 24%**.



Fonte: Greener, 2024.

Greener

PREÇOS DOS KITS FOTOVOLTAICOS



- Os **preços dos kits em janeiro de 2024** apresentaram **redução de 34%** em relação a janeiro de 2023. Além da redução dos custos dos equipamentos, a queda dos preços no varejo foi potencializada pela baixa demanda do mercado e pelo alto volume de estoque dos distribuidores, principalmente no 1º semestre de 2023.



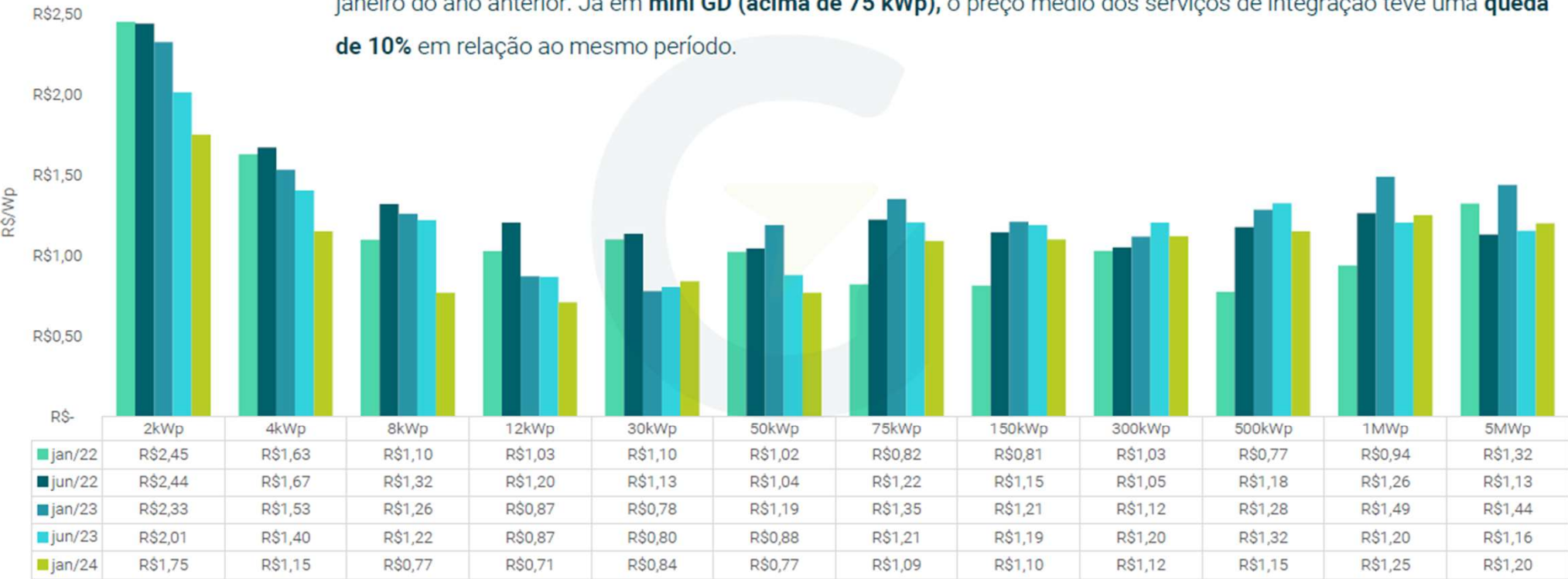
Fonte: Greener, 2024.

Greener

PREÇOS DOS SERVIÇOS DE INTEGRAÇÃO



➤ O preço médio do serviço de integração em micro GD mostrou uma queda de 22% em janeiro de 2024 em relação a janeiro do ano anterior. Já em mini GD (acima de 75 kWp), o preço médio dos serviços de integração teve uma queda de 10% em relação ao mesmo período.

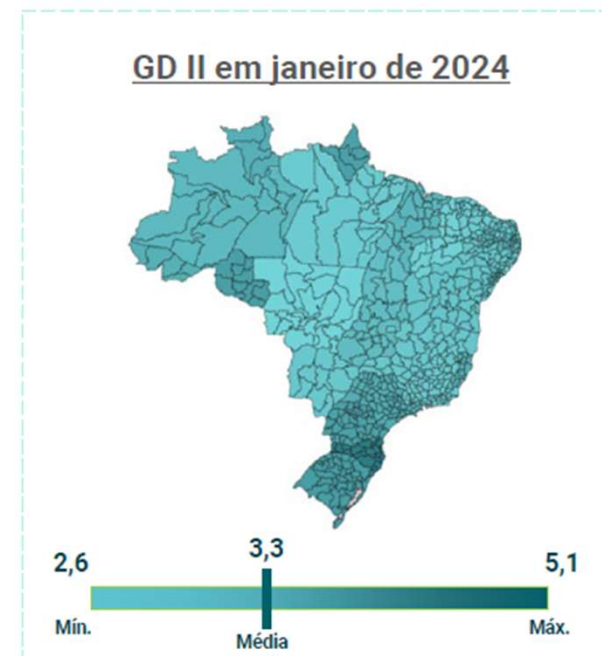
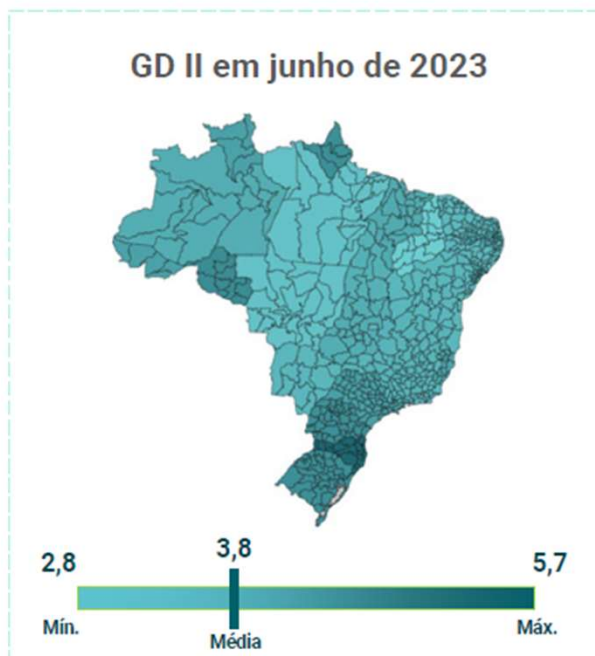
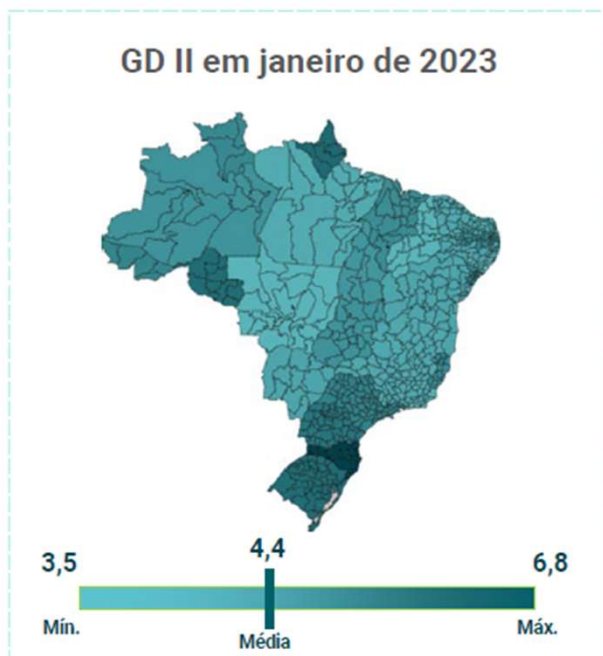


Fonte: Greener, 2024.

Greener

PAYBACK MÉDIO POR ESTADO (em anos)

Residencial (4 kWp) – Baixa Tensão



- **Melhora** no retorno do investimento, com **redução de 25%** do **payback** comparando janeiro de 2024 com mesmo mês de 2023, sendo a **queda do CAPEX** o **principal fator** para essa variação. **Redução de 13%** entre janeiro de 2024 e junho de 2023.

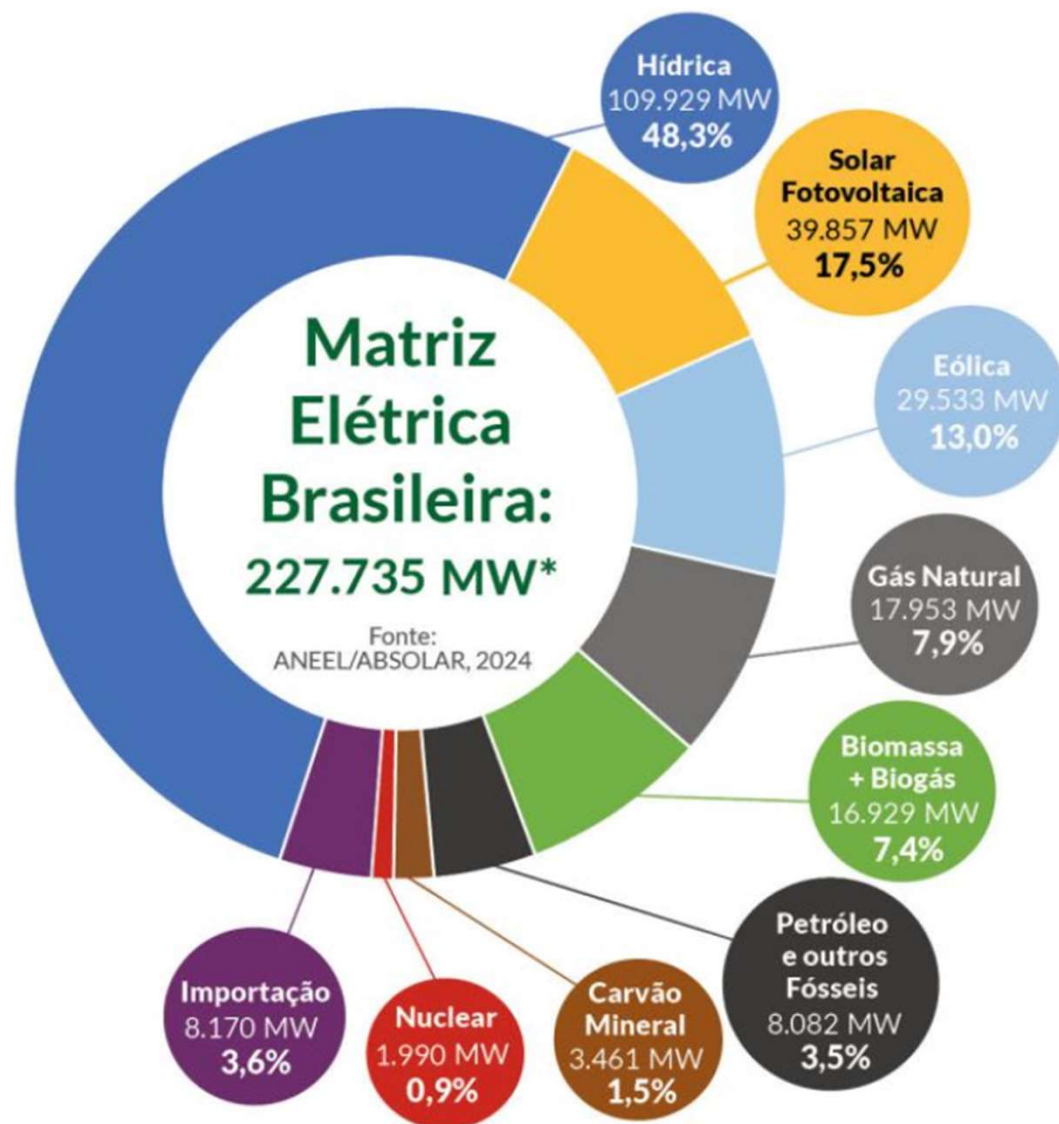


*Valores diferentes do Estudo GD lançado em setembro de 2023 devido a algumas mudanças nas premissas que foram simuladas.

Greener

COMO FAÇO PARA TER ELETRICIDADE SOLAR NA MINHA CASA

<http://www.americadosol.org/guiaFV/>



*A potência total da matriz não inclui a importação e segue critério aplicado pelo MME, que adiciona, nos valores de capacidade instalada, as quantidades de mini e microgeração distribuída associadas a cada tipo de fonte.

Recordes de Geração de Energia

Fontes: ONS/MME, 2023.

A fonte solar fotovoltaica atingiu novos recordes de geração de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN):



MÉDIA DIÁRIA
12/02/2023

2.339
MW médios
atendendo a
3,6%
da demanda por
eletricidade do Brasil

MÁXIMA DIÁRIA
09/02/2023

5.906 MW
às 10h00
equivalente a
7,6%
da demanda nacional
naquele instante

2,7%

da oferta de energia
elétrica no Brasil foi
gerada pela fonte
solar fotovoltaica em
fevereiro de 2023.

Recordes de Geração de Energia

Fontes: ONS/MME, 2024.

A fonte solar fotovoltaica atingiu novos recordes de geração de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN):



MÉDIA DIÁRIA
11/11/2023

9.379
MW médios
atendendo a
11,62%
da demanda por
eletricidade do Brasil

MÁXIMA DIÁRIA
11/03/2024

27.597 MW
às 11h00
equivalente a
29,78%
da demanda nacional
naquele instante

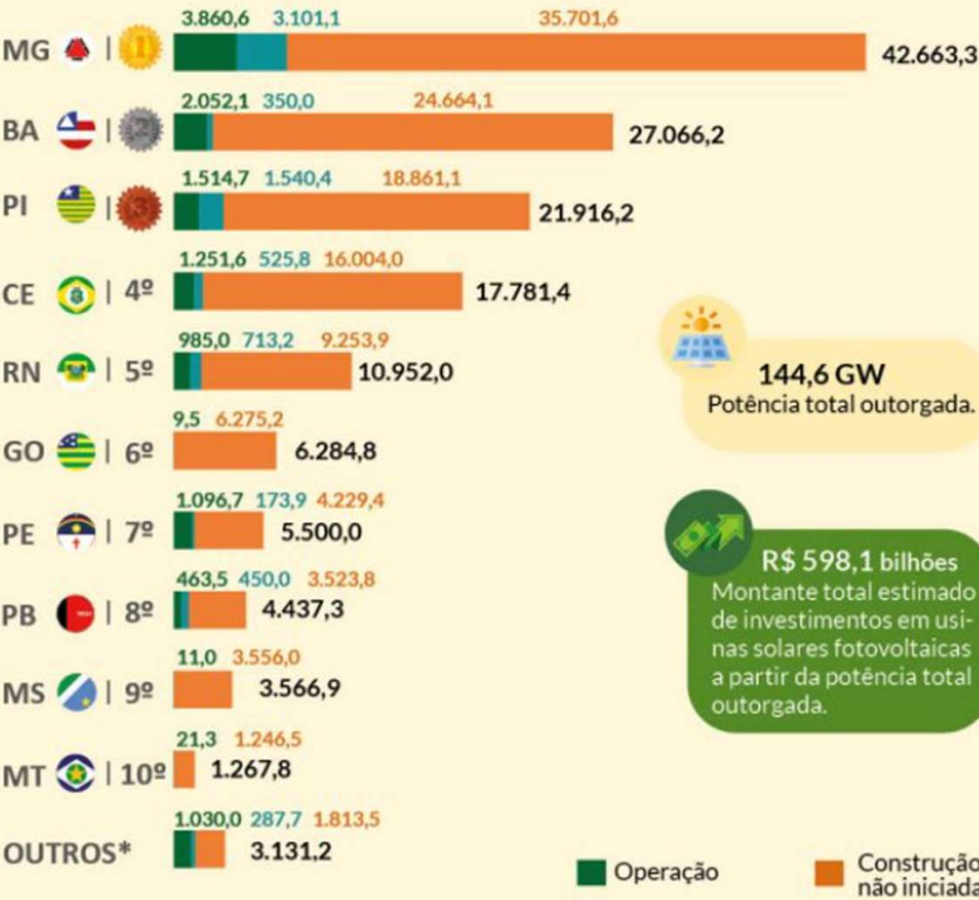
10,04%

da oferta de energia
elétrica no Brasil foi
gerada pela fonte
solar fotovoltaica em
novembro de 2023.

Geração Centralizada

Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2024.

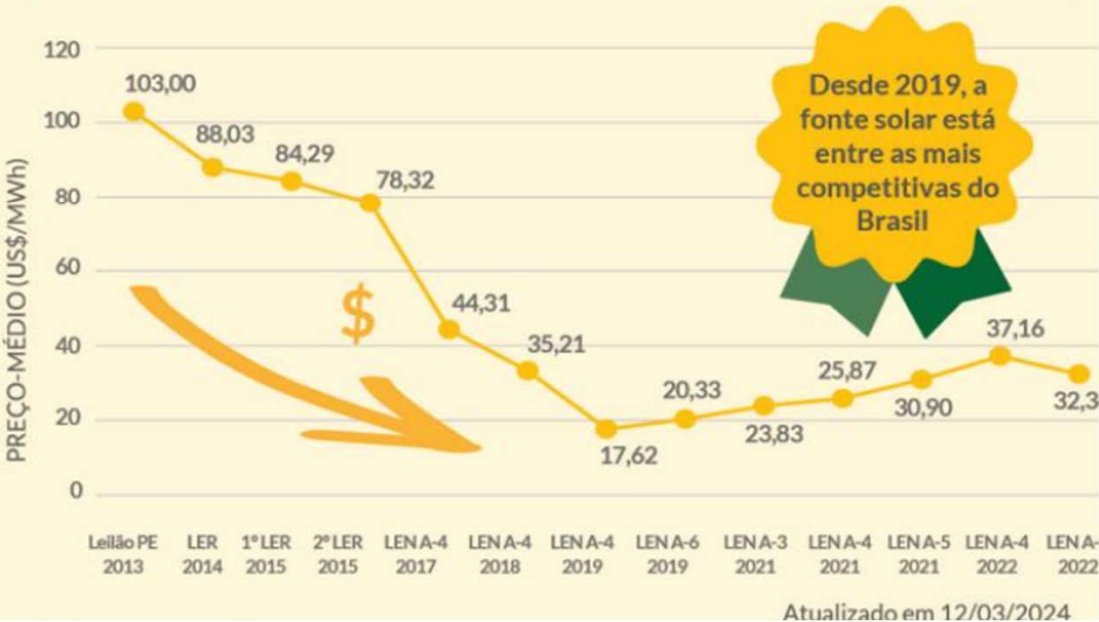
Potência instalada (MW) e status das usinas solares fotovoltaicas outorgadas do mercado regulado e do mercado livre por estado:



*Usinas espalhadas em 17 estados brasileiros

Evolução do Preço da Fonte Solar Fotovoltaica em Leilões de Energia no Mercado Regulado

Fonte: CCEE/ABSOLAR, 2024.



Início

Matriz Elétrica Brasileira

Matriz por fase de construção

Matriz por Origem de Combustível

Matriz por Fonte e Combustível Final

Matriz Renováveis / Não Renováveis

Tipo

UF

Fase

Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	% (Pot. Fiscalizada)
UFV	21219	143.004.655,33	13.488.495,57	100,00%
Total	21219	143.004.655,33	13.488.495,57	100,00%



FATOR DE CAPACIDADE MÉDIO MENSAL

Este gráfico apresenta o fator de capacidade médio para as usinas selecionadas no filtro a cada mês.

Filtros:

Subsistema (Tudo) Estado (Tudo)

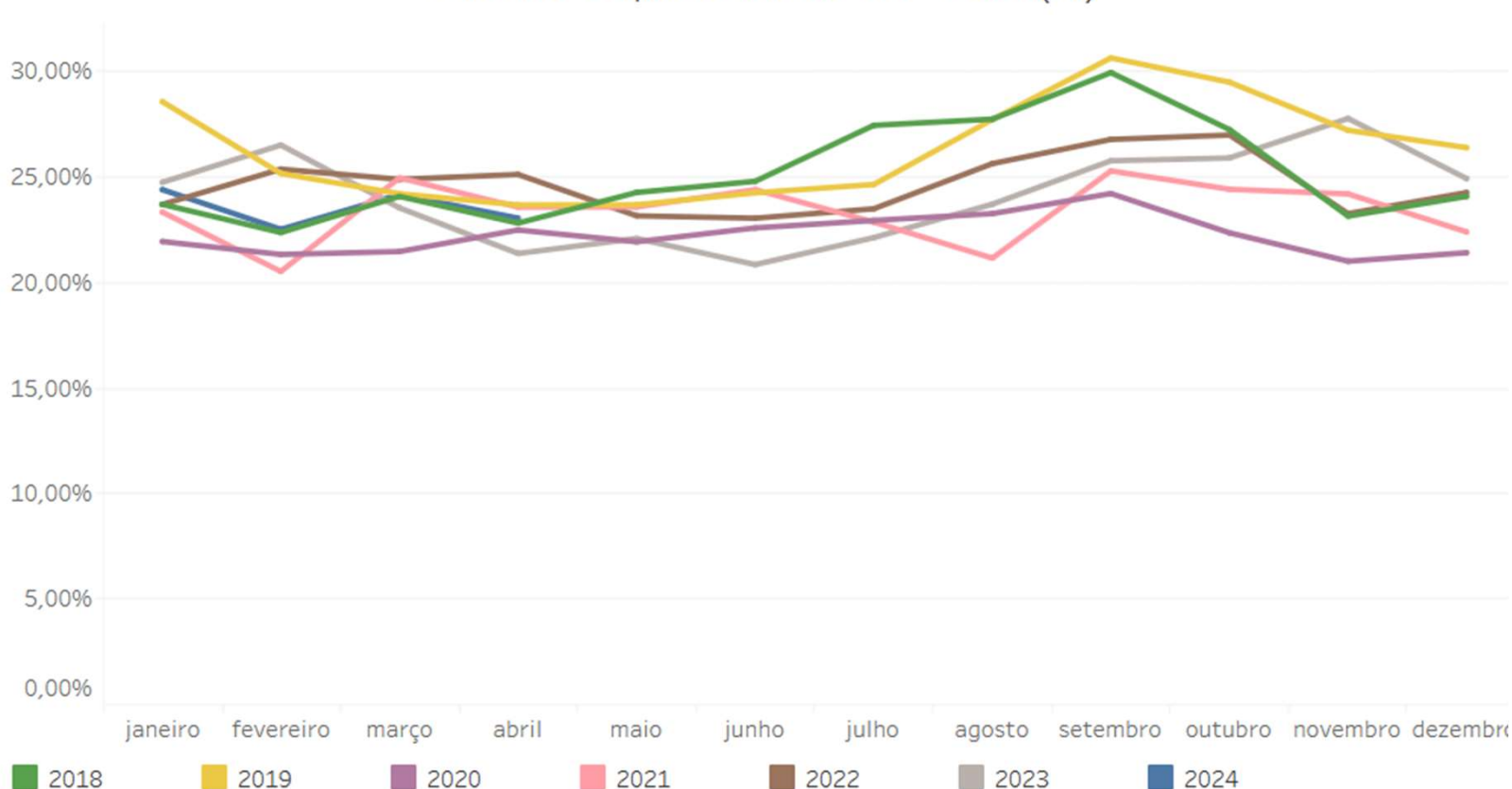
Ponto de conexao (Tudo) Usina (Tudo)

OBS: em Subsistema, (Tudo) equivale ao Sistema Interligado Nacional - SIN

Período
2.018 2.024

$$CF = \frac{\int_0^{8760h} P(t) dt}{P_{nom} \times 8760h}$$

Fator de Capacidade Médio - Tudo (%)





Filtros:

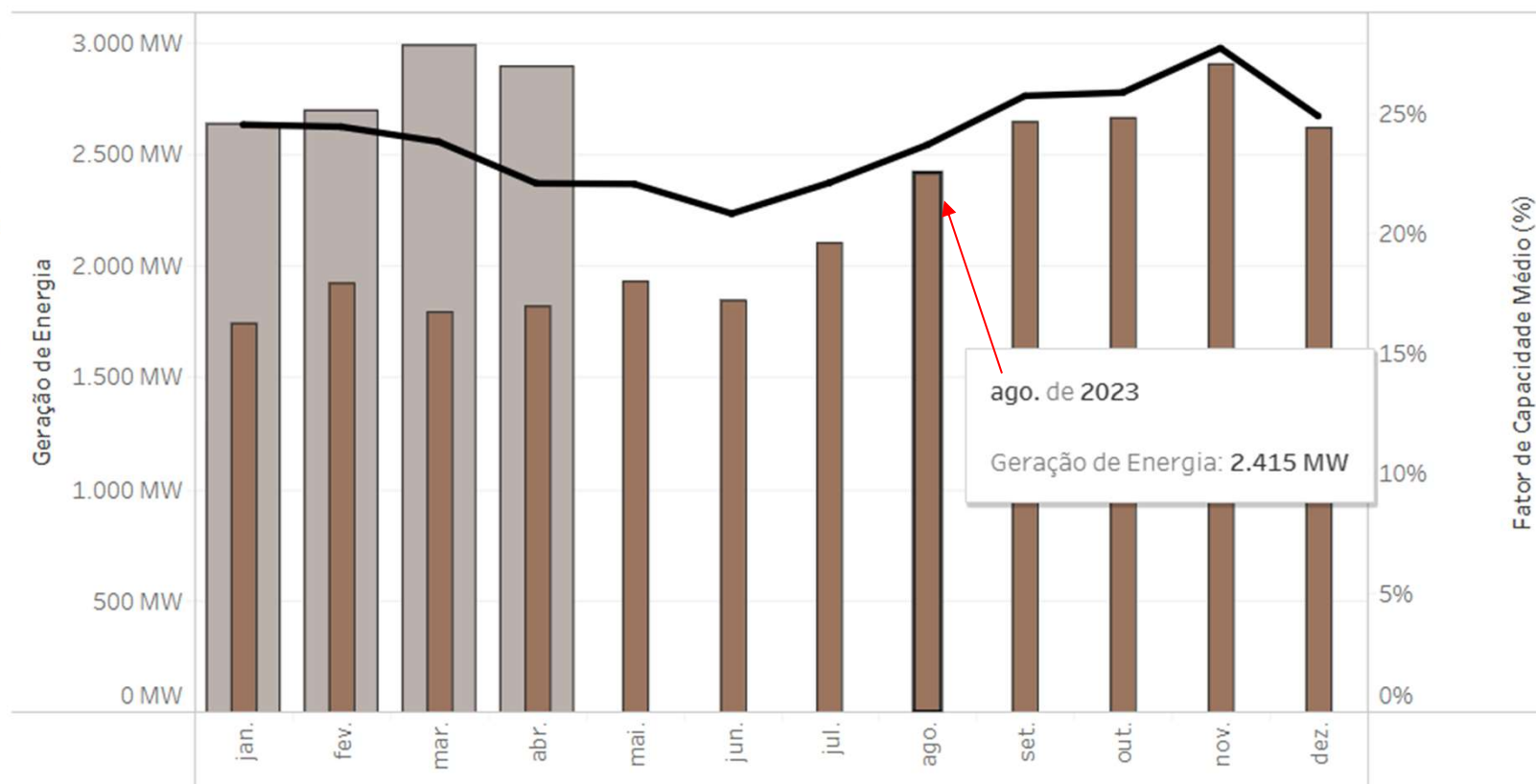
Subsistema (Tudo) Estado (Tudo)

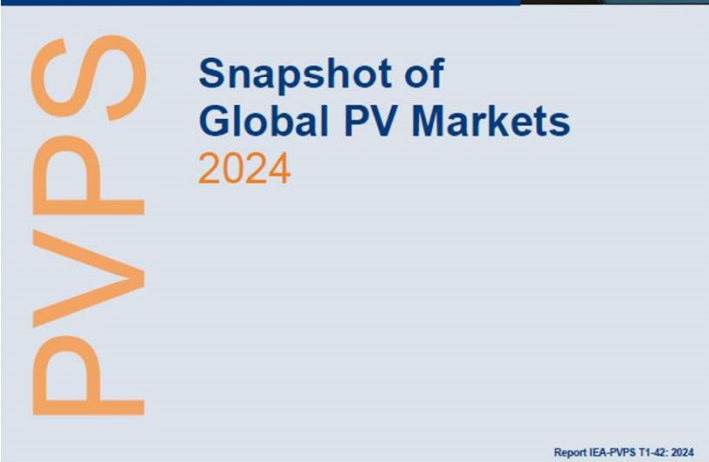
Ponto de Conexão (Tudo) Usina (Tudo)

OBS: em Subsistema, (Tudo) equivale ao Sistema Interligado Nacional - SIN

Período 2.023 2.024

Geração Solar e Fator de Capacidade Mensal (MWmed)





<https://iea-pvps.org/snapshot-reports/snapshot-2024/>

Fonte: Report IEA-PVPS T1-42:2024, *Snapshot of Global PV Markets* (April 2024)

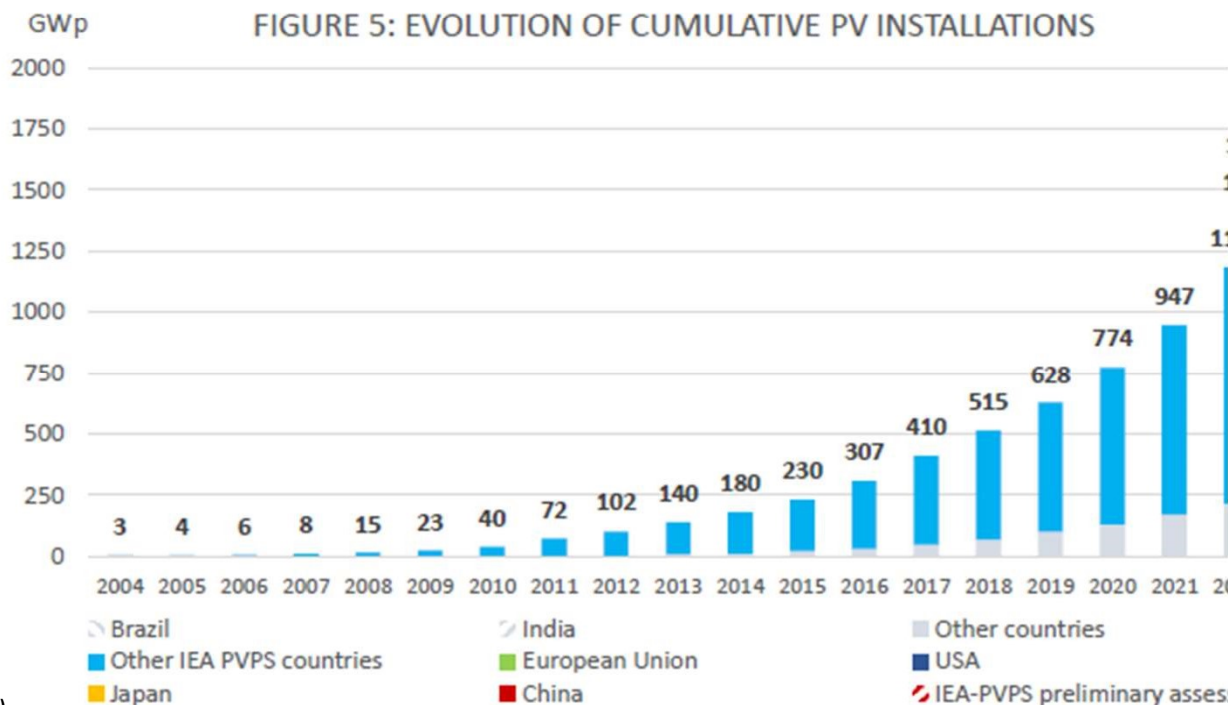
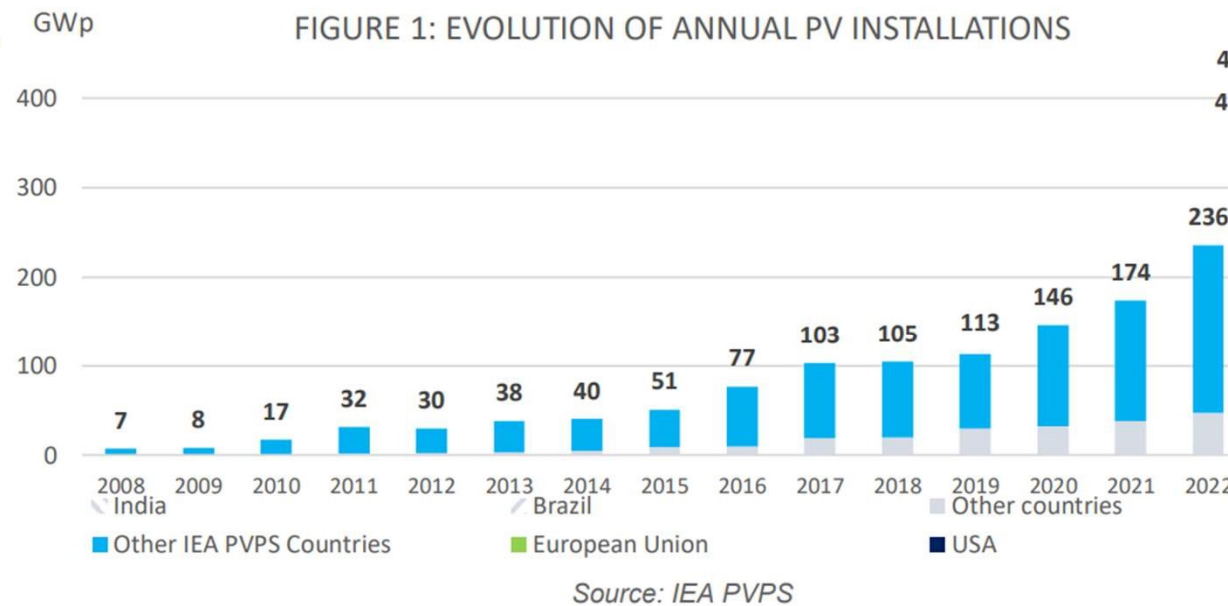
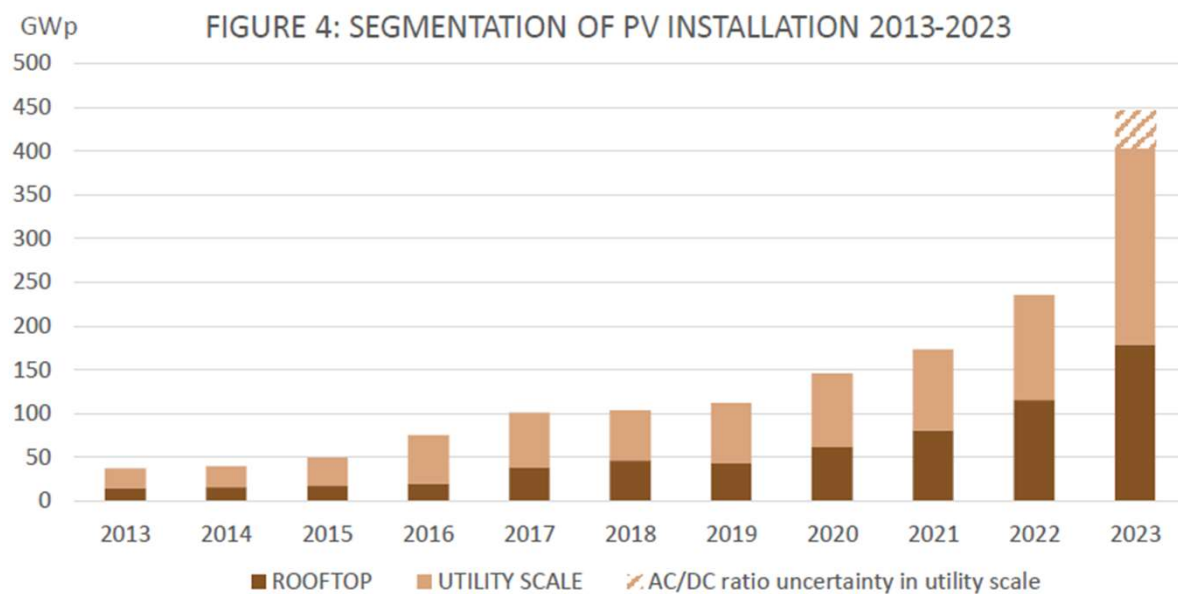


TABLE 1: TOP 10 COUNTRIES FOR ANNUAL AND CUMULATIVE INSTALLED CAPACITY IN 2023

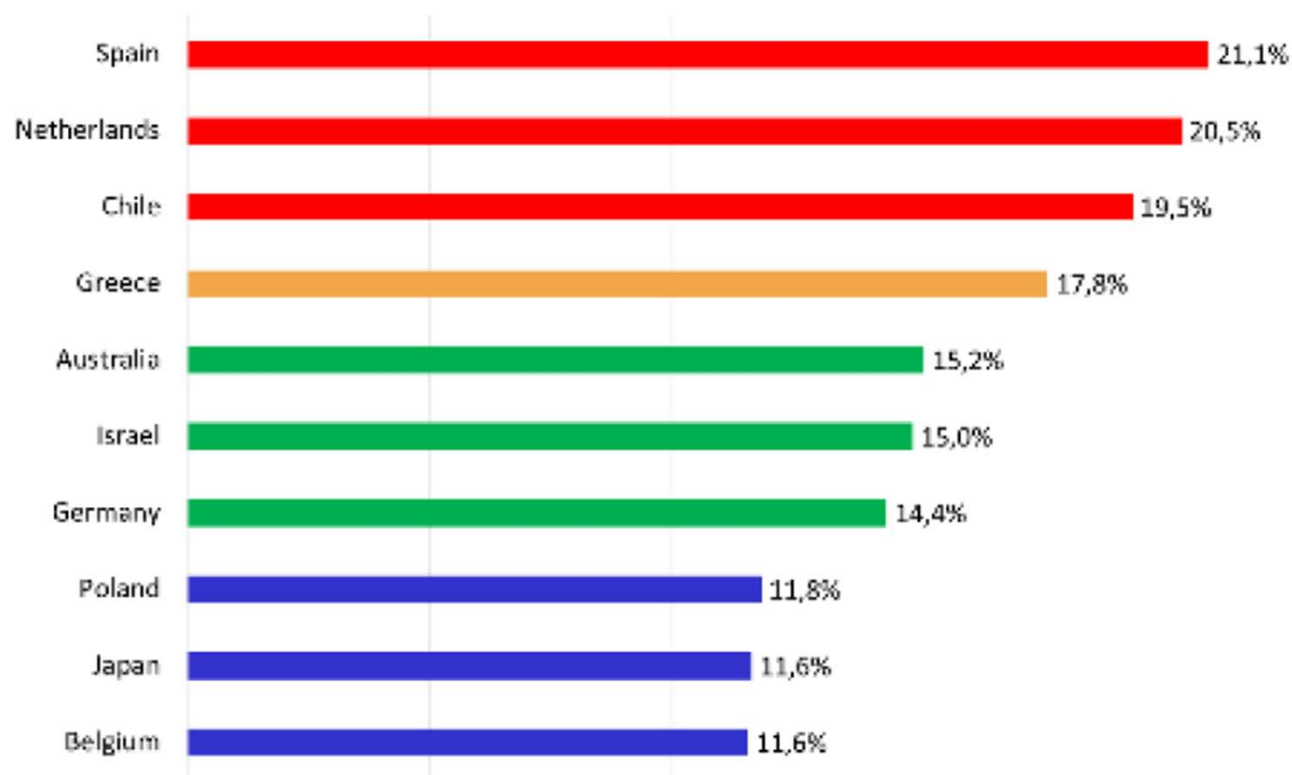
FOR ANNUAL INSTALLED CAPACITY				FOR CUMULATIVE CAPACITY			
1		China	235.5 GW*	1		China	662.0 GW*
(2)		European Union	55.8 GW	(2)		European Union	268.1 GW
2		United States	33.2 GW	2		United States	169.5 GW
3		India	16.6 GW	3		India	95.3 GW
4		Germany	14.3 GW	4		Japan	91.4 GW
5		Brazil	11.9 GW	5		Germany	81.6 GW
6		Spain	7.7 GW	6		Spain	37.6 GW
7		Japan	6.3 GW	7		Brazil	35.5 GW
8		Poland	6.0 GW	8		Australia	34.6 GW
9		Italy	5.3 GW	9		Italy	30.3 GW
10		Netherlands	4.2 GW	10		Korea	27.8 GW



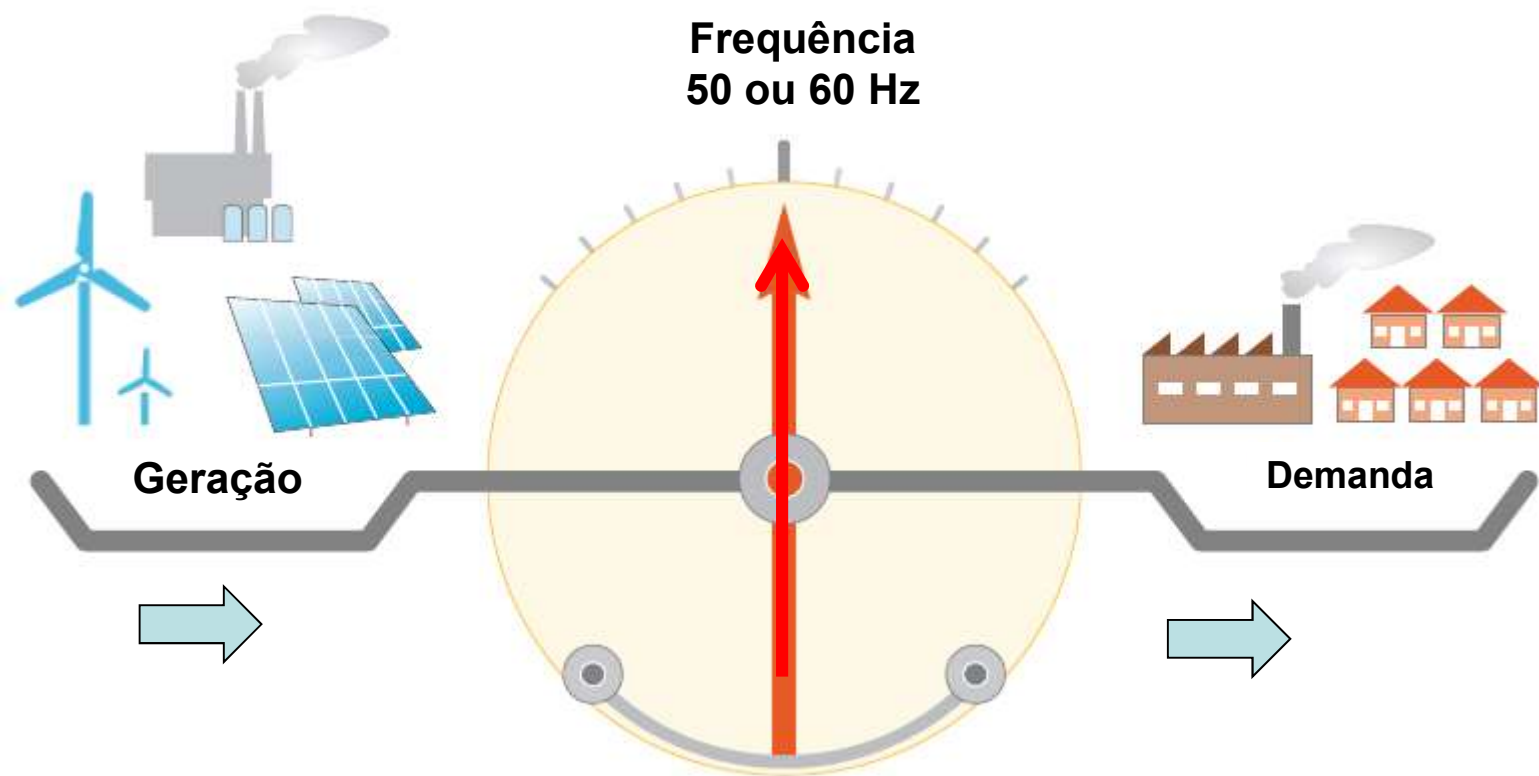
Source: IEA PVPS, Becquerel Institute

CONTRIBUIÇÃO DA GERAÇÃO FOTOVOLTAICA NA DEMANDA ELÉTRICA DE ALGUNS PAÍSES, 2023

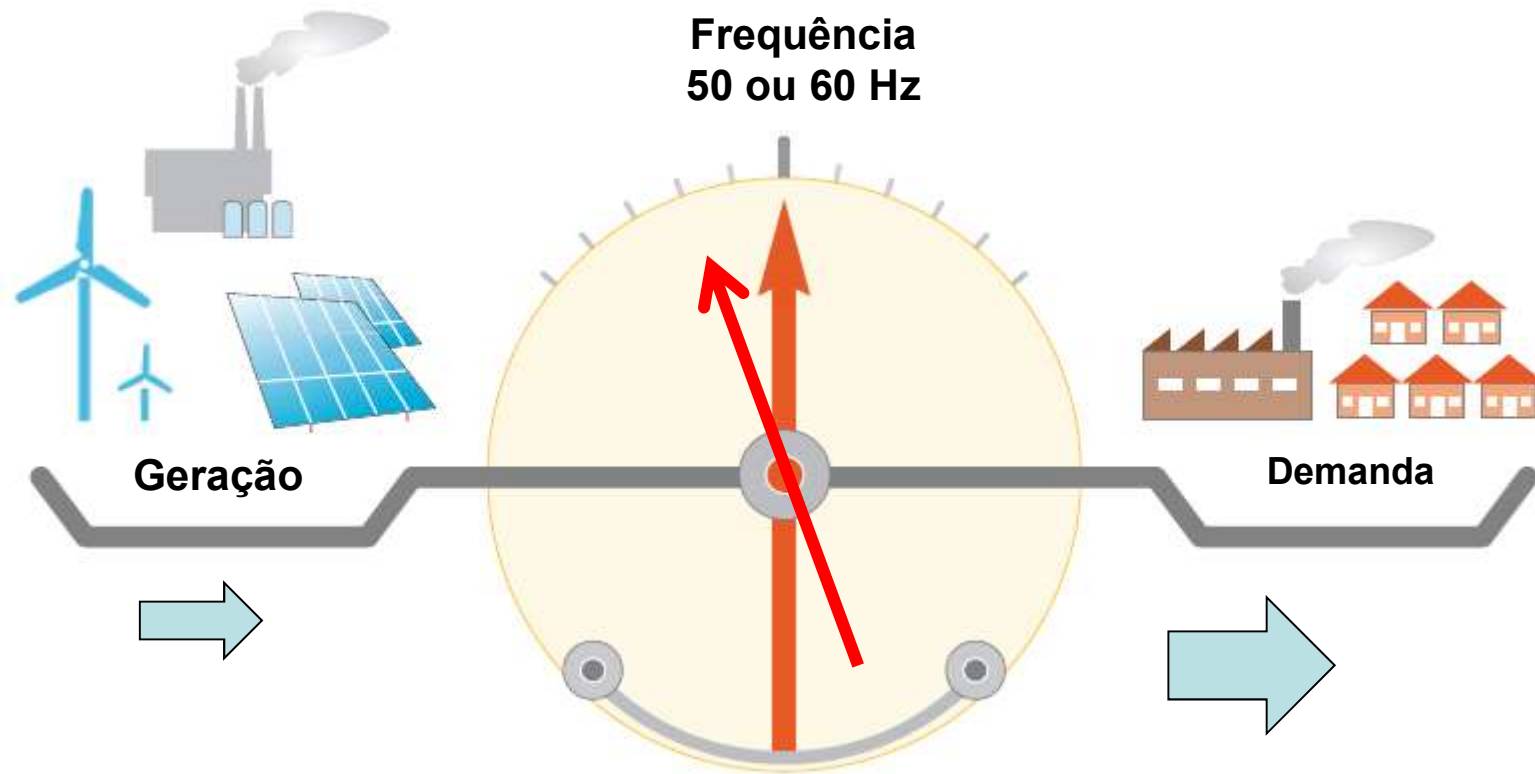
COUNTRIES WITH HIGHEST PV PENETRATION



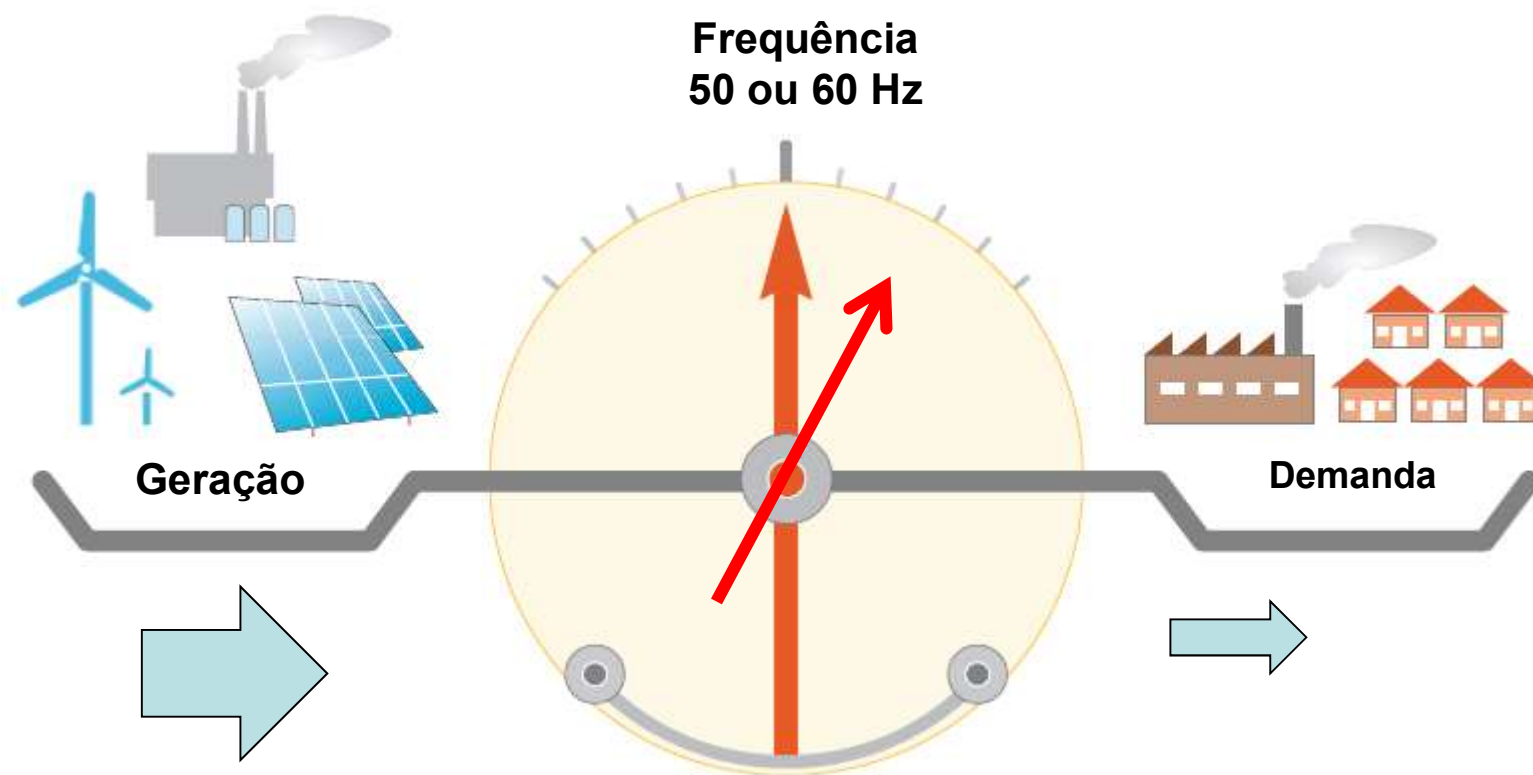
Integração de fontes Intermitentes (eólica e fotovoltaica)



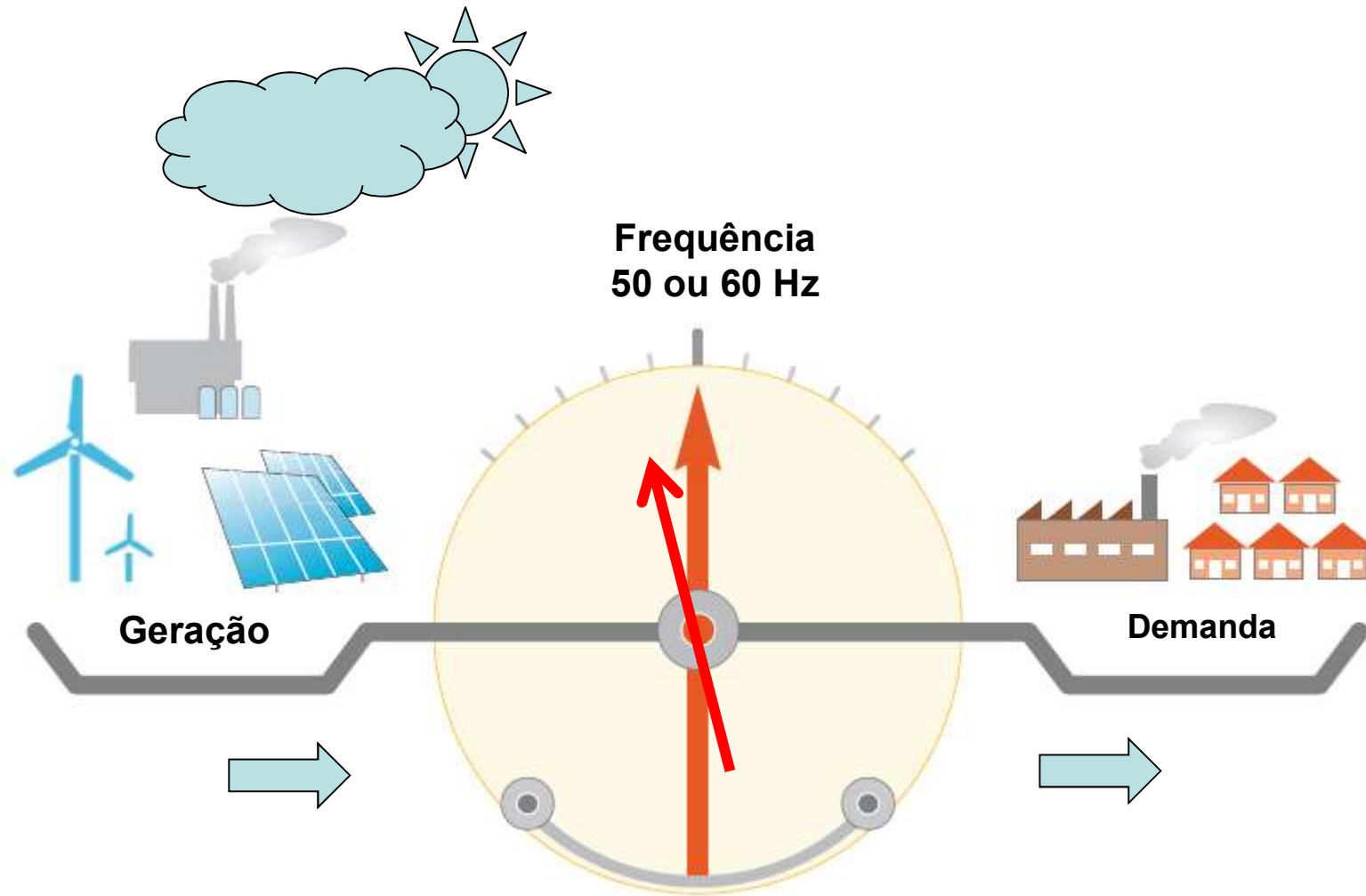
Integração de fontes Intermitentes (eólica e fotovoltaica)



Integração de fontes Intermitentes (eólica e fotovoltaica)



Integração de fontes Intermitentes (eólica e fotovoltaica)





CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

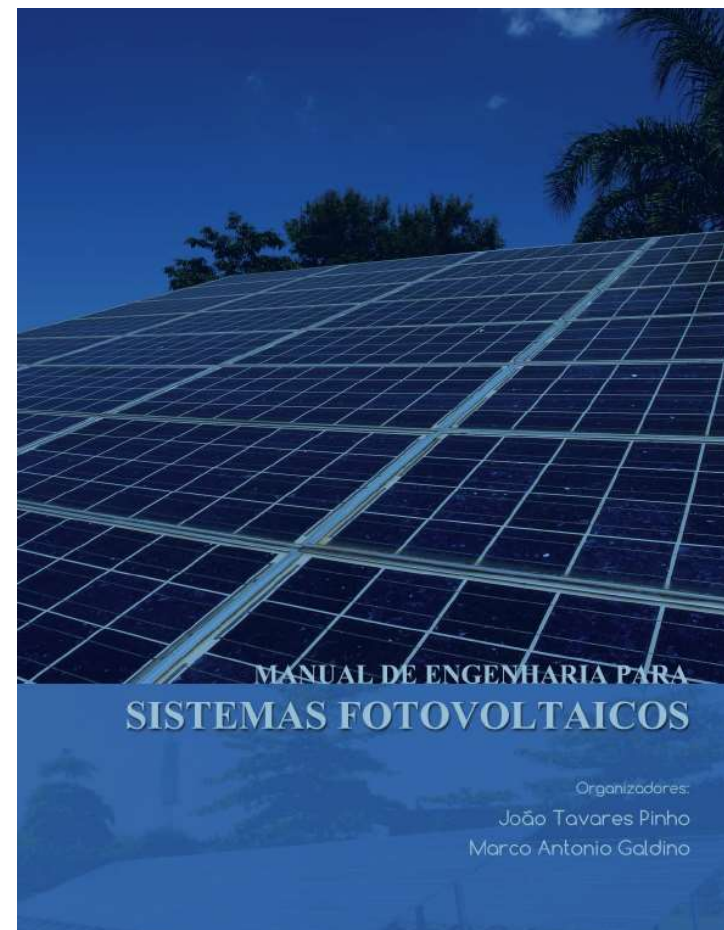
1.1 – Energia solar térmica

1.2 – Energia solar fotovoltaica

1.2.1 – História e situação atual da energia solar fotovoltaica no mundo

1.2.2 – Breve histórico da energia solar fotovoltaica no Brasil

1.3 – Referências



<http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual de Engenharia FV 2014.pdf>