

**ENGENHEIRO THIAGO H. A. RAIMUNDO**

**CURSO**  
**PROJETANDO E DIMENSIONANDO**  
**SISTEMA FOTOVOLTAICO**

# APRESENTAÇÃO

# APRESENTAÇÃO

- **Thiago Henrique Ananias Raimundo**

- **Formação**

- Engenheiro Eletricista/Telecomunicações
- Mestrando em Engenharia Elétrica - Gestão de Redes de Telecomunicações (Redes de Sensores)
- Pós Graduando em Engenharia de Segurança do Trabalho

- **Especialização**

- Sistemas Fotovoltaicos – Unicamp (Campinas)
- NBR 5419:2015 (SPDA) – ABNT (Rio de Janeiro)
- Diversos cursos de Automação de Residencial e Industrial

# APRESENTAÇÃO

- **Thiago Henrique Ananias Raimundo**
- **Acadêmico e Ensino**
- Ex-Professor do SENAI
  - Instrutor de NR10 e Elet. Industrial
- Ex-Professor do Centro Paula Souza (ETEC)
  - Automação Industrial e Mecatrônica
- Instrutor de NR10 a quase 10 anos
- Instrutor de Cursos na Área Elétrica
  - Projeto de Sistemas Fotovoltaicos
  - Projeto e Instalação de Automação Residencial
  - Projeto de SPDA – NBR 5419:2015 entre outros...
  - Palestrante

**THIAGO RAIMUNDO**  
Engenheiro Eletricista/Telecomunicações

HOME PALESTRAS CURSOS TREINAMENTOS CURRÍCULO CONTATO

**DESTAQUE**  
Associação dos Engenheiros e Arquitetos de Birigui  
8 de Julho as 19:00h  
Palestra Online  
NR 10 – APLICAÇÕES RESIDENCIAIS E COMERCIAIS  
APLICAÇÃO EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS E COMERCIAIS  
- Apresentação da NR10 e NBR 5410  
- Aplicação da NR10 e Estatísticas de Acidentes  
- Sistemas de Proteção Residencial e Predial (Disjuntores - DR - DPS - Aterramento)  
- Dimensionamento de Segurança para a Veredas  
- Acidentes Comuns  
Thiago Henrique Ananias Raimundo  
Engenheiro Telecomunicações  
CREA: 50620/2011  
Inscrições:  
www.thiagoraimundo.eng.br

**AGENDA**

24 de Junho PALESTRA ONLINE: Geração Fotovoltaica e Sustentabilidade Associação dos Engenheiros e Agrônomos de Presidente Epitácio- AEAPE Realizado	25, 26 e 27 de Junho CURSO ONLINE: Projetando Iluminação - Utilizando Dialux Associação dos Engenheiros e Agrônomos do ABC saiba mais	29, 30 e 01 de Junho/Julho CURSO ONLINE: Projetando e Dimensionando Sistema Fotovoltaico Associação Engenheiros, Arquitetos e Agrônomos de Marília e Região saiba mais
---	---	--

[www.thiagoraimundo.eng.br](http://www.thiagoraimundo.eng.br)

**Instagram:**  
[@thiagoharaimundo](https://www.instagram.com/thiagoharaimundo)

# APRESENTAÇÃO

- **Thiago Henrique Ananias Raimundo**
- **Institucional**
  - Diretor da Associação de Engenheiros e Técnicos de Mogi Mirim (AETMM)
  - Diretor Tesoureiro da Associação de Engenheiros Eletricistas do Estado de São Paulo (A3ESP)
  - Presidente da Associação de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Mogi Mirim (ASEAAMM)
  - Conselheiro Suplente da Câmara de Elétrica do CREA/SP - Licenciado

# APRESENTAÇÃO

- **Thiago Henrique Ananias Raimundo**

- **Profissional**



- Projetos e Instalação Elétrica Residencial
- Projetos e Instalação de Automação Residencial
- Projeto e Instalação de Sistemas Fotovoltaicos
- Instalação de Sistemas de Segurança

- [www.casasolarinteligente.com.br](http://www.casasolarinteligente.com.br)

# APRESENTAÇÃO

- Thiago Henrique Ananias Raimundo
- **Profissional**



**WWW.  
TREINASEG  
CONSULTORIA  
.COM.BR**

CONSULTORIA E TREINAMENTOS EM SEGURANÇA DO TRABALHO



- Consultoria em Segurança do Trabalho
- Documentação e Laudos em SST
- Treinamentos de Normas Regulamentadoras

- [www.treinasegconsultoria.com.br](http://www.treinasegconsultoria.com.br)

# EMPRESAS REFERÊNCIAS



# AGENDA

## • Conteúdo Teórico

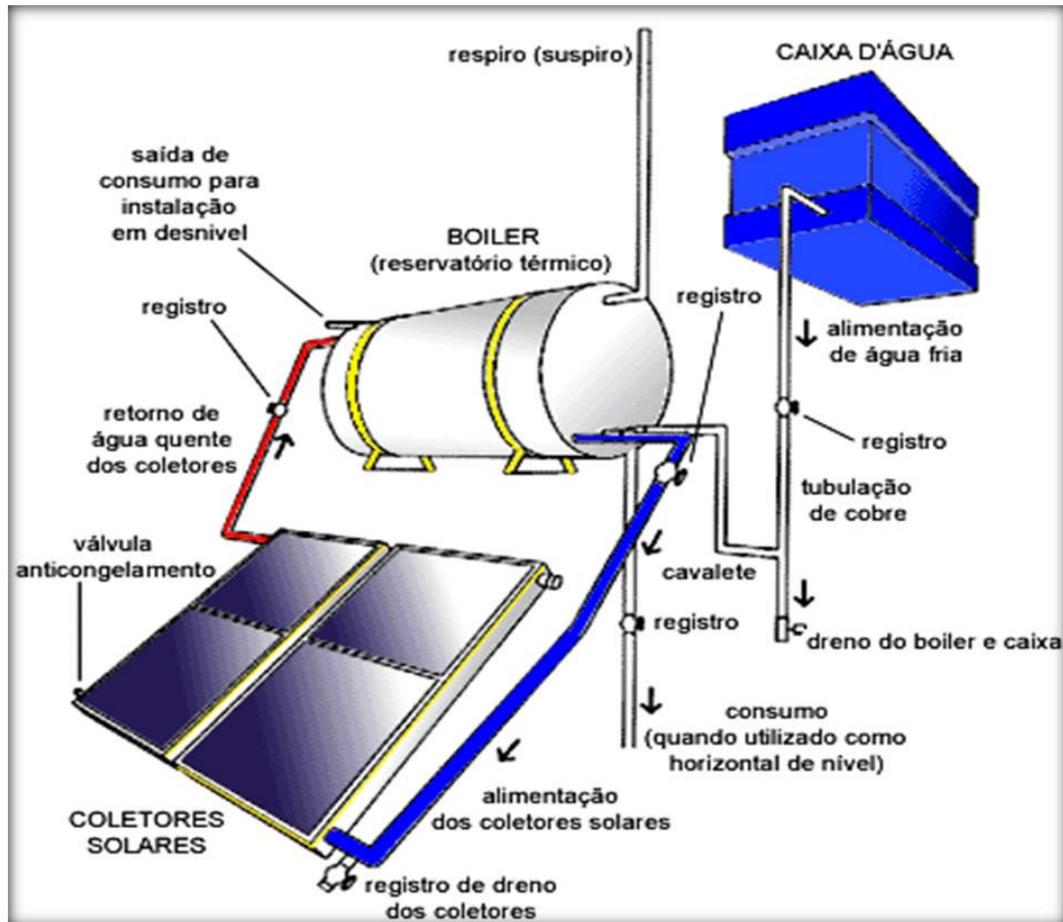
- Mercado atual da Energia Elétrica
- Histórico da Geração Fotovoltaica
- Aplicações
- Conceitos fundamentais em FV
- Geometria Solar
- Tipos de sistemas e seus componentes
- Legislação
- Cases/Investimentos/Viabilidade econômica
- Como vender um sistema Fotovoltaico

# AGENDA

- **Conteúdo Prático**

- Dimensionamento de sistema off grid
- Dimensionamento de sistema on grid
- Exigências das Concessionárias de Energia
- Aterramento/SPDA
- Erros Comuns

# NÃO CONFUNDIR



## Sistema de AQUECIMENTO DE ÁGUA

# NÃO CONFUNDIR



**Placa Coletora Solar**



**Placa Fotovoltaica**

# NÃO CONFUNDIR



**TERMOELÉTRICA  
SOLAR**

# INTRODUÇÃO



Conferência das Nações Unidas  
sobre Mudança Climática

COP21/CMP11

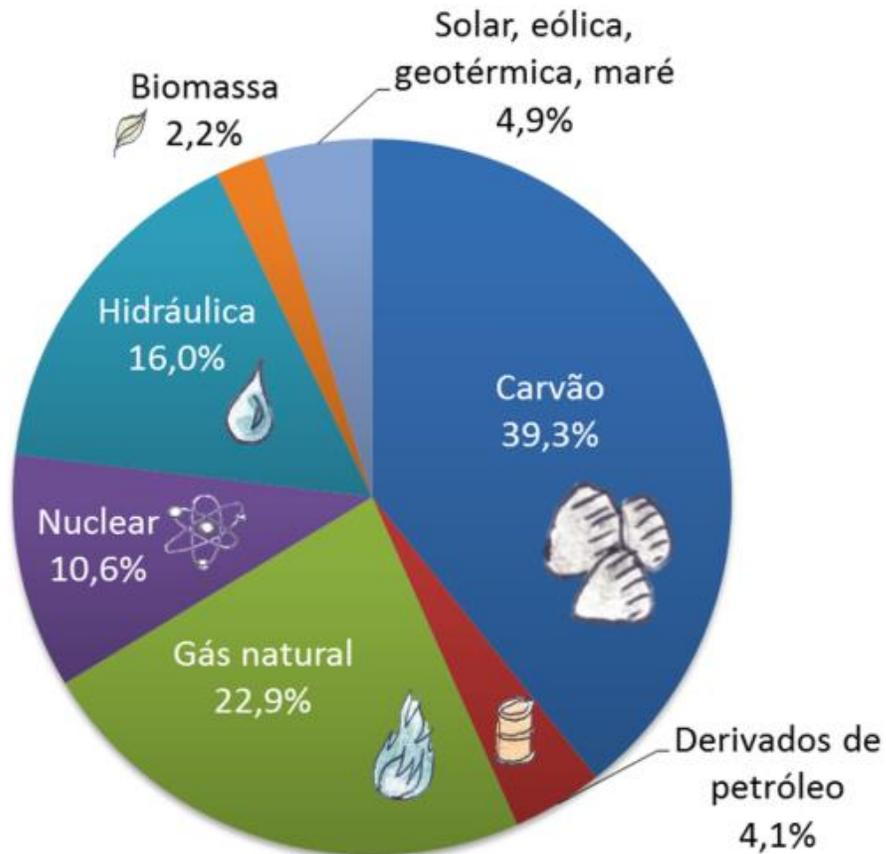


PARIS 2015

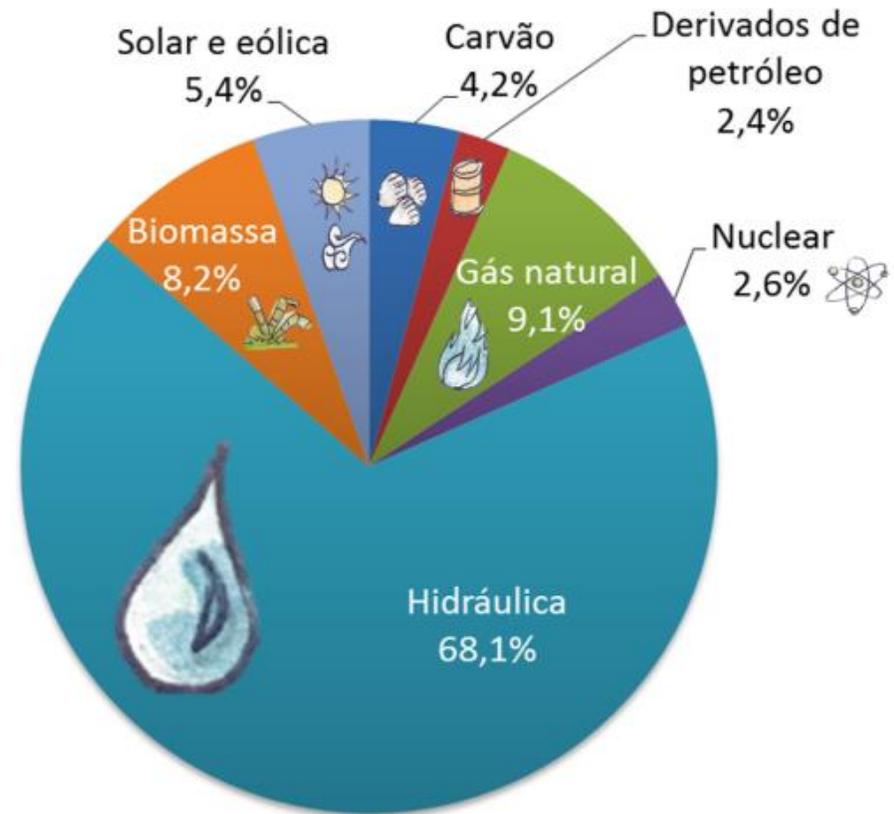
“... concordando em defender e promover a cooperação regional e internacional de modo a mobilizar a ação climática mais forte e mais ambiciosa de todos os interessados, sejam estes Partes ou não, incluindo a sociedade civil, o setor privado, as instituições financeiras, cidades e outras autoridades subnacionais, comunidades locais e povos indígenas...”

**Acordo entre 190 países**

# MERCADO ATUAL DE ENERGIA ELÉTRICA



Matriz Elétrica Mundial 2015



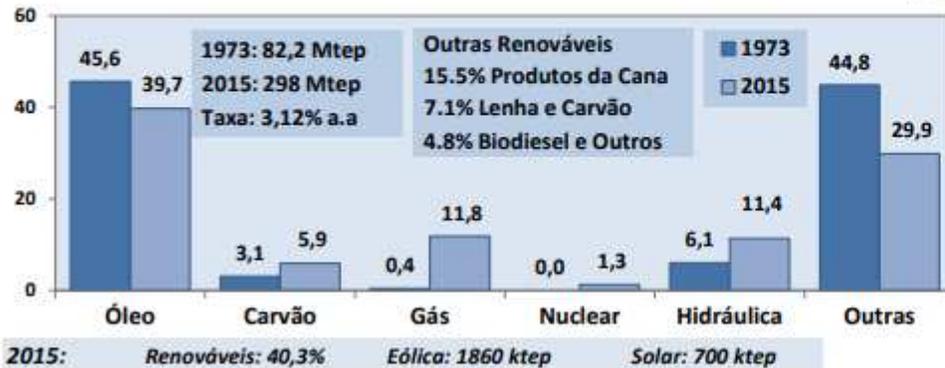
Matriz Elétrica Brasileira 2016

# MERCADO ATUAL DE ENERGIA ELÉTRICA



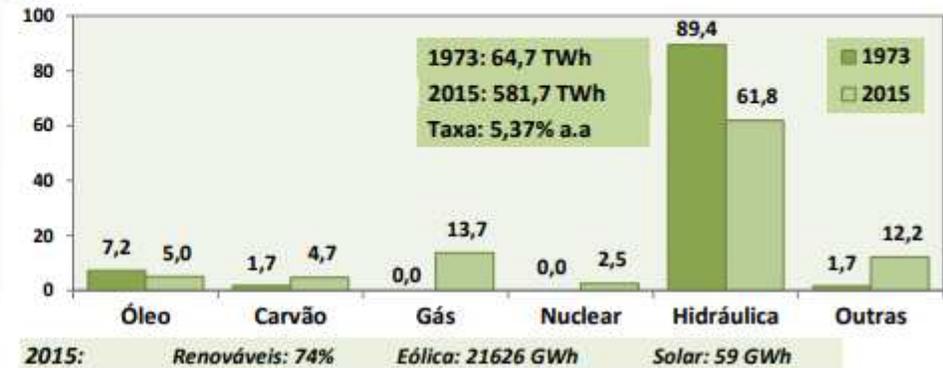
# MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA - EVOLUÇÃO

Matriz Energética (%)

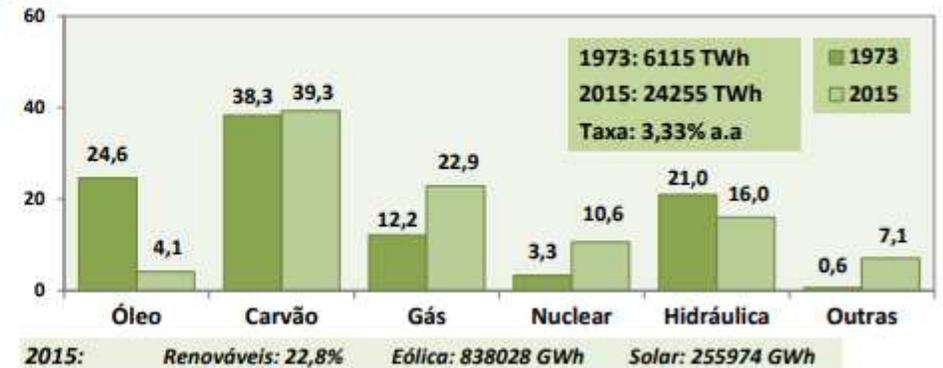
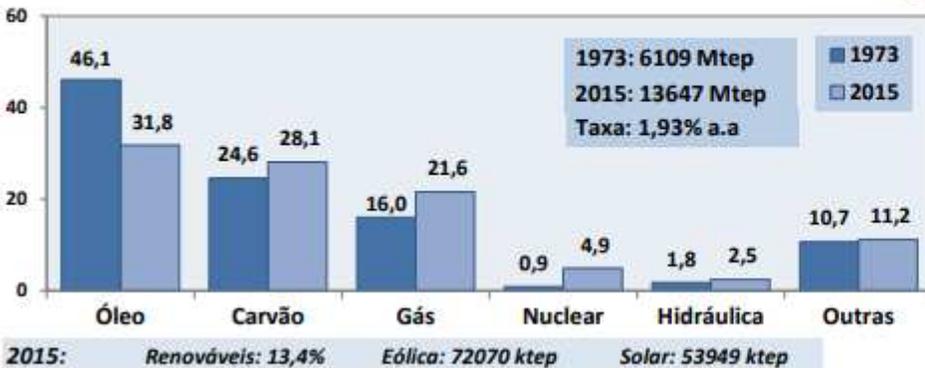


Matriz Elétrica (%)

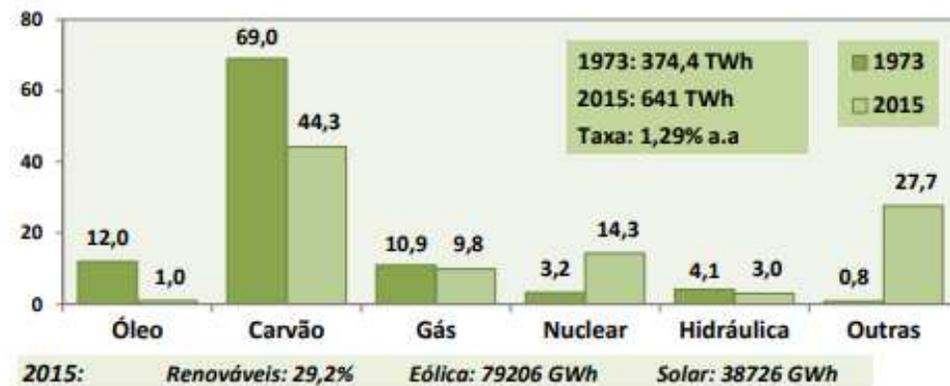
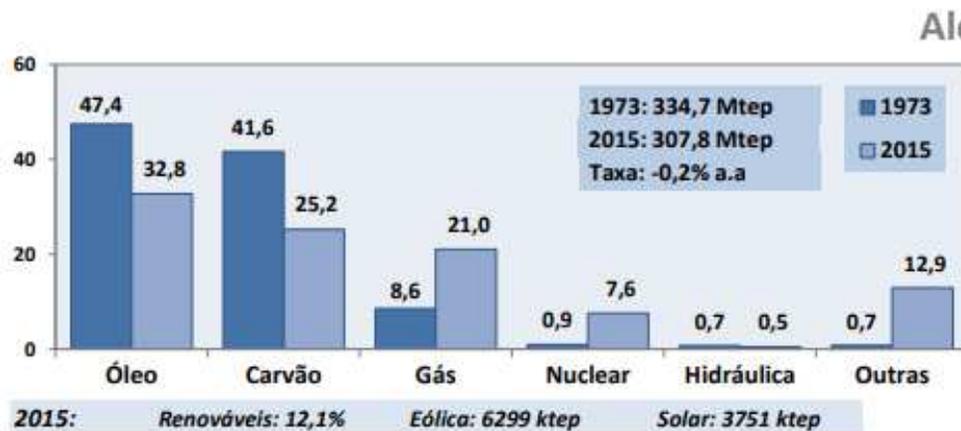
Brasil



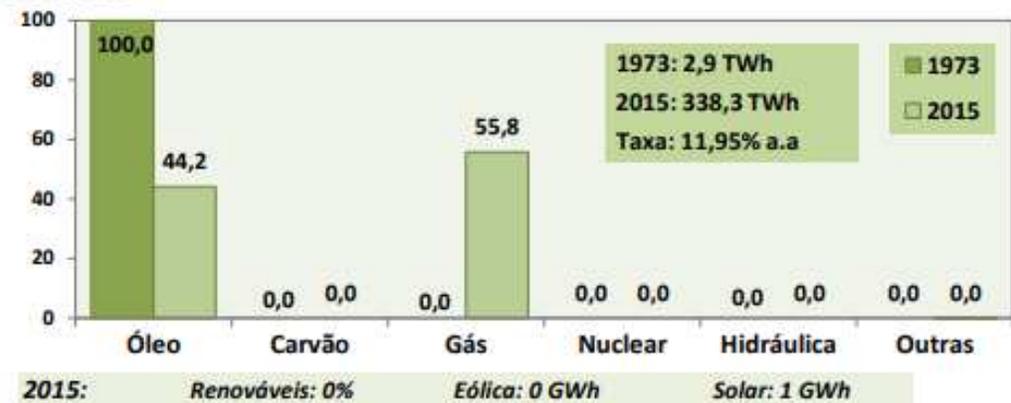
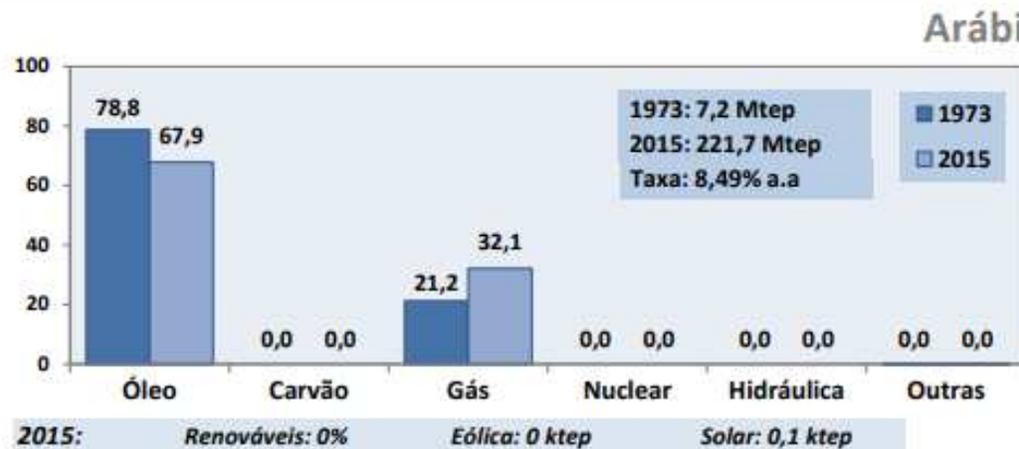
Mundo



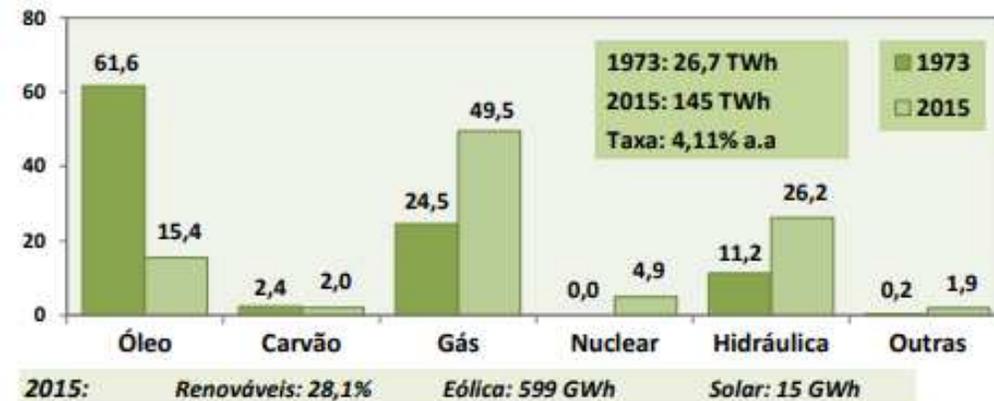
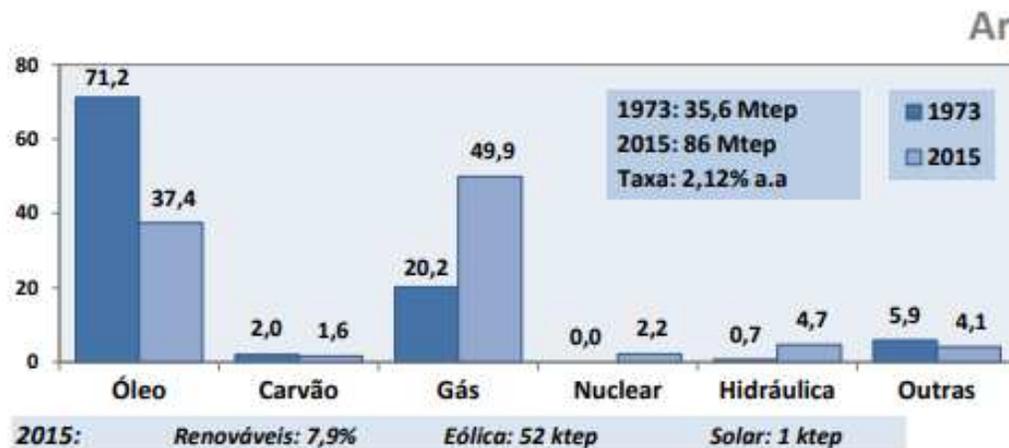
# MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA - EVOLUÇÃO



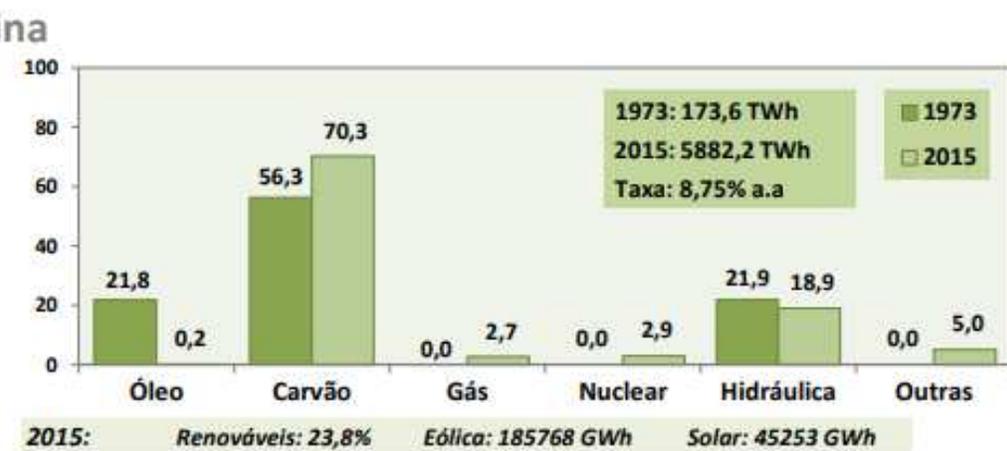
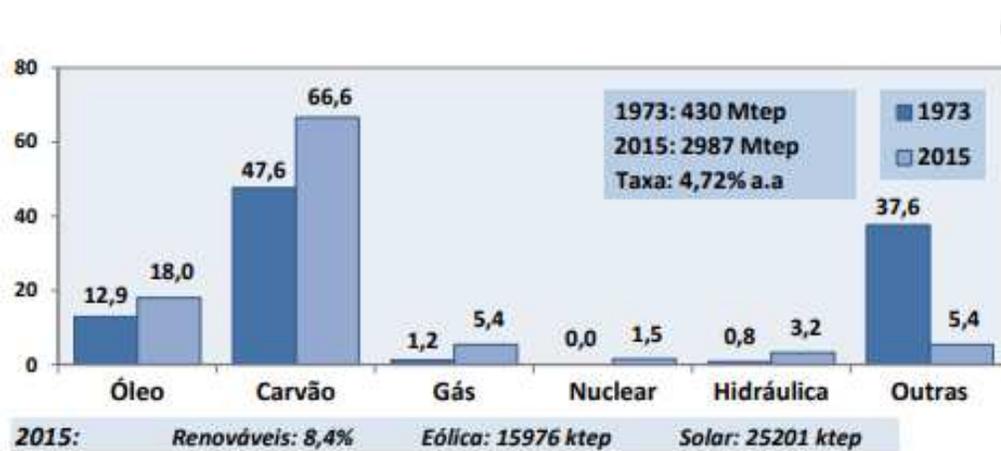
# MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA - EVOLUÇÃO



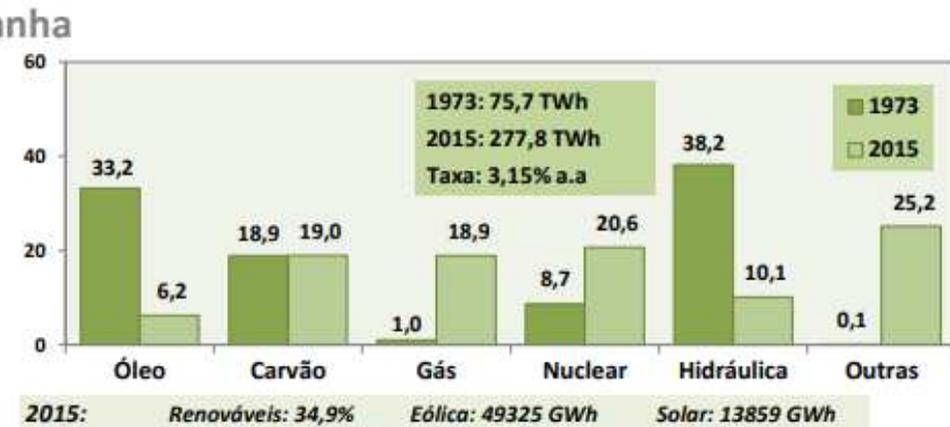
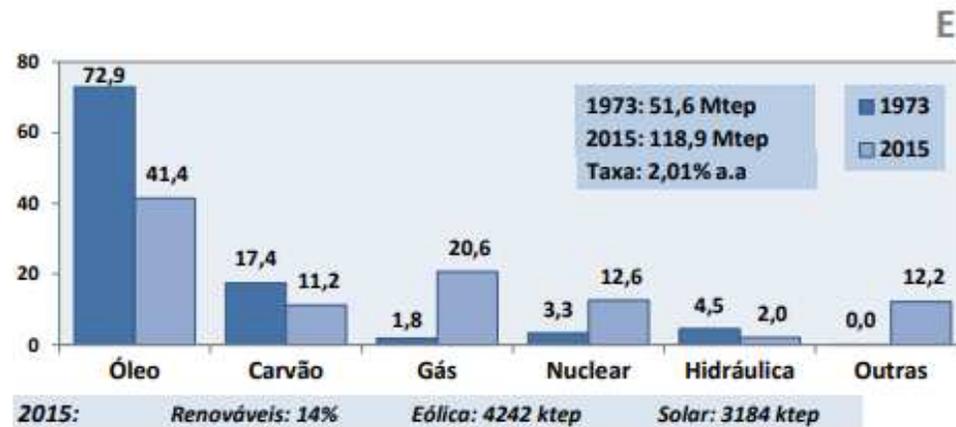
# MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA - EVOLUÇÃO



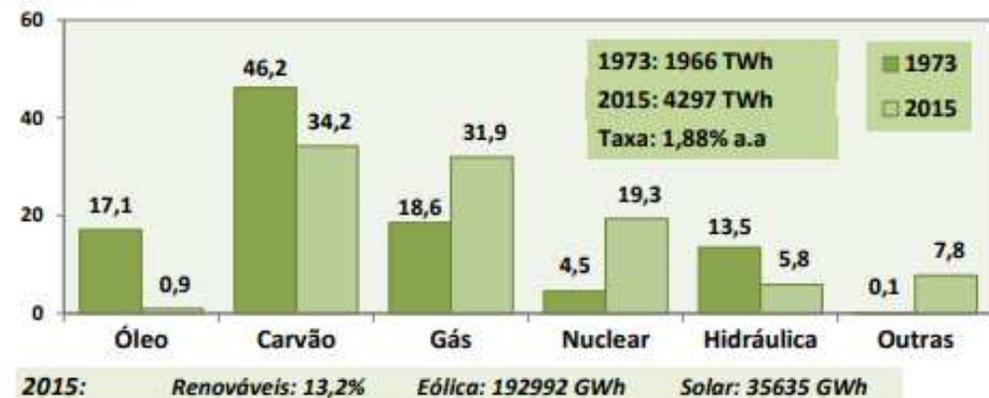
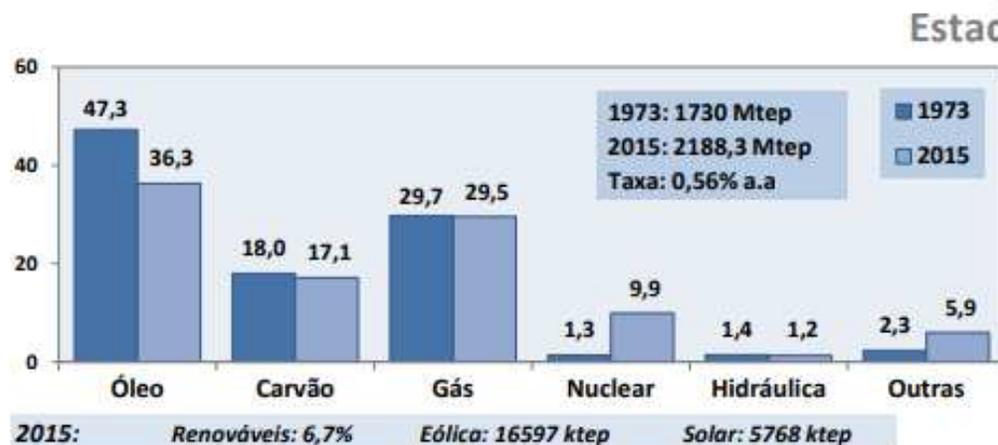
# MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA - EVOLUÇÃO



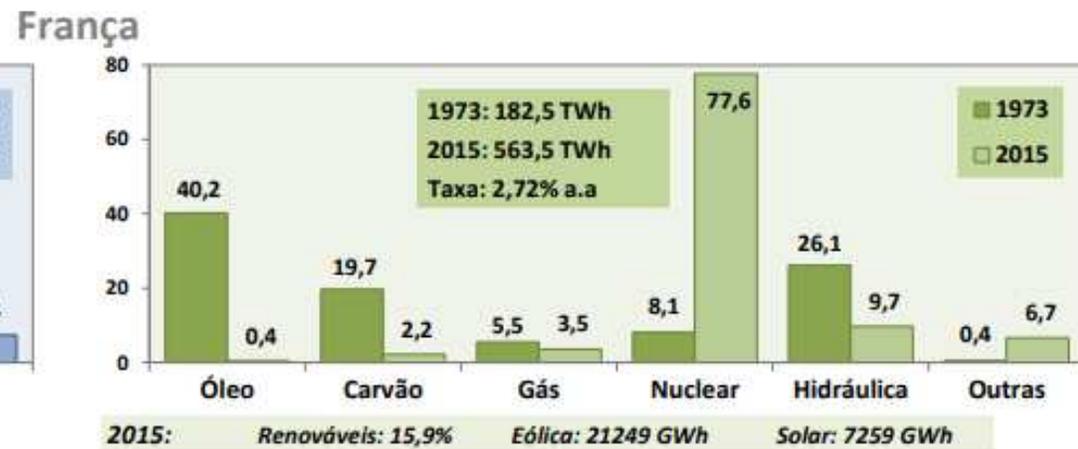
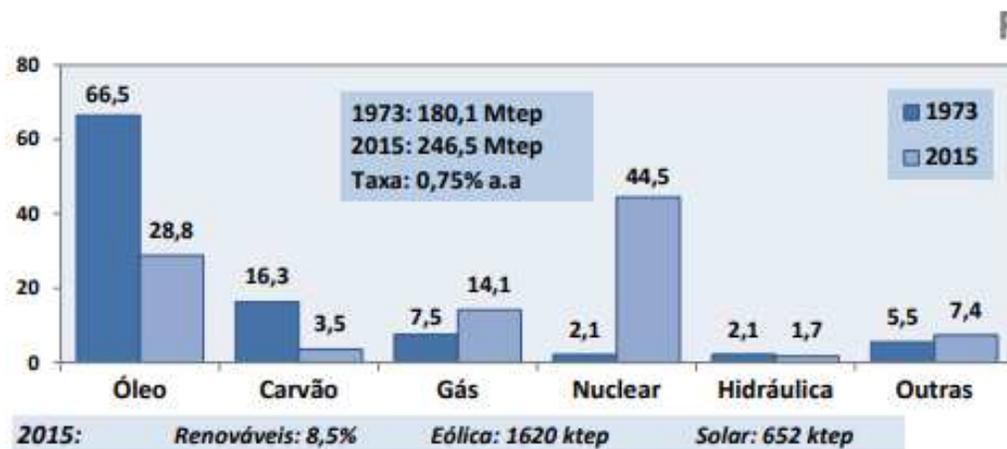
# MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA - EVOLUÇÃO



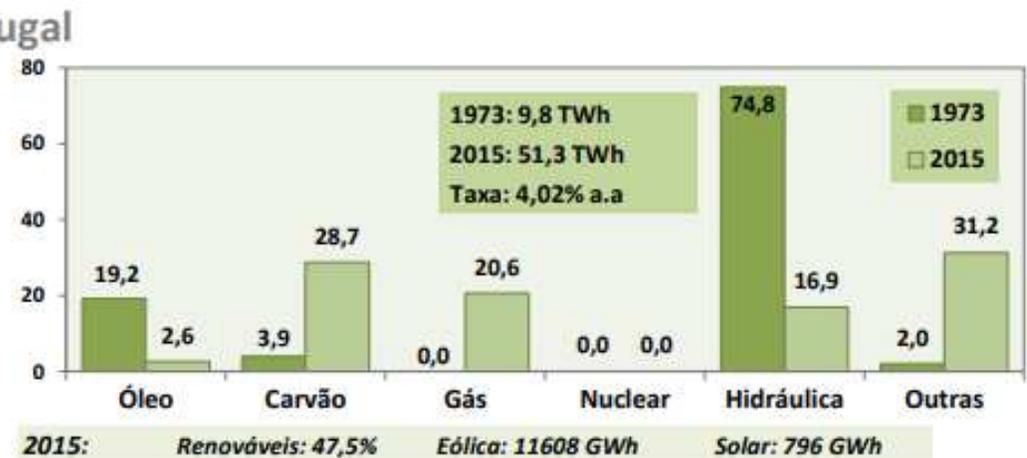
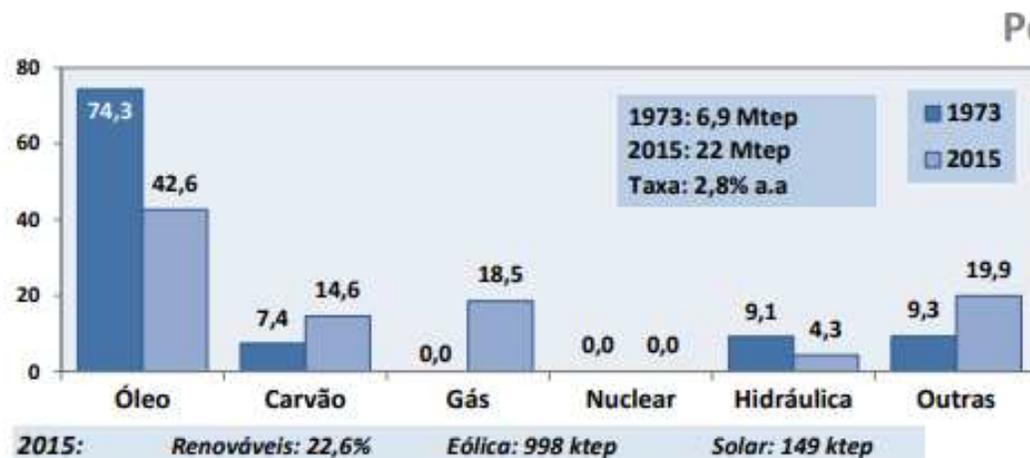
# MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA - EVOLUÇÃO



# MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA - EVOLUÇÃO



# MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA - EVOLUÇÃO



# MERCADO ATUAL DE ENERGIA ELÉTRICA

## HIDRELÉTRICA



2016

101.598 MW  
(71,5%)

2021

113.784 MW  
(68,3%)

## TERM. GÁS + GNL



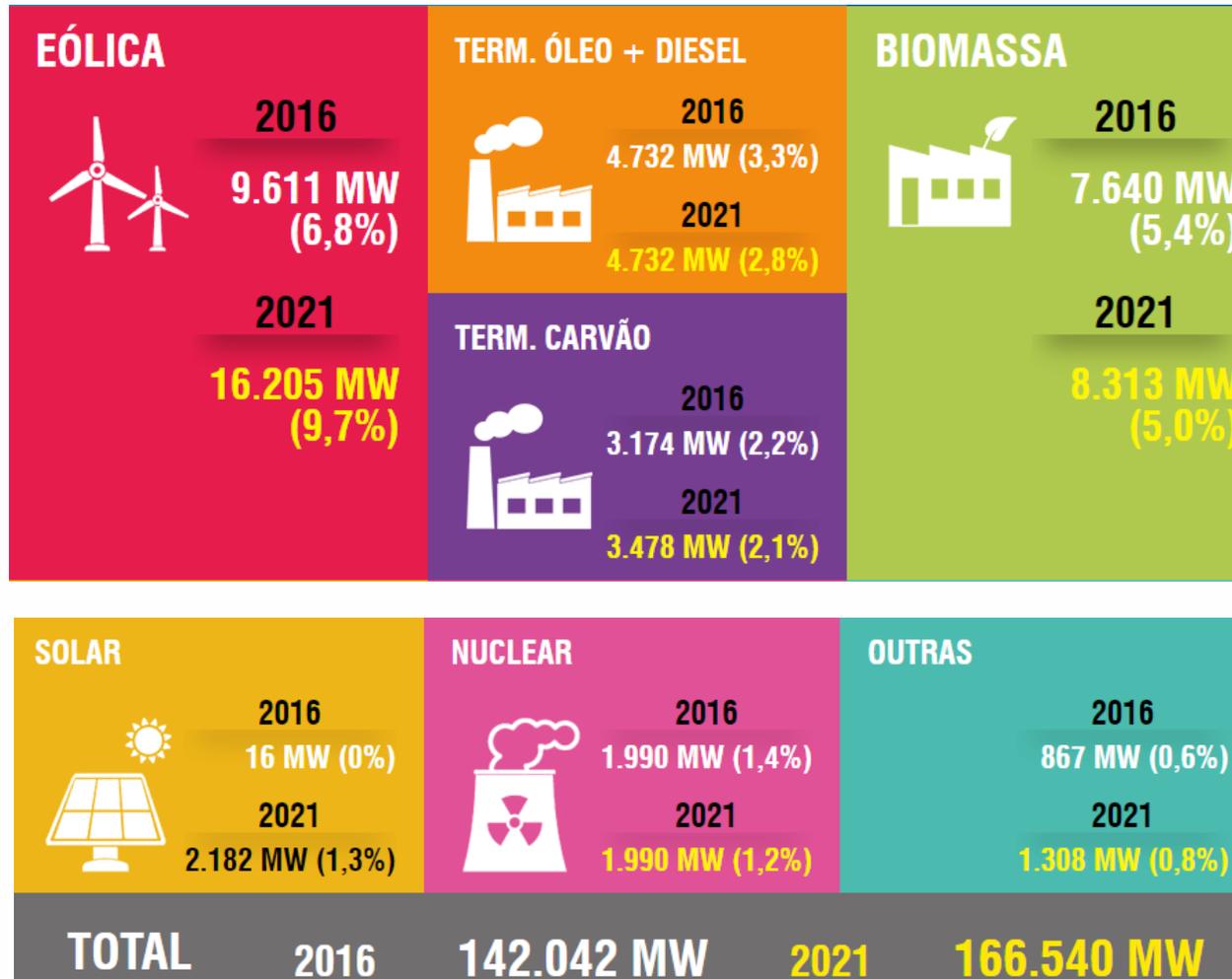
2016

12.414 MW  
(8,7%)

2021

14.548 MW  
(8,7%)

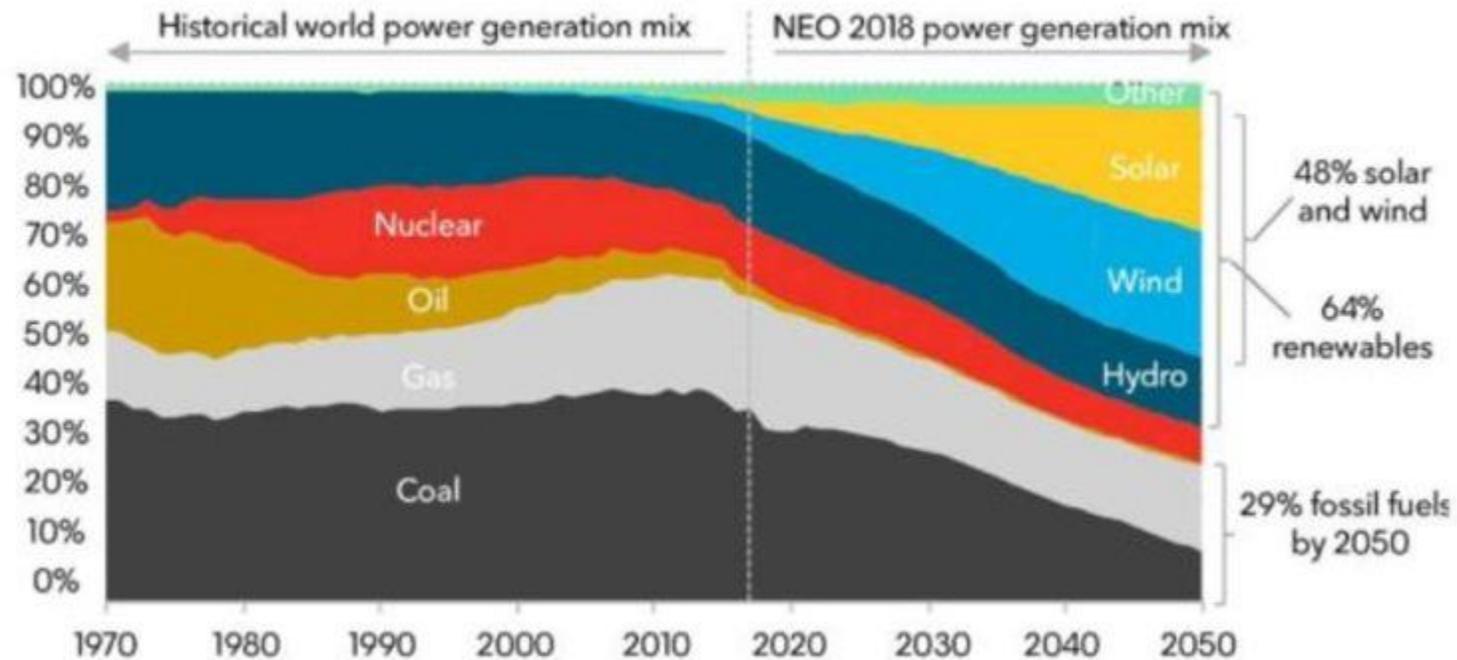
# MERCADO ATUAL DE ENERGIA ELÉTRICA



Fonte: ONS

# MERCADO ATUAL DE ENERGIA ELÉTRICA

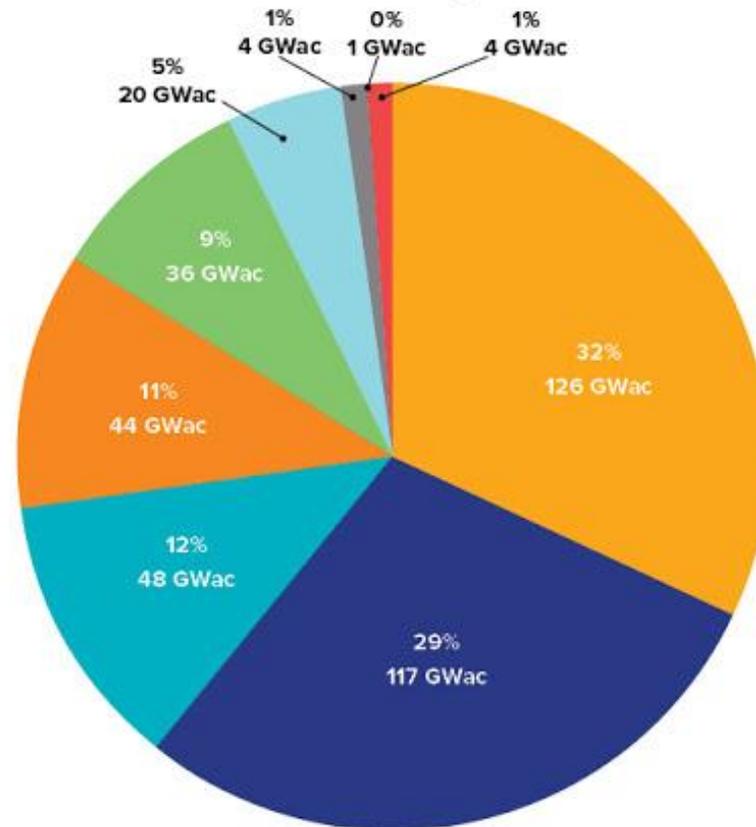
Matriz energética global 1970-2017 e projeção até 2050



Source: Bloomberg NEF, IEA <https://cleantechnica.com/2018/06/21/wind-solar-to-achieve-50-by-2050-as-coal-shrinks-to-11-predicts-bnef/>

# MERCADO ATUAL DE ENERGIA ELÉTRICA

MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA – PROJEÇÃO PARA 2040 (400.0 GWac)

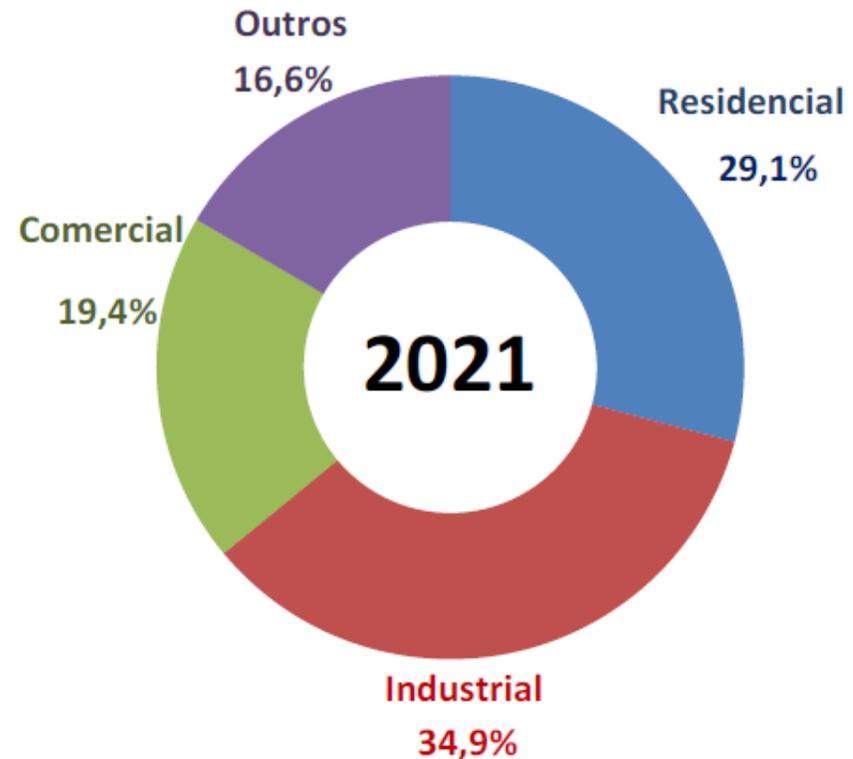
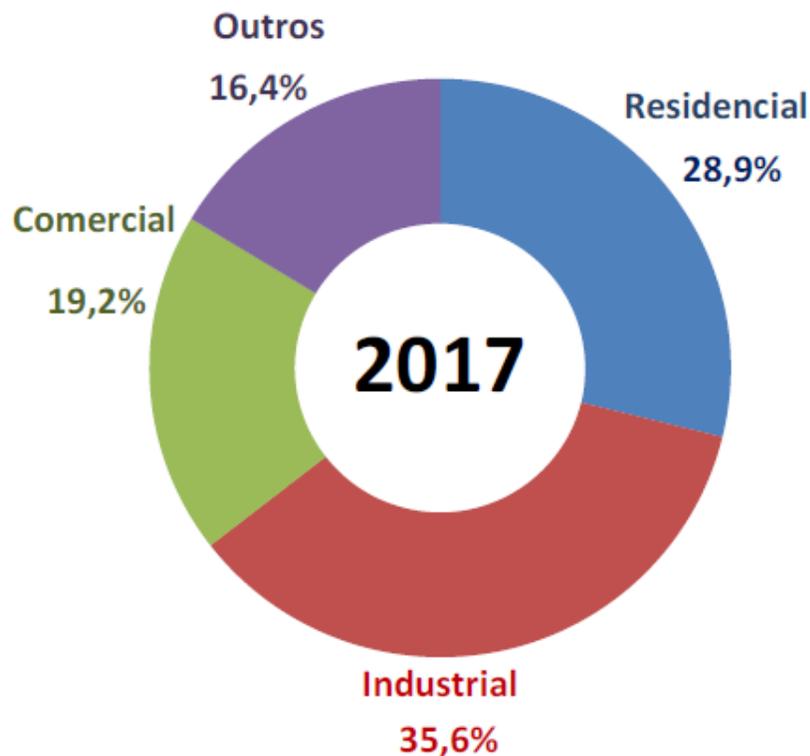


Fonte: BNEF, 2018b (ADAPTADO POR CELA - CLEAN ENERGY LATIN AMERICA)

- Solar
- Capacidade Flexível
- Carvão
- Hídrica
- Biomassa
- Nuclear
- Eólica
- Gás Natural
- Óleo

# MERCADO ATUAL DE ENERGIA ELÉTRICA

Gráfico 4. SIN. Estrutura do consumo por classe (%)

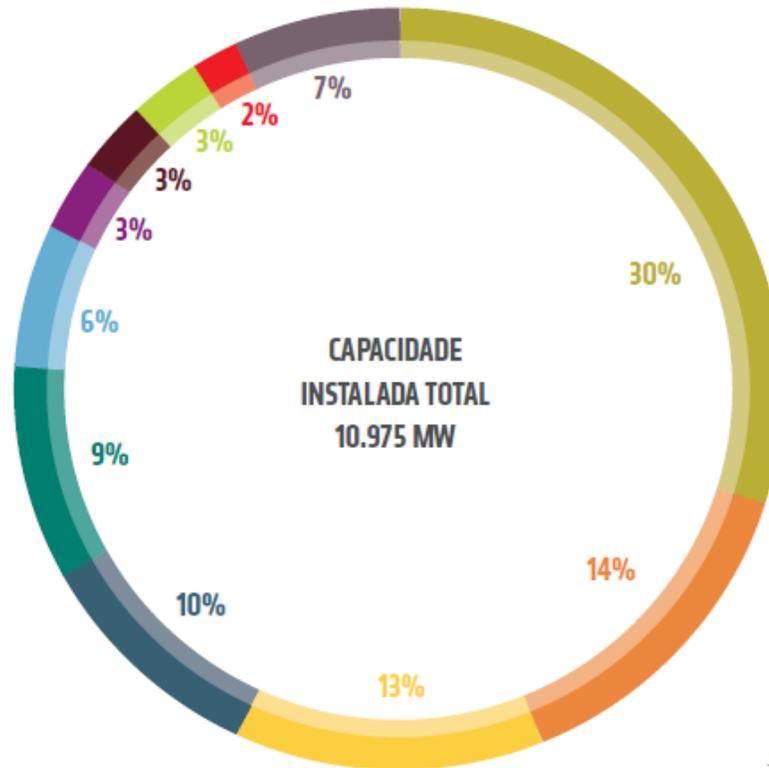


Fonte: ONS

Fonte: EPE.

# MERCADO ATUAL DE ENERGIA ELÉTRICA

## DIVISÃO DO MERCADO EUROPEU DURANTE ANO DE 2013



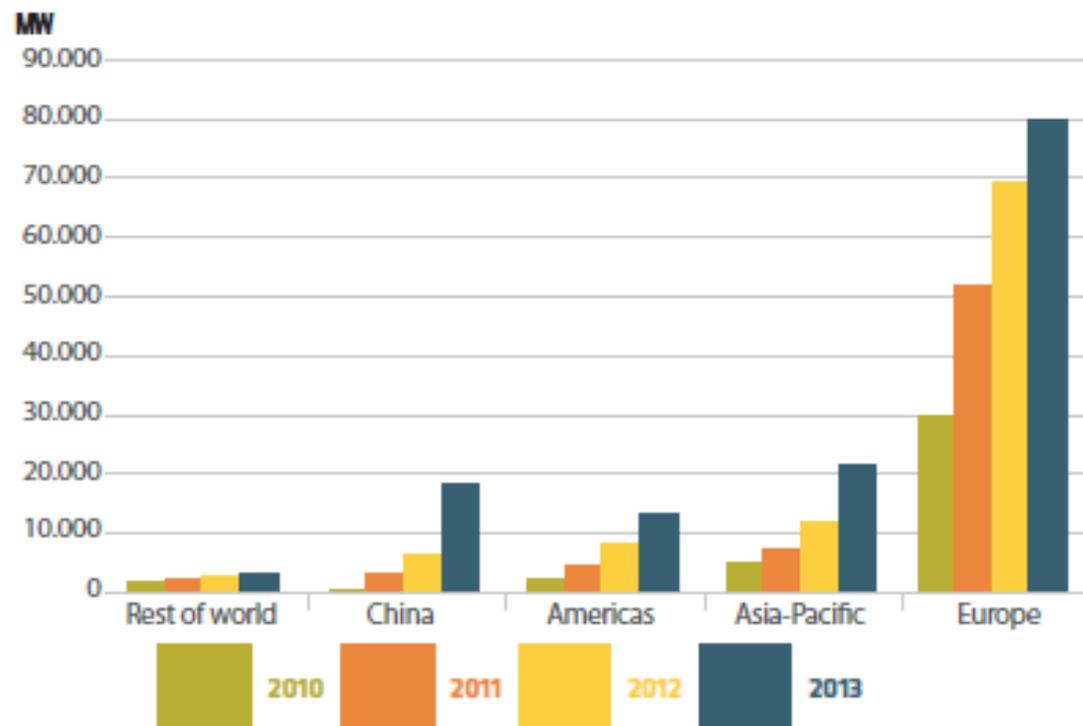
ESF INSTALADA NA EUROPA EM 2013	(MW)
ALEMANHA	3.304
REINO UNIDO	1.546
ITÁLIA	1.448
ROMÊNIA	1.100
GRÉCIA	1.043
FRANÇA	613
HOLANDA	305
SUIÇA	300
UCRÂNIA	290
AUSTRIA	250
DEMAIS	771

Fonte: EPIA - Global Market outlook for Fotovoltaics - 2014 - 2018

<sup>2</sup> Serviço no qual a energia elétrica gerada por um consumidor de eletricidade, a partir de produção local própria, e entregue às instalações das concessionárias locais pode ser utilizada para abater da energia faturada pela concessionária sob a forma de compensação.

# MERCADO ATUAL DE ENERGIA ELÉTRICA

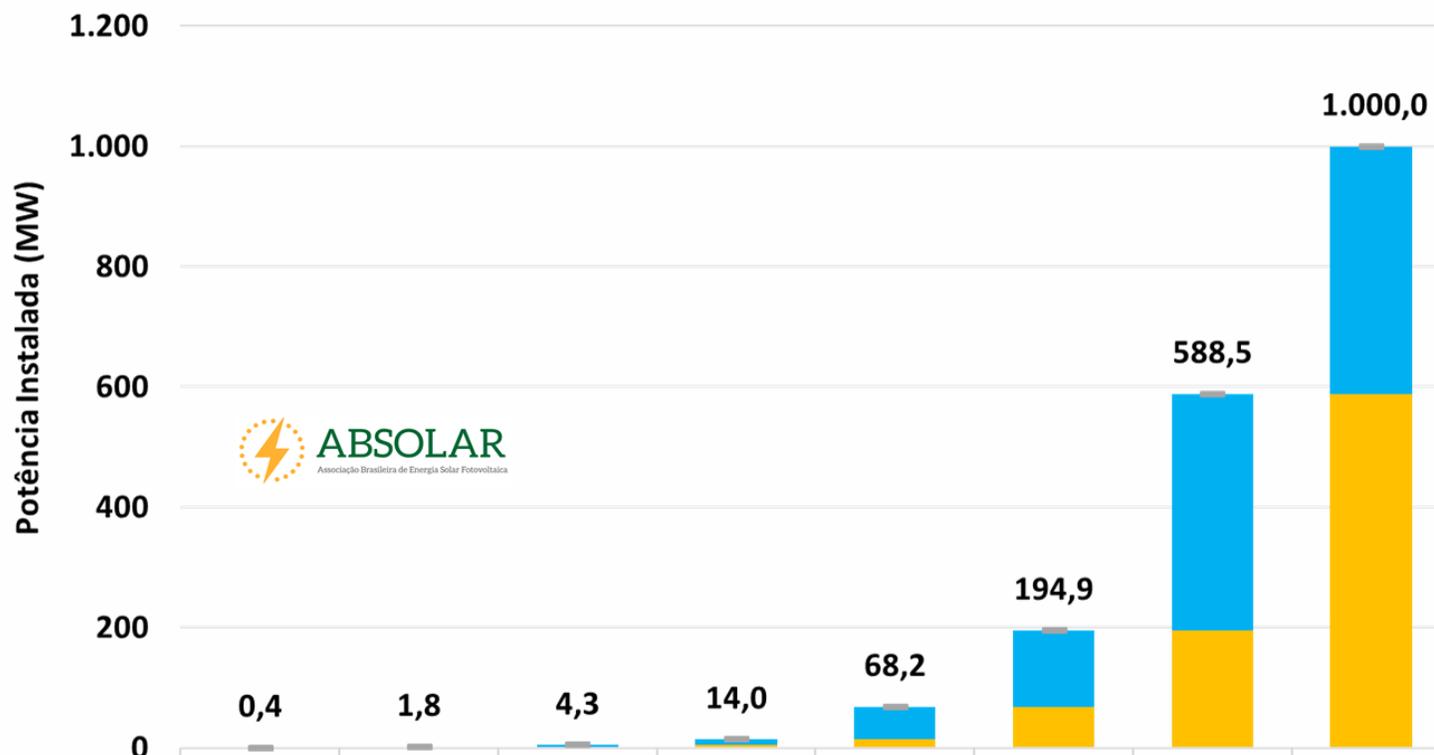
## EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE MUNDIAL INSTALADA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA



Fonte: European Photovoltaic Industry Association - EPIA

# MERCADO ATUAL DE ENERGIA ELÉTRICA

Potência Instalada (MW) de Geração Distribuída Solar Fotovoltaica no Brasil



	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	06/2019
■ Potência Instalada no Ano (MW)	0,4	1,4	2,5	9,7	54,2	126,7	393,6	411,4
■ Potência Instalada Acumulada (MW)	0,0	0,4	1,8	4,3	14,0	68,2	194,9	588,5
— Total	0,4	1,8	4,3	14,0	68,2	194,9	588,5	1.000,0

# MERCADO ATUAL DE ENERGIA ELÉTRICA

## O Mercado Fotovoltaico no Mundo

O Brasil instalou 1,2 GW em 2018, totalizando 2,4 GW de capacidade instalada acumulada.



Quais países investiram mais em energia solar fotovoltaica em 2018?

	1º China	45,0 GW
	2º Índia	10,8 GW
	3º USA	10,6 GW
	4º Japão	6,5 GW
	5º Austrália	3,8 GW
	6º Alemanha	3,0 GW
	7º México	2,7 GW
	8º Coreia do Sul	2,0 GW
	9º Turquia	1,6 GW
	10º Holanda	1,3 GW

Quais países lideram o mundo em potência acumulada?

	1º China	176,1 GW
	2º EUA	62,2 GW
	3º Japão	56,0 GW
	4º Alemanha	45,4 GW
	5º Índia	32,9 GW
	6º Itália	20,1 GW
	7º Reino Unido	13,0 GW
	8º Austrália	11,3 GW
	9º França	9,0 GW
	10º Coreia do Sul	7,9 GW

# MERCADO ATUAL DE ENERGIA ELÉTRICA

## Geração Distribuída

### Ranking Estadual

Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2019.



# MERCADO ATUAL DE ENERGIA ELÉTRICA

## Ranking Municipal

Fonte: ANEEL/ABSOLAR, 2019.

Potência Instalada (MW) (%)



# MERCADO ATUAL DE ENERGIA ELÉTRICA

Qual a Potência Instalada Solar Fotovoltaica no Brasil?

Geração Centralizada  
2.267,6 MW

+

Micro e Minigeração Distribuída  
1.213,8 MW

=

Potência Operacional Total  
3.481,4 MW

# GERAÇÃO DISTRIBUÍDA



## O que é Geração Distribuída?

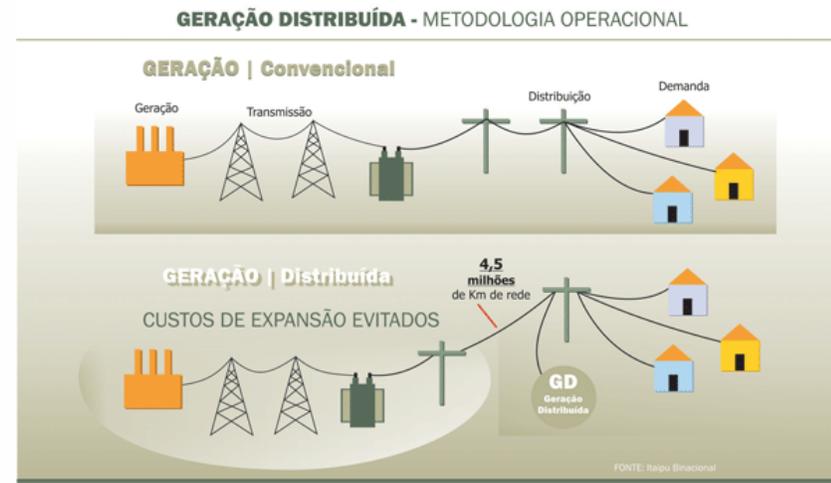
- Geração Distribuída (GD) é uma expressão usada para designar a geração elétrica realizada junto ou próxima do(s) consumidor(es) independente da potência, tecnologia e fonte de energia.



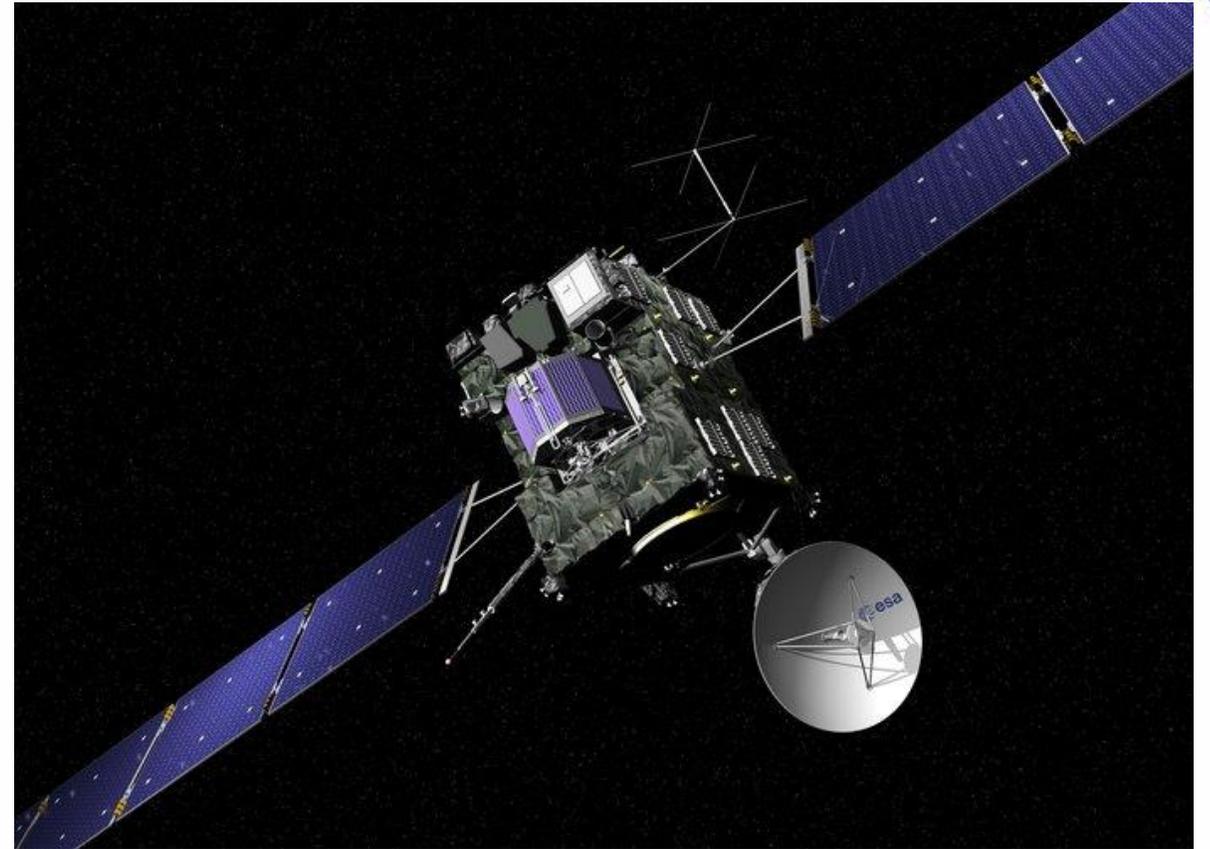
# GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

## Vantagens

- Economia dos investimentos em transmissão;
- Redução das perdas nas redes;
- Melhoria da qualidade do serviço de energia elétrica.



# APLICAÇÕES – Satélites



# APLICAÇÕES – Bombas de Água



# APLICAÇÕES – Irrigação



# APLICAÇÕES – Aviões



# APLICAÇÕES – Navios



# APLICAÇÕES – Estacionamentos



# APLICAÇÕES – Carros



Ford C-Max Solar Energi concept

# APLICAÇÕES – Bicicletas



# APLICAÇÕES – Antenas e Monitoramento



# APLICAÇÕES – Iluminação Pública



# APLICAÇÕES – Diversos



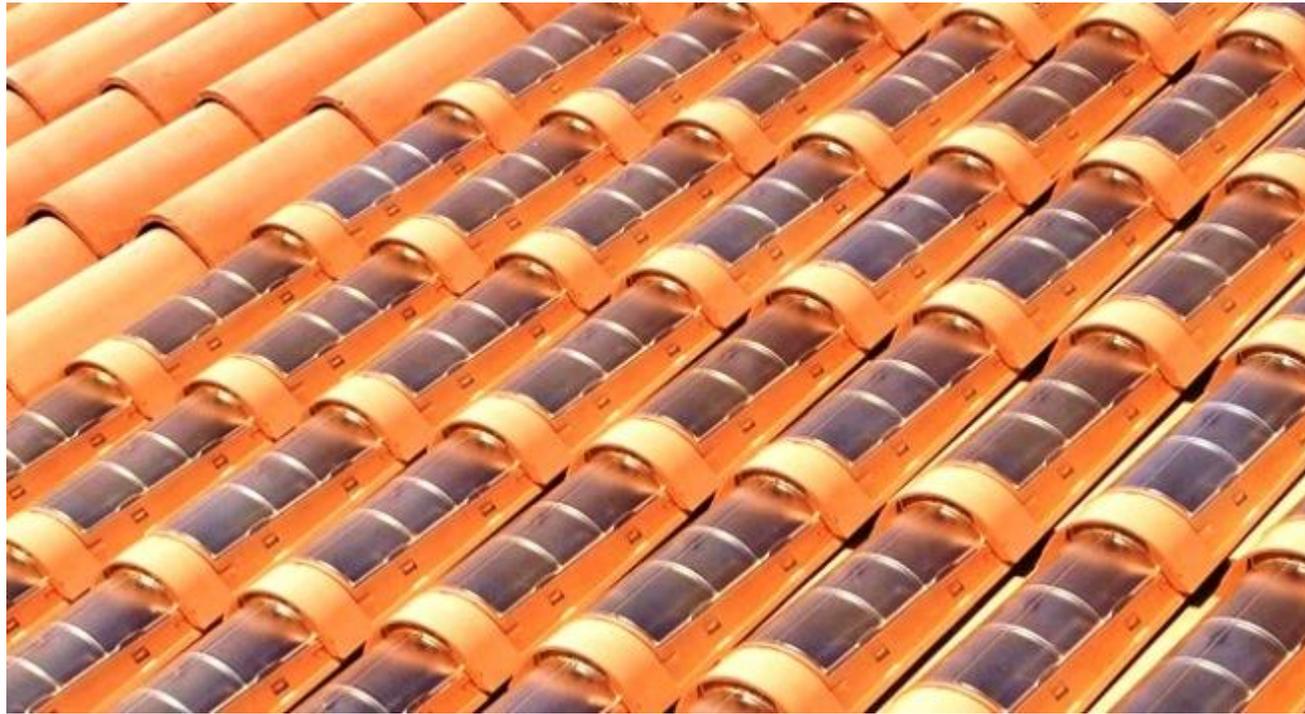
# APLICAÇÕES – Diversos



# APLICAÇÕES – Vidros Fotovoltaicos



# APLICAÇÕES – Telhado Fotovoltaico



# APLICAÇÕES – Residências



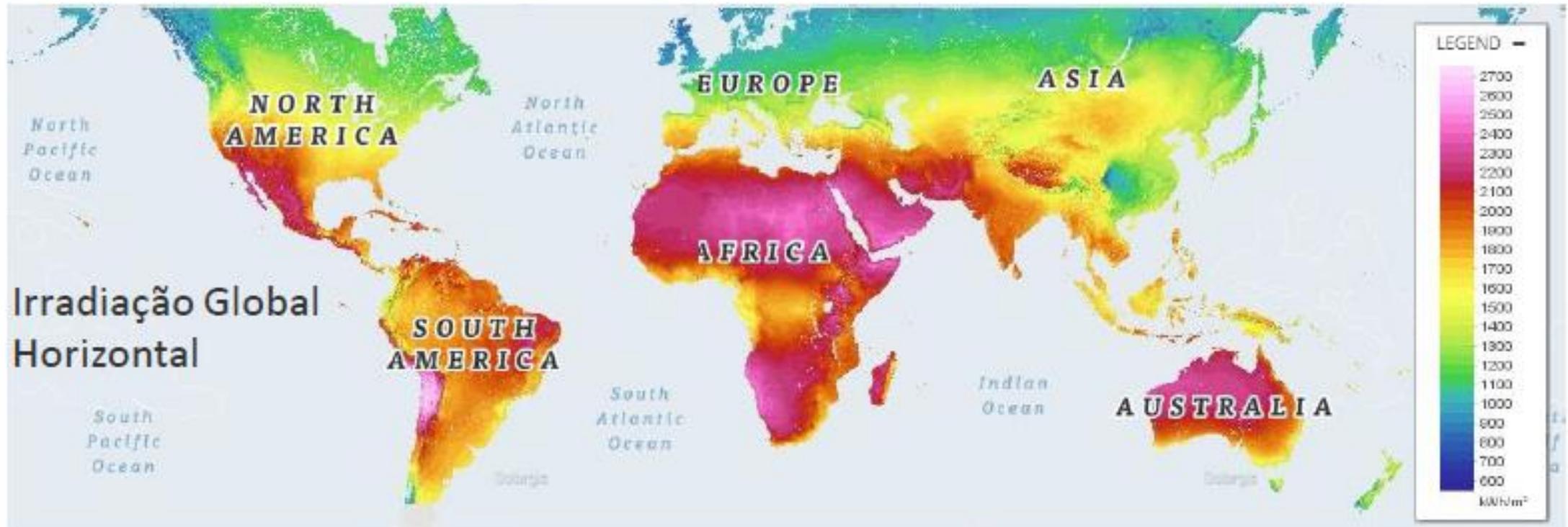
# HISTÓRICO

- **1839** - Becquerel descobre o efeito fotovoltaico num eletrólito
- 1876 - Adams descobre o efeito FV num semicondutor
- 1930 - Shottky estabelece a teoria do efeito fotovoltaico
- 1954 - Pearson, Fuller e Chapin - Primeira célula FV prática (mono-Silício)
- **1958** - Primeiras células FV para alimentar um satélite (Vanguard I)

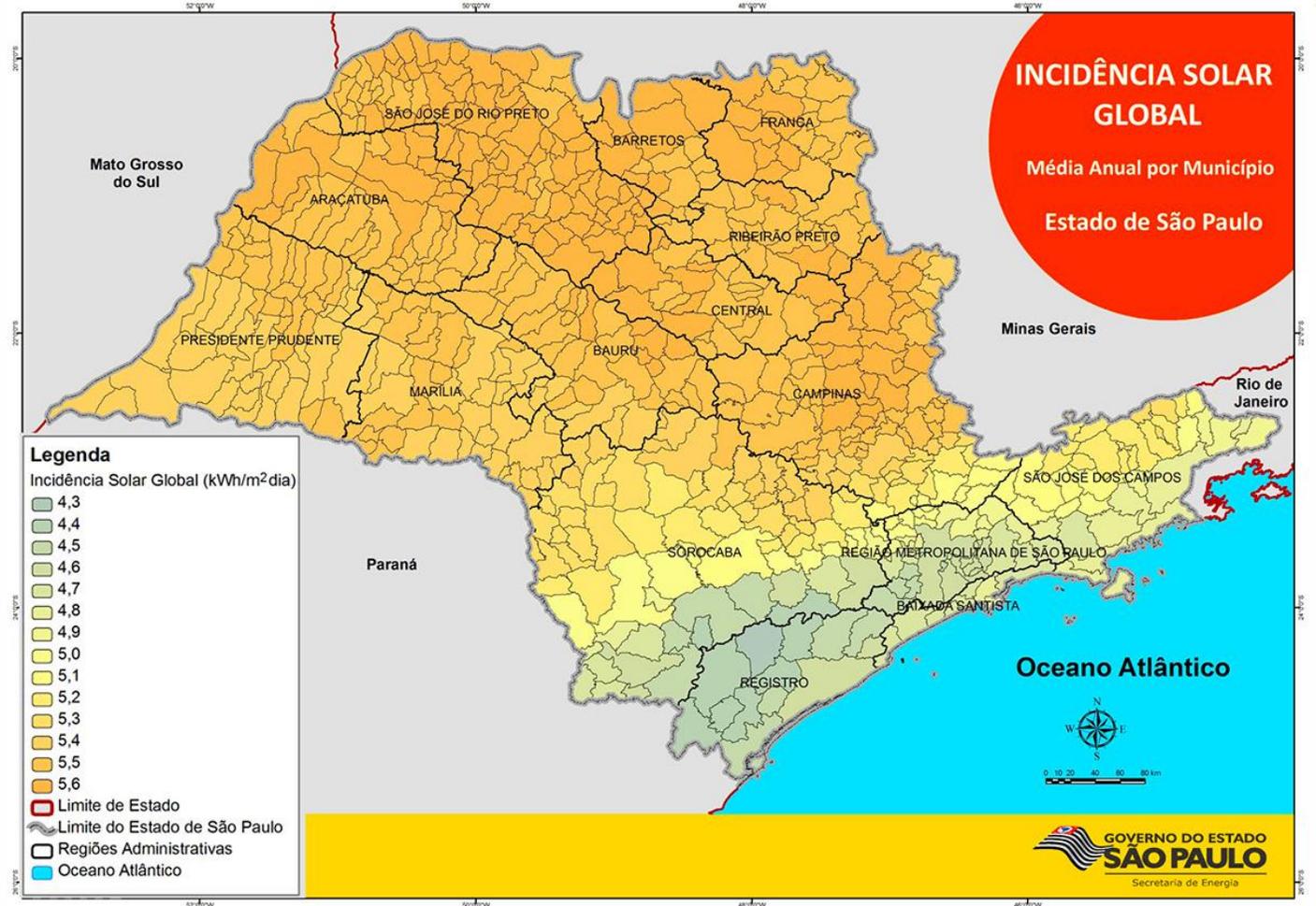
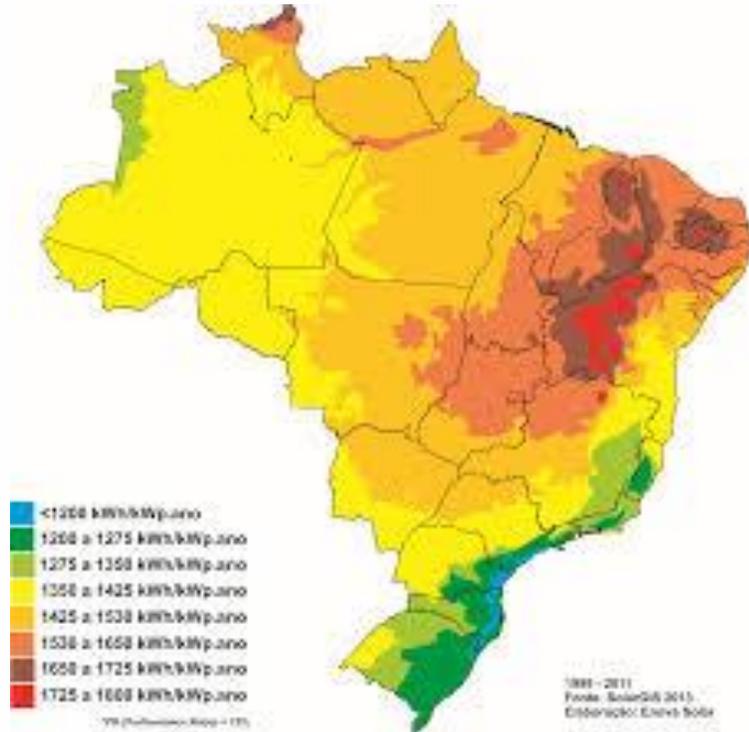
# HISTÓRICO

- **Década de 90** - utilização de tecnologia FV para eletrificação rural na maioria dos países em desenvolvimento
- 1992 - início das atividades do CEPEL na área de energia fotovoltaica; convênio CEPEL/NREL (US DoE) para eletrificação rural em vários estados
- 1995 - início do trabalho conjunto do CEPEL com o MME/DNDE no PRODEEM
- **1996** - produção anual mundial de 80MWp de células fotovoltaicas

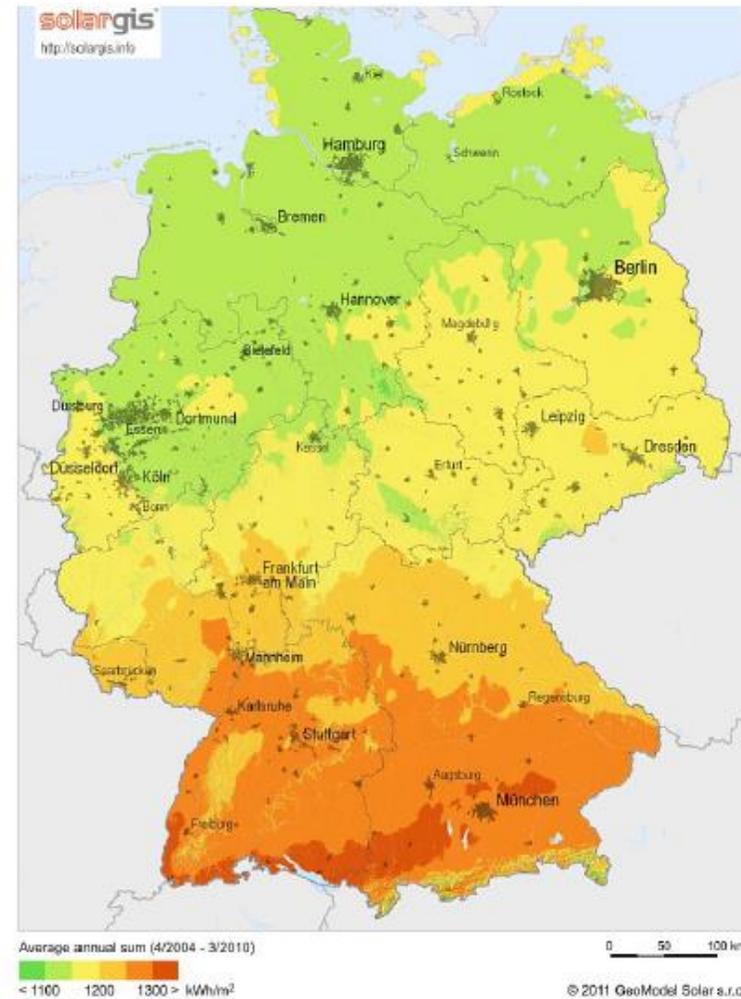
# MAPA SOLARIMÉTRICO



# MAPA SOLARIMÉTRICO



# BRASIL X ALEMANHA



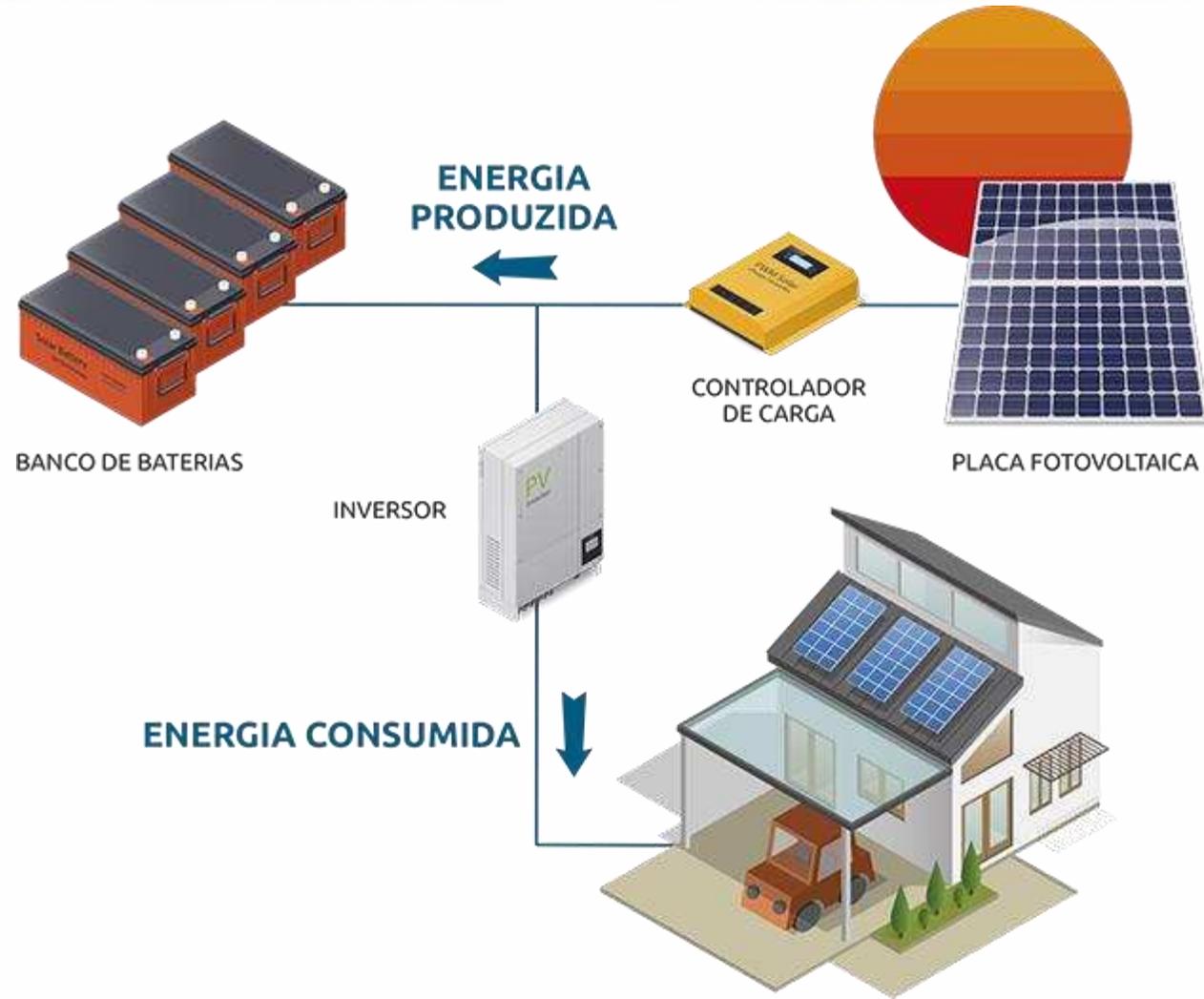
# TIPOS DE SISTEMAS

- **SISTEMAS ISOLADOS (OFFGRID)**
- **SISTEMAS CONECTADOS À REDE (ONGRID)**
- **SISTEMAS HIBRIDOS**
- **USINAS FV**

# TIPOS DE SISTEMAS - OFFGRID

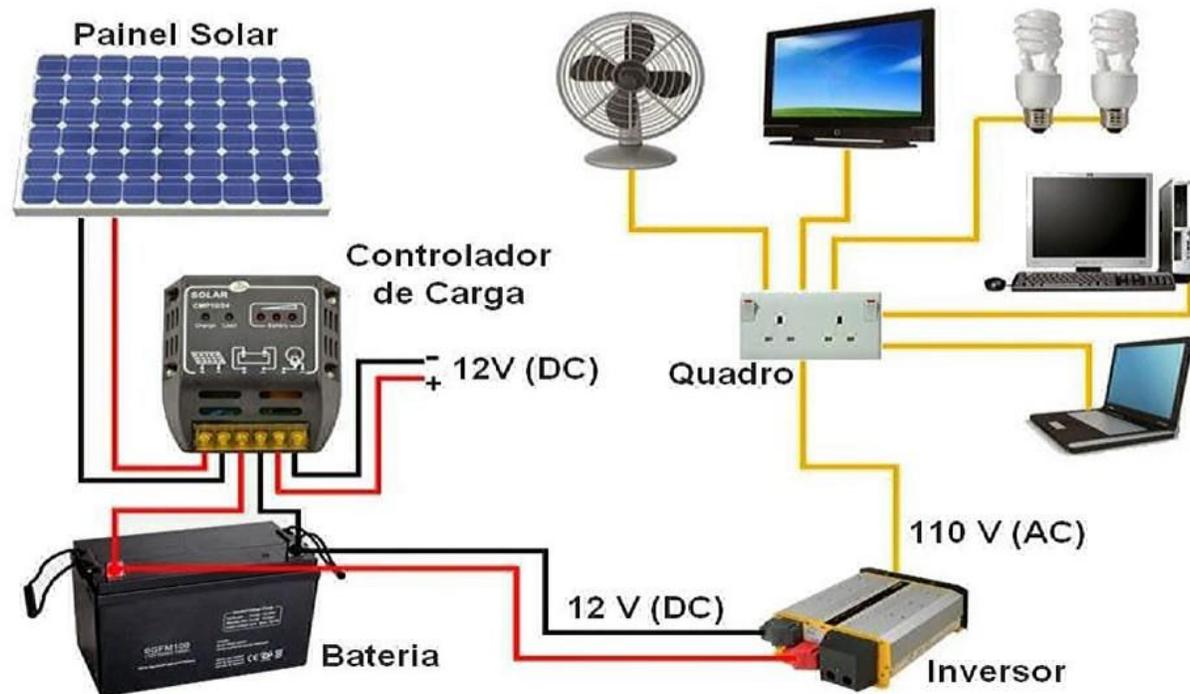
- **Sistemas isolados, em geral, utiliza-se alguma forma de armazenamento de energia.**
  - Bateria
  - Gravitacional (necessita de bomba para armazenamento)
- **Também podem ser consumidas enquanto estão gerando energia**

# TIPOS DE SISTEMAS - OFFGRID



# TIPOS DE SISTEMAS - OFFGRID

## SISTEMA OFF-GRID



# TIPOS DE SISTEMAS - ONGRID

- Estes sistemas utilizam grandes números de painéis fotovoltaicos, e não utilizam armazenamento de energia pois toda a geração é entregue diretamente na rede.

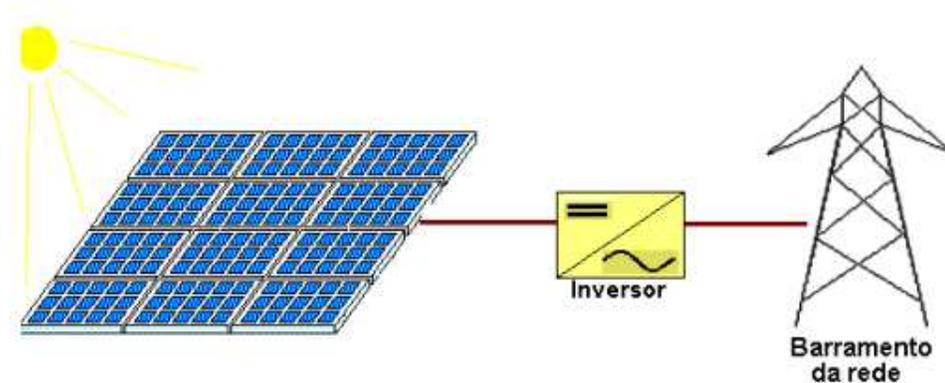
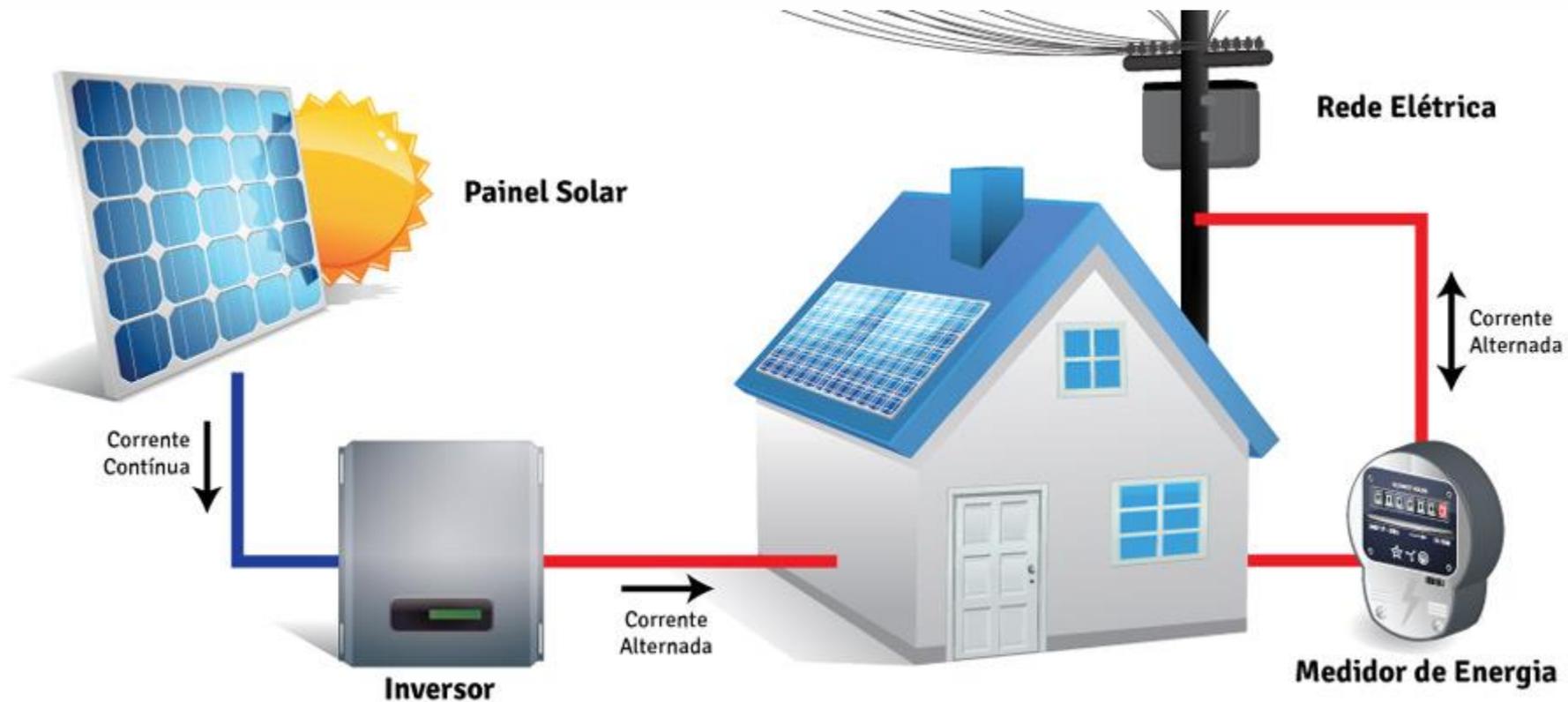
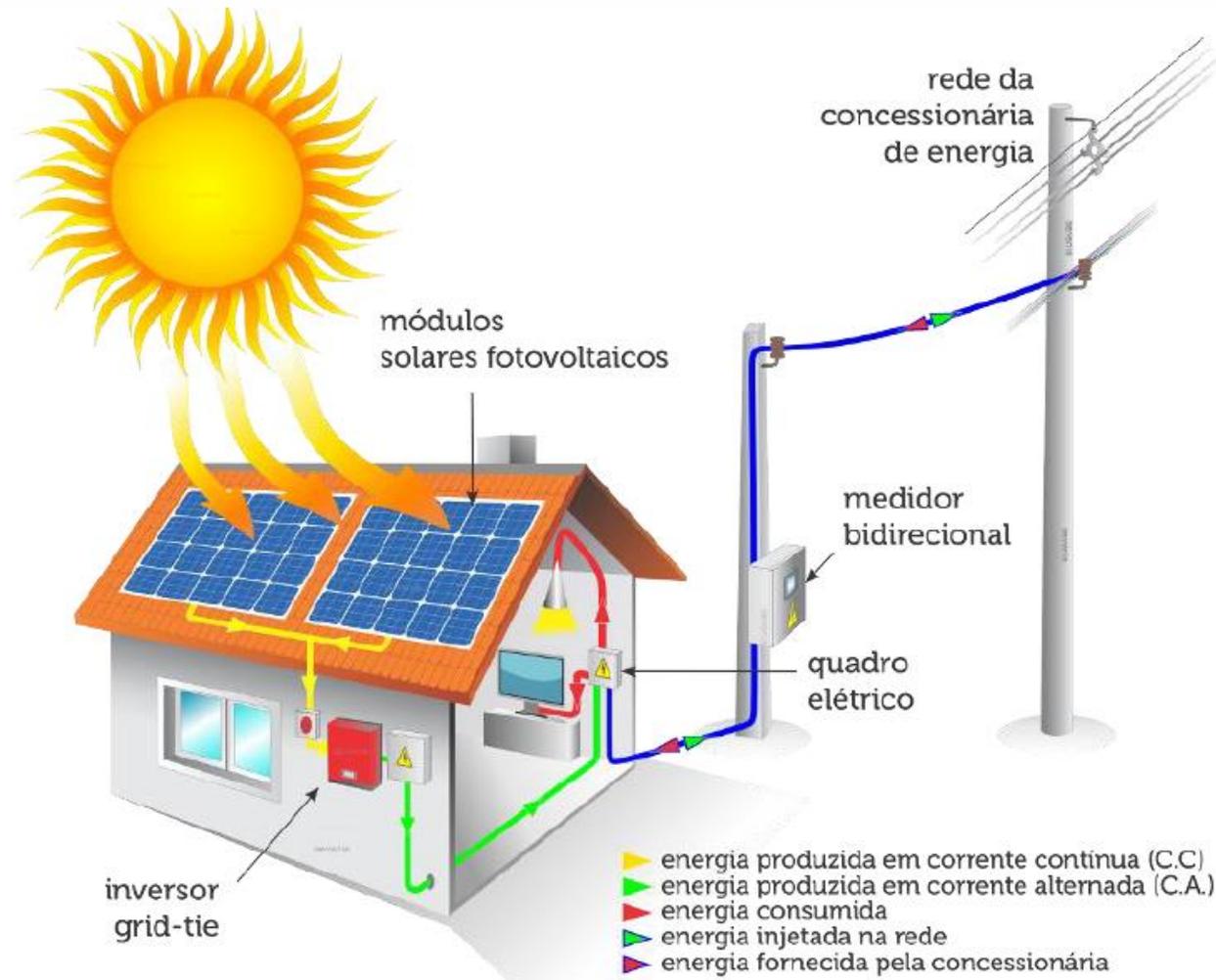


Figura 6.4 - Sistema conectado à rede.

# TIPOS DE SISTEMAS - ONGRID



# TIPOS DE SISTEMAS - ONGRID

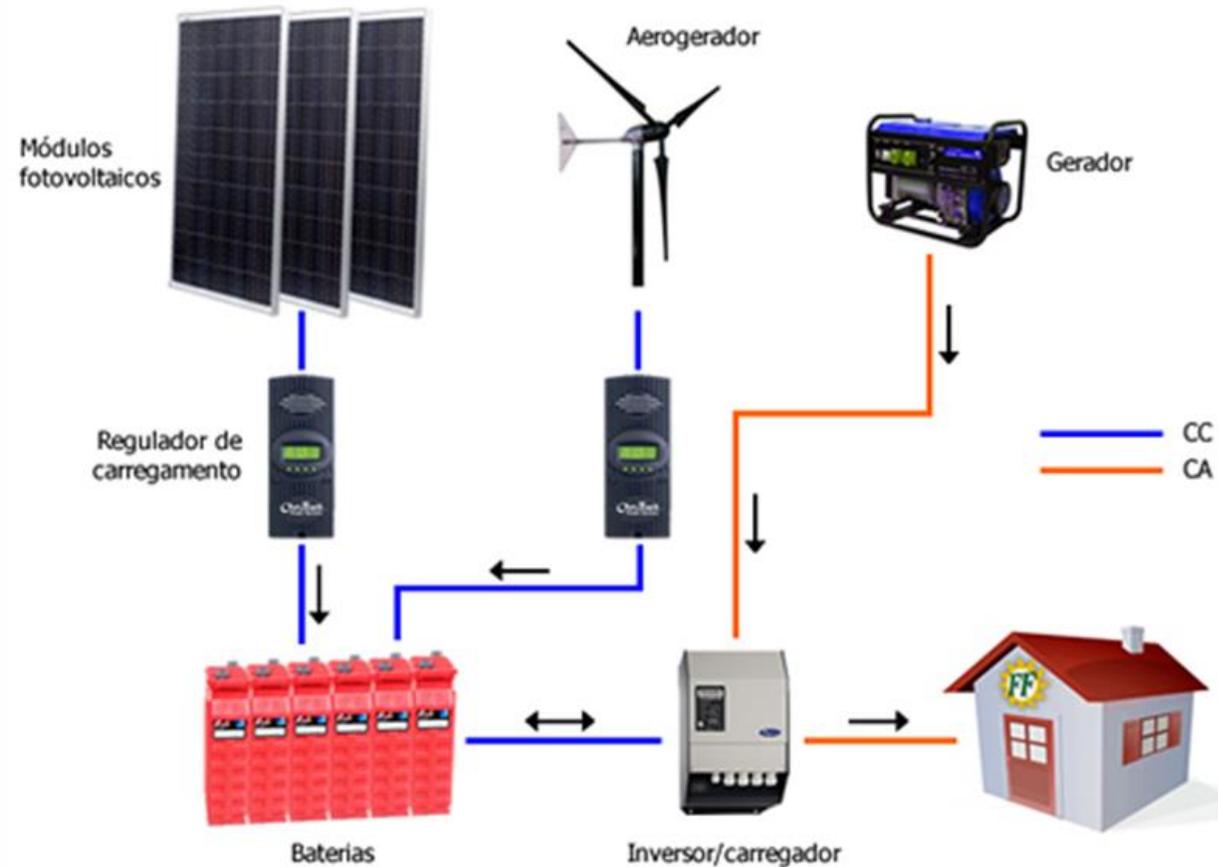


# TIPOS DE SISTEMAS - HIBRIDO

- **Sistemas híbridos são aqueles que, desconectado da rede convencional, apresenta várias fontes de geração de energia como por exemplo: turbinas eólicas, geração diesel, módulos fotovoltaicos entre outras.**



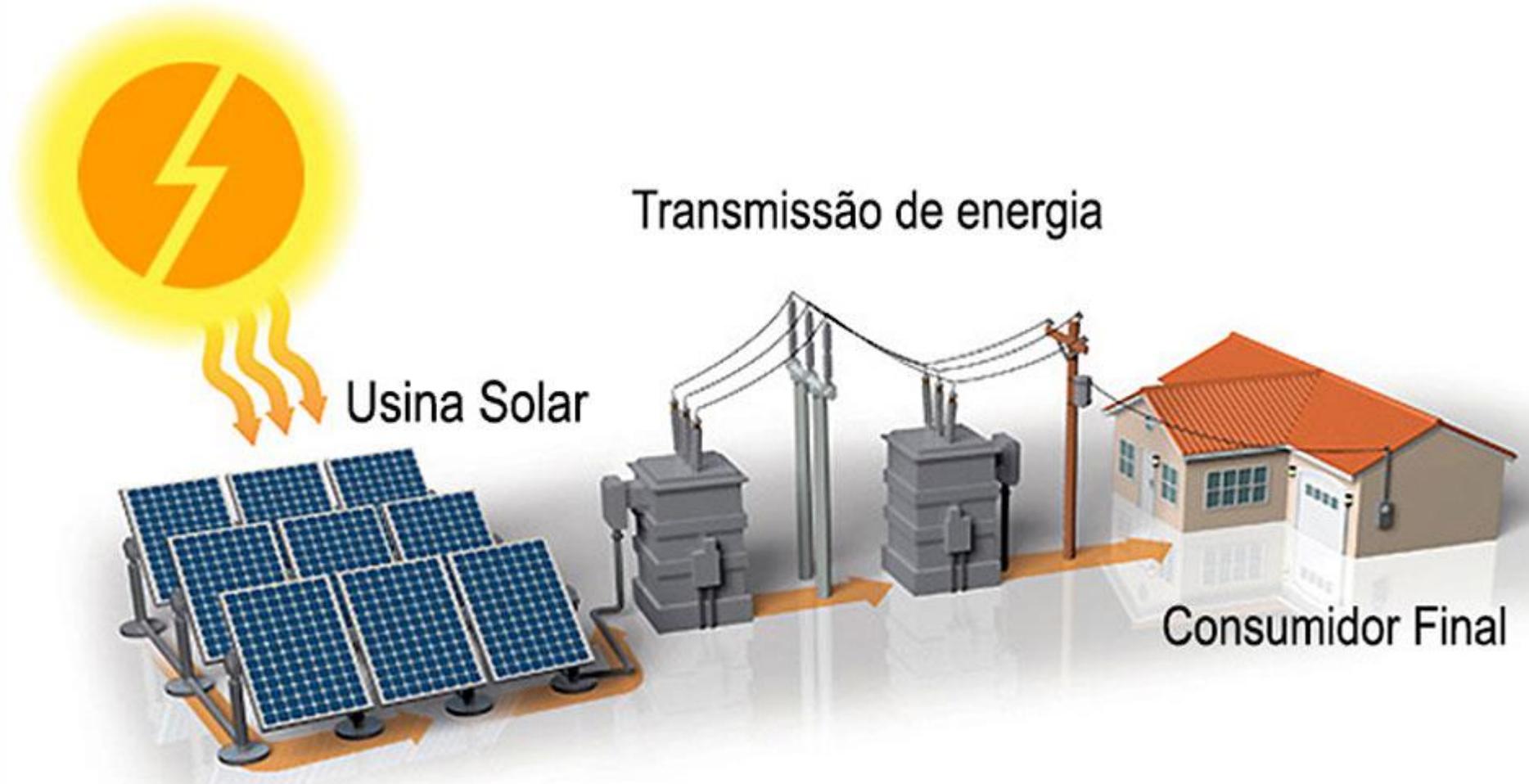
# TIPOS DE SISTEMAS - HIBRIDO



# TIPOS DE SISTEMAS – USINA FV

- A usina solar, também conhecida como parque solar, é um sistema fotovoltaico de grande porte (sistema FV) projetado para a produção e venda de energia elétrica.
- As usinas de energia solar se diferenciam dos sistemas fotovoltaicos instalados em casas e indústrias pois elas fornece energia em alta tensão para fins de distribuição e não para o autoconsumo.
- Aumento expressivo de leilões no Brasil desde 2015.

# TIPOS DE SISTEMAS – USINA FV





## TIPOS DE SISTEMAS – USINA FV

---

- O parque solar Tengger, localizado em Zhongwei, na China, é atualmente a maior usina fotovoltaica do mundo em termos de tamanho e produção. Apelidada de “Grande Muralha Solar” (tradução livre), em alusão à Grande Muralha da China. Abrange 1.200km dos 36.700km do deserto de Tengger, ocupando 3,2% da região, o que equivale uma área 200 vezes maior que o Estádio do Maracanã.
- ⚡ Potência: 1.547 megawatts
- 🌐 Localização: China

# USINAS SOLARES - BRASIL

Estado	Ponto de Conexão com a Rede Básica	Potência Instalada (MW)	Geração Verificada (MWmed)	Fator de Capacidade Médio (%)
BA	Bom Jesus da Lapa - 230 kV	60,00	16,91	28,19%
BA	Bom Jesus da Lapa - 69 kV	154,00	43,60	28,31%
BA	Juazeiro II - 230 kV	120,00	34,42	28,69%
BA	Tabocas - 230 kV	273,40	70,90	25,93%
CE	Quixerê - 230 kV	132,00	32,19	24,38%
PB	Coremas - 230 kV	54,00	14,10	26,12%
PE	Tacarutu - 230 kV	10,00	1,92	19,21%
PI	São João do Piauí - 500 kV	210,00	25,22	12,01%
RN	Açú II - 138 kV	30,00	7,84	26,15%
RN	Mossoró II - 230 kV	86,00	20,84	24,23%
MG	Pirapora 2 - 138 kV	321,00	80,94	25,22%
SP	Getulina - 138 kV	150,00	21,91	14,61%
SIN		1.600,40	370,82	23,17%

# LEGISLAÇÃO

## RESOLUÇÃO NORMATIVA 482/2012 - ANEEL

- Estabelecer as **condições gerais para o acesso** de microgeração e minigeração distribuídas aos **sistemas de distribuição de energia elétrica** e o sistema de **compensação de energia elétrica**.

# LEGISLAÇÃO

## Acesso à Rede Elétrica

A **RESOLUÇÃO NORMATIVA 482/2012** alterou o módulo 3 do Procedimento de Distribuição (PRODIST) da Aneel através da inclusão da seção 3.7, que trata exclusivamente do acesso a mini e micro gerações distribuídas.

**Este documento é utilizado como referência pelas concessionárias para a elaboração de suas normas técnicas a respeito do tema.**

# LEGISLAÇÃO

## Sistema de Compensação

**TARIFA FEED-IN** : Uma tarifa Feed-in é uma estrutura para incentivar a adoção de energias renováveis através de legislações. Neste sistema, as concessionárias regionais e nacionais são obrigadas a comprar eletricidade renovável em valores acima do mercado estabelecidos pelo governo;

**TARIFA NET METERING**: Política de incentivo que permite ao proprietário do injetar na rede elétrica a energia que não é consumida. Quando isto ocorre, o medidor gira no sentido inverso, fornecendo créditos ao consumidor pela energia que ele está colocando na rede. O crédito será convertido em um desconto na conta de eletricidade utilizada.

Atualmente o Brasil adota o sistema de tarifa **NET METERING**, conforme estabelecido pela RN-482/2012.

# LEGISLAÇÃO

## Sistema de Compensação

Nos momentos em que a central não gera energia suficiente para abastecer a unidade consumidora, a rede da distribuidora local suprirá a diferença. Nesse caso será utilizado o crédito de energia ou, caso não haja, o consumidor pagará a diferença.

Quando a unidade consumidora não utiliza toda a energia gerada pela central, ela é injetada na rede da distribuidora local, gerando crédito de energia

**Grupo A:** paga apenas a parcela referente à demanda.

**Grupo B:** paga apenas o custo de disponibilidade.



# LEGISLAÇÃO

## Sistema de Compensação

Deverá ser cobrado, no mínimo, o custo de disponibilidade;

Os créditos gerados pela unidade consumidora devem ser consumidos em um prazo de até 36\* meses.

# LEGISLAÇÃO

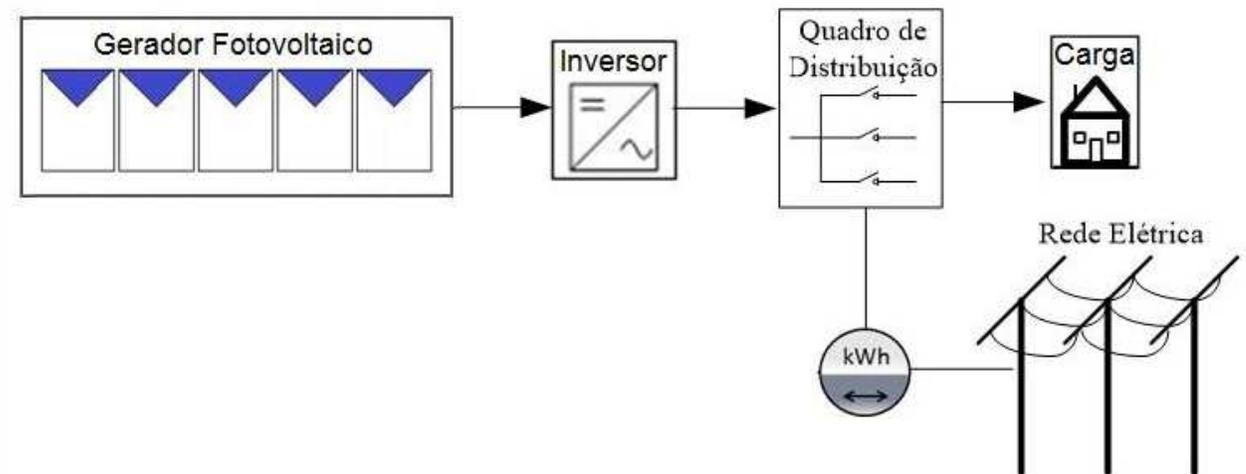
## Prazo\*

ETAPA	PRAZO
Solicitação de acesso	-
Emitir Parecer de acesso	30 dias
Realização da vistoria	30 dias
Entrega do relatório de vistoria	15 dias
Aprovação do ponto de conexão	7 dias
PRAZO TOTAL (*)	82 dias

# LEGISLAÇÃO

## Sistema Bidirecional

Os sistemas de medição devem atender às mesmas especificações exigidas para unidade consumidoras conectadas no mesmo nível de tensão da central geradora;



# LEGISLAÇÃO

## Medidor\*

- Os **CUSTO** relativos às adequações necessárias ao sistema de medição correm por **CONTA DO CONSUMIDOR**;
- Após a adequação, contudo, será da distribuidora a responsabilidade pela sua operação e manutenção, inclusive de eventuais custos de substituição ou adequação.



# LEGISLAÇÃO

A Nota técnica 0017/2015 apresentou mudanças no PRODIST e RN-482/2012 com a finalidade de:

- Permitir que consumidores localizados em áreas contíguas (**condomínios residenciais e comerciais**) possam participar do sistema de compensação;
- Melhorar as informações constantes das faturas de energia para os consumidores;
- **Não cobrar o custo de adequação** da medição;
- Adequar os prazos, ou seja, **minimizar os prazos** atualmente estabelecidos no PRODIST;
- Facilitar o procedimento para o acesso, ou seja, reduzir a burocracia da atual revisão do PRODIST;
- **Acelerar a adoção da micro e mini gerações distribuídas no país.**

# LEGISLAÇÃO - APRIMORAMENTOS

- Ampliação da minigeração de 1MW para 5MW
- Ampliação da duração dos créditos de 3 anos para 5 anos
- Eliminação de custos de aquisição de medidores
- Redução de tempo de tramitação de pedidos de 82 para 34 dias
- Formulários padronizados em todo o país para reduzir burocracia
- Sistema de submissão de pedidos online a partir de 2017
- Geração distribuída em condomínios
- Auto-consumo remoto: geração em uma unidade, consumo em outra unidade do mesmo titular
- Geração compartilhada: grupo de consumidores proprietários de uma única unidade de geração (cotas)

**Brasil se tornou referência INTERNACIONAL em regulamentação para geração distribuída**

# CASE/INVESTIMENTOS

## Consumidor Comercial (Padaria)

Sistema Bifásico

Consumo de 1700 kWh/Mês → R\$ 1.054,00 (R\$ 0,62 kWh)

Sistema de 11,43 kWp (1 Inversor + 44 Placas Fotovoltaicas + Acessórios)

**Custo aproximadamente R\$ 54.000,00**

Tempo de retorno do investimento é de 4,5 anos

# CASE/INVESTIMENTOS

## Consumidor Residencial

Sistema Bifásico

Consumo de 400 kWh/Mês → R\$ 300,00

Sistema de 3,0 kWp (1 Inversor + 10 Placas Fotovoltaicas + Acessórios)

**Custo aproximadamente R\$ 14.000,00**

Tempo de retorno do investimento é de 4,5 anos

# CASE/INVESTIMENTOS

## Consumidor Usina (Tratamento de Esgoto)

Sistema Trifásico

Consumo de R\$ 52.000,00 (R\$ 0,36 kWh)

Sistema de 419 kWp (6 Inversor + 1584 Placas Fotovoltaicas + Acessórios)

**Custo aproximadamente R\$ 2.600.000,00**

Tempo de retorno do investimento é de 12 a 15 anos

# CUSTO MÉDIO

## PAINEL FOTOVOLTAICO

R\$ 2,20 a 2,50 por Wp

## INVERSOR

R\$ 2,50 a 3,00 por W → <2kW

R\$ 1,30 a 1,60 por W → <5kW

R\$ 1,00 a 1,50 por W → <10kW

## ESTRUTURA DE FIXAÇÃO

Telhado metálico/Fibrocimento → R\$ 120 por painel

Telhado Cerâmico → R\$ 150 por painel

Laje → R\$ 200 por painel

## EXERCÍCIO 1

Calcule o valor de sistema fotovoltaico pra uma residência, com telhado cerâmico, que necessita de um sistema de 4,5 kWp? (Obs: Painel de 300Wp e utilize os menores valores mencionados ao lado)

### RESULTADO

Painel: R\$ 9.900,00

Inversor: R\$ 5.850,00

Estrutura: R\$ 2.250,00

Total: R\$ 18.000,00

# CUSTO MÉDIO

## PAINEL FOTOVOLTAICO

R\$ 2,20 a 2,50 por Wp

## INVERSOR

R\$ 2,50 a 3,00 por W → <2kW

R\$ 1,30 a 1,60 por W → <5kW

R\$ 1,00 a 1,50 por W → <10kW

## ESTRUTURA DE FIXAÇÃO

Telhado metálico/Fibrocimento → R\$ 120 por painel

Telhado Cerâmico → R\$ 150 por painel

Laje → R\$ 200 por painel

## EXERCÍCIO 2

Calcule o valor de sistema fotovoltaico pra um comércio, com telhado metálico, que necessita de um sistema de 9 kWp? (Obs: Painel de 330Wp e utilize os menores valores mencionados ao lado)

### RESULTADO

Painel: R\$ 19.800,00

Inversor: R\$ 9.000,00

Estrutura: R\$ 3.360,00

**Total: R\$ 32.160,00**

# GARANTIAS

## PLACAS FOTOVOLTAICAS

25 anos com 100%\* de aproveitamento

Estimativa de perda de 20% a cada 5 anos

Existem placas no espaço que estão gerando a mais de 60 anos

## INVERSORES

5, 10 e até 15 anos (depende do fabricante)

# FINANCIAMENTOS

## ATUALMENTE

Dificuldade de acesso a créditos por PF ou PJ

Linhas de financiamentos não estão alinhadas com as necessidades dos projetos necessários para os clientes, inviabilizando as contratações e reduzindo a competitividade

## TENDÊNCIAS

Criação de linhas específicas de créditos para PF e PJ

Criação de linhas específicas para projeto, instalação, operação e manutenção  
BNDES para edifícios públicos (escolas, postos de saúde, prefeituras, etc...)

# FINANCIAMENTOS

## PRONAF Mais Alimentos

Financiamento para gerações renováveis de energia

Até 100% do projeto

Taxas de juros: 2,5 a 5,5% a.a.

Prazo de amortização: até 10 anos, com 3 anos de carência

## Banco do Nordeste

Financiamento de até 100% do projeto

Taxas de juros: 6,5 a 11% a.a.

Prazo de amortização: até 12 anos, com 1 anos de carência

Sistema Fotovoltaico usado como garantia financeira

# Fontes de FINANCIAMENTO PESSOA FÍSICA

				
<b>Nome da Linha</b>	CDC Eficiência Energética de Equipamentos	BB Crédito Material de Construção.	Construcard Caixa	Leasing Ambiental
<b>Limites</b>	Conforme análise de crédito	De R\$ 70,00 a R\$ 50.000,00	Entre R\$ 1.000,00 e R\$ 180.000,00.	Com 30% entrada limitada até R\$ 500.000,00
<b>Quem pode solicitar</b>	Correntista e não correntista	Correntistas do Banco do Brasil	Correntistas da Caixa Econômica Federal, maiores de 18 anos ou emancipados.	Correntista e não correntista com abertura de conta necessária
<b>Taxa de juros</b>	De 1,5% a 1.8% a.m.	de 1,61% a 2,10% a.m.	de 1,50% a 1,75%. a.m	de 1,50% a 2,00% a.m
<b>Prazo para pgto</b>	Até 60 meses	Até 60 meses	Até 240 meses	Até 60 meses

# Fontes de FINANCIAMENTO PESSOA JURÍDICA

	 <b>BNDES</b> <i>O banco nacional do desenvolvimento</i>	 <b>Banco do Nordeste</b>	 <b>BANCO DO BRASIL</b>	 <b>CAIXA</b> <small>CAIXA ECONÔMICA FEDERAL</small>	 <b>DESENVOLVE SP</b> <small>Agência de Desenvolvimento Paulista</small>
<b>Nome da Linha</b>	Financiamento de empreendimentos (FINEM)	Programa de Financiamento à Sustentabilidade Ambiental (FNE Verde).	BB Crédito Empresa (Outras: Ver ProGer)	ProduCard	Economia verde
<b>Limites</b>	Mínimo de R\$ 20MM. Demais valores, consultar linha do BNDES automático	Conforme o porte da empresa e a tipologia do município instalado	Até 100% do valor do equipamento	Até R\$100Mil	Conforme análise de crédito até 90% do equipamento
<b>Condições para solicitar</b>	Sociedades com sede e administração no país, de controle nacional ou estrangeiro e pessoas jurídicas de direito público.	Produtores e empresas rurais, industriais, agroindustriais, comerciais e de prestação de serviços, cooperativas e associações legalmente constituídas no Nordeste do País	Empresas com faturamento bruto anual até R\$90MM	Empresas com faturamento anual de R\$15MM	Pequenas e médias empresas
<b>Taxa de juros</b>	Taxa de juros de 5% ao ano, mais remuneração básica do BNDES de 0,9% ao ano.	Entre 3,53% e 4,12% ao ano, podendo incidir bônus de adimplência de 3,0% a 3,5% ao ano	A partir de 1,44%a.m.	1,00%a.m.	A partir de 0,53% a.m. + TJLP
<b>Prazo para pgto</b>	20 anos	Até 12 anos, incluídos até 4 anos de carência. Demais prazos e condições, sob consulta	Até 60 meses incluindo 3 meses de carência	36 meses	Até 120 meses incluindo a carência de 24 meses

# Fontes de FINANCIAMENTO AGRONEGÓCIO

	 O banco nacional do desenvolvimento	 O banco nacional do desenvolvimento
<b>Nome da Linha</b>	PRONAF MAIS ALIMENTOS	PRONAF ECO
<b>Limites</b>	Até R\$ 300 mil	Até R\$ 150,00
<b>Condições para solicitar</b>	Agricultores familiares enquadrados no Pronaf, exceto nos grupos A, A/C e B	Agricultores familiares enquadrados no Pronaf, exceto nos grupos A, A/C e B.
<b>Taxa de juros</b>	Entre 2% a 5.5% a.ano	Entre 2,5% a 5.5% a.ano
<b>Prazo para pgto</b>	Até 10 anos com até 3 aos de carência	Até 10 anos com até 5 anos de carência

# **DIMENSIONAMENTO**

# CONCEITOS

## W, Wh, kW, kWh – Quais as diferenças?

- Watt (W) é uma unidade de Potência
- quilowatt (kW) é igual a 1000 Watts
- megawatt (MW) é igual a 1000 kW
  
- Watt-hora (Wh) é unidade de energia. A energia depende do tempo, por isso a utilização do (h) de hora.
  
- **EXERCÍCIO 3: Se uma lâmpada de 20W fica ligada 10 horas por dia, qual o seu consumo mensal?**

# CONCEITOS

## Resposta:

- Potência da lâmpada – 20W
- Consumo dela por hora –  $20 \times 1 \text{ (hora)} = 20\text{Wh}$
- Consumo por dia –  $20 \text{ Wh} \times 10 \text{ (horas)} = 200 \text{ Wh/dia}$
- Consumo por mês –  $200 \text{ (Wh/dia)} \times 30 \text{ dias} = 6000 \text{ Wh/mês}$  ou apenas 6 kWh
- **EXERCÍCIO 4: Se o valor do kWh da concessionária é R\$ 0,80, quanto essa lâmpada gasta?**

# DIMENSIONAMENTO

- **1° Passo:**

- Definição da Potência Teórica do Sistema Fotovoltaico

$$P_{fv} = (C/I_{rr})/F$$

- **Onde:**

- $P_{fv}$  = Potência do Sistema (kWp)
- C = Consumo anual de energia (kWh/ano)
- $I_{rr}$  = Radiação solar local (kWh/m<sup>2</sup>/ano) – site cresesb
- F = Fator de performance do sistema

# DIMENSIONAMENTO

Exemplo de conta de luz

## • 1º Passo:

- O consumo é definido na conta do cliente
  - Deve-se fazer a média anual de consumo
  - Abater a taxa mínima: Monofásico = 30 kWh; Bifásico = 50 kWh; Trifásico = 100 kWh
  - Assim temos o valor mensal necessário
  - Exemplo:
    - Consumo mensal = 1200 kWh
    - Sistema bifásico = 50 kWh
    - **Geração necessária = 1150 kWh**

Cálculo de média anual	
Mês	Valor
Janeiro	172
Fevereiro	199
Março	211
Abril	257
Mai	213
Junho	258
Julho	160
Agosto	232
Setembro	257
Outubro	177
Novembro	238
Dezembro	239
<b>Média</b>	<b>218</b>

# DIMENSIONAMENTO

[Verificação da Irradiação](#)

## • 1° Passo:

- $C = 1150 \times 12 = 13800 \text{ kWh/ano}$
- $Irr = 5,3 \text{ kWh/m}^2/\text{dia} \times 365 = 1934,5 \text{ kWh/m}^2/\text{ano (Campinas)}$
- $F = 85\% = 0,85$

$$Pfv = (C/Irr)/F$$

- $Pfv = (13800/1934,5)/0,85 = \mathbf{8,39 \text{ kWp}}$

# DIMENSIONAMENTO

[Tipos de Placas](#)[Manual do Painel](#)[Manual do Painel](#)

## • 2º Passo:

### • Definição da quantidade de Painéis Fotovoltaicos

- Modelo do painel (Monocristalino x Policristalino)
- Potência dos painéis
- Deve-se dividir a potência teórica do sistema (1º passo) pela nominal do painel

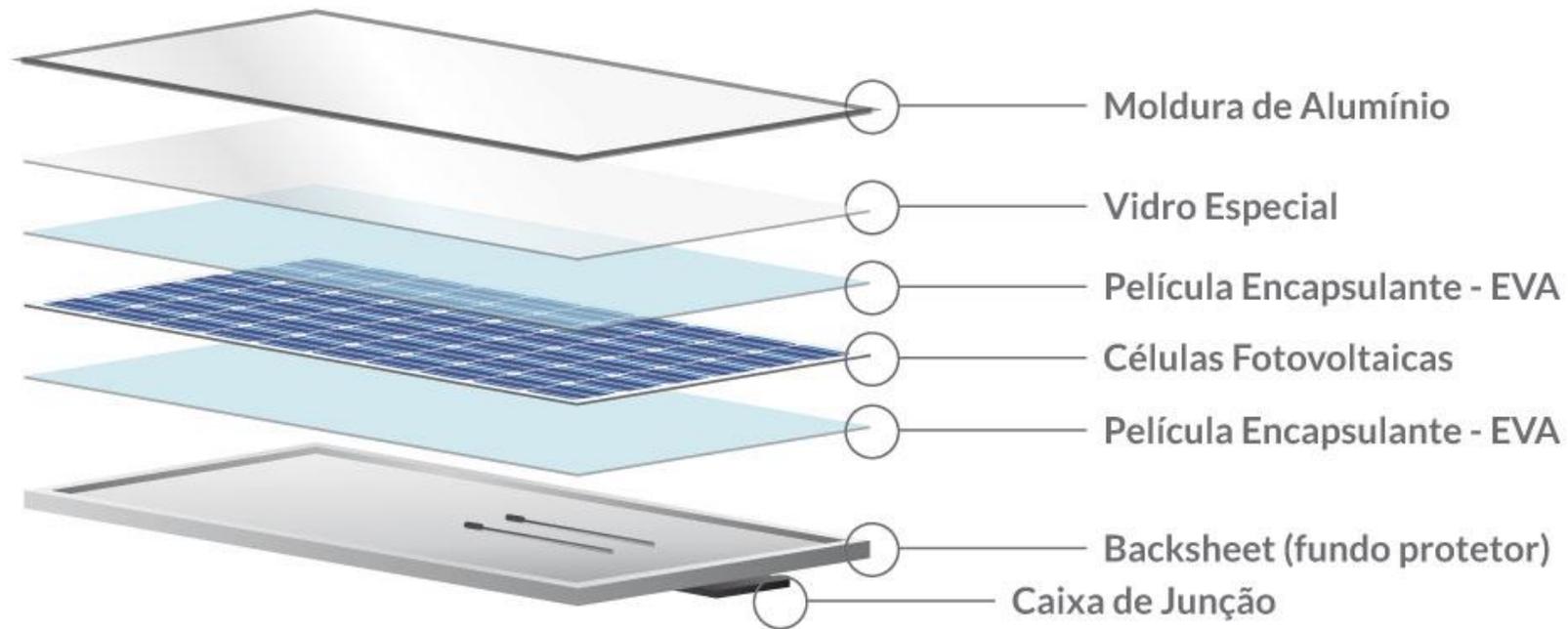
[Curva I - V](#)[Manual / Curva](#)

$$Q_p = P_{fv} / P_p$$

### • Onde:

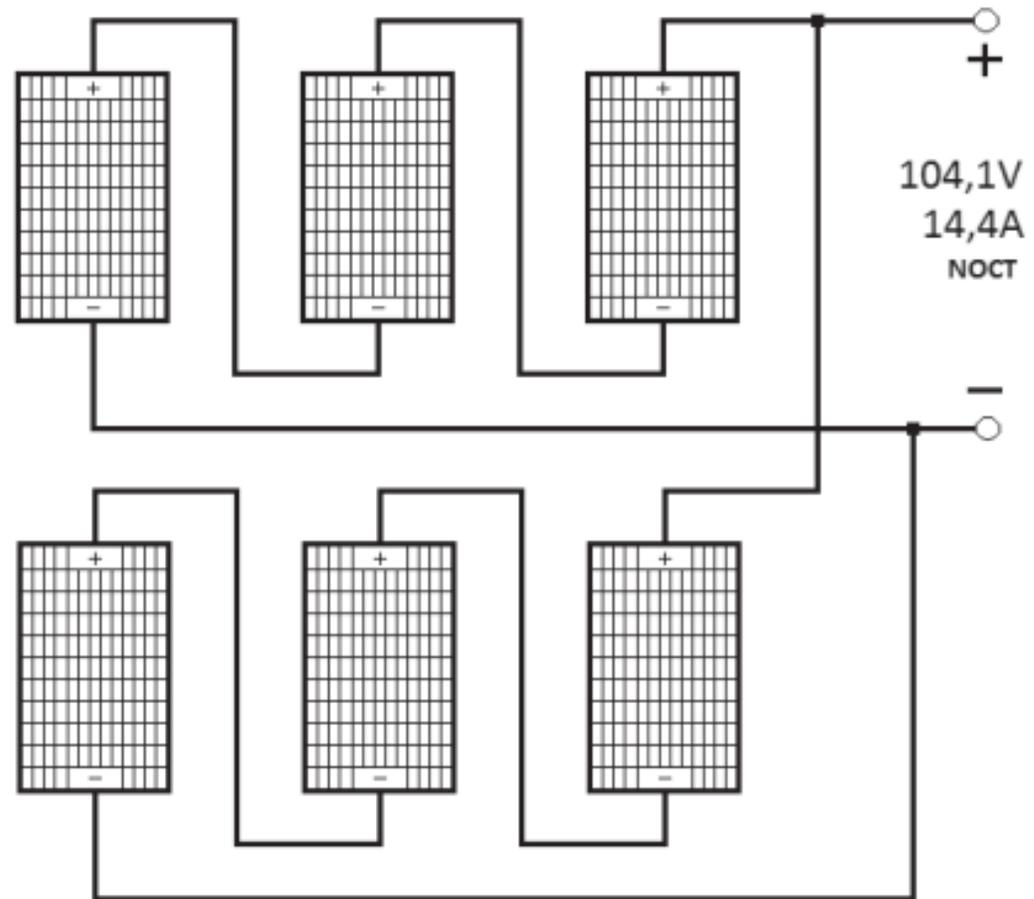
- $Q_p$  = Quantidade de painéis
- $P_{fv}$  = Potência teórica do sistema (1º passo)
- $P_p$  = Potência dos painéis

# DADOS TÉCNICOS - COMPOSIÇÃO



**Mais de 90% dos materiais de um módulo é reciclável:**  
- Vidros, metais, polímeros, etc...

# DADOS TÉCNICOS



# DADOS TÉCNICOS

## PARÂMETROS ELÉTRICOS PARA STC<sup>1</sup>

Parâmetro	Símbolo	Unidade	Valor
Máxima potência de saída	P <sub>máx</sub>	W	250
Eficiência do módulo	$\eta$	%	15,4
Tensão de máxima potência	V <sub>mpp</sub>	V	29,8
Corrente de máxima potência	I <sub>mpp</sub>	A	8,39
Tensão de circuito aberto	V <sub>oc</sub>	V	37,6
Corrente de curto-circuito	I <sub>sc</sub>	A	8,92

## PERFORMANCE ELÉTRICA

STC	GBR250	GBR255	GBR260	GBR265
Potência Nominal Máxima (W)	250	255	260	265
Tensão de Máxima Potência (V <sub>mp</sub> )	30.5	30.8	30.24	30.65
Corrente de Máxima Potência (I <sub>mp</sub> )	8.20	8.28	8.60	8.65
Tensão em Circuito Aberto (V <sub>oc</sub> )	37.7	38.0	37.62	37.90
Corrente de Curto Circuito (I <sub>sc</sub> )	8.85	8.91	9.11	9.15
Eficiência do módulo	15.39%	15.70%	16.05%	16.35%
Tolerância de Energia (W)	0~+5Wp			
Coeficiente de temperatura de (I <sub>sc</sub> )	0,065%/C			
Coeficiente de temperatura de (V <sub>oc</sub> )	-0.34%/C			
Coeficiente de temperatura de (P <sub>max</sub> )	-0.43%/C			

<sup>1</sup>Je 25°C, AM1.5 distribuição  
conforme com EN 60904-1.

Condição padrão de teste STC: temperatura ambiente de 25°C e irradiância de 1000W/m<sup>2</sup>.

# **STC – Standard Test Condicion**

## **VALORES ADOTADOS INTERNACIONALMENTE**

- Taxa de Irradiação de  $1000 \text{ W/m}^2$
- Temperatura de  $25^\circ\text{C}$

# Comparação

## NOCT – Normal Operation Cell Temperature

- Taxa de Irradiação de  $800 \text{ W/m}^2$
- Temperatura de  $48^\circ\text{C}$

## ELECTRICAL PERFORMANCE

### Electrical parameters at Standard Test Conditions (STC)

Module type				
Power output	$P_{\max}$	W	260	1
Power output tolerances	$\Delta P_{\max}$	%	0 / + 5	2
Module efficiency	$\eta_m$	%	15.9	3
Voltage at $P_{\max}$	$V_{\text{mpp}}$	V	29.7	
Current at $P_{\max}$	$I_{\text{mpp}}$	A	8.74	
Open-circuit voltage	$V_{\text{oc}}$	V	38.1	
Short-circuit current	$I_{\text{sc}}$	A	9.35	

STC:  $1000 \text{ W/m}^2$  irradiance,  $25^\circ\text{C}$  cell temperature, AM1.5g spectrum according to EN 60904-3. Average relative efficiency reduction of 3.5% at  $200 \text{ W/m}^2$  according to EN 60904-1.

### Electrical parameters at Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)

Power output	$P_{\max}$	W	189.7	4
Voltage at $P_{\max}$	$V_{\text{mpp}}$	V	27.1	
Current at $P_{\max}$	$I_{\text{mpp}}$	A	6.99	
Open-circuit voltage	$V_{\text{oc}}$	V	35.3	
Short-circuit current	$I_{\text{sc}}$	A	7.54	

NOCT: open-circuit module operation temperature at  $800 \text{ W/m}^2$  irradiance,  $20^\circ\text{C}$  ambient temperature, 1m/s wind speed.

# DIMENSIONAMENTO

- **2° Passo:**

- Dado um módulo de 330 Wp, temos 0,330 kWp por painel:

$$Q_p = P_{fv} / P_p$$

- $Q_p = 8,39 / 0,330 = 25,42 = 26$  módulos
- Portanto temos  $26 \times 330 = 8,58$  kWp

# DIMENSIONAMENTO

[Tipos](#)[Inversores](#)[Convencional x micro](#)[Manual](#)[Grandezas](#)

## • 3° Passo:

### • Definição do Inversor

- Deve-se escolher o modelo do inversor
  - Observar a tensão do cliente
  - N° de fase
- A potência pode ser até 25% inferior que a potência dos painéis
- Pode ser utilizado mais de 1 inversor
- Verificar a quantidade de MPPTs do inversor e limite de Potência

# DIMENSIONAMENTO

## • 3° Passo:

### • Definição do Inversor

- Quanto a potência – 25% menor

- Potência CC = 8,58 kWp

- Potência AC = 0,75 x 8,58

- **Potência AC = 6,43 kW - Bifásico**

# DIMENSIONAMENTO

- **4° Passo:**
  - **Definição do arranjo dos painéis**
    - Os painéis devem ser ligados em série e/ou paralelo para chegar a potência desejada
      - Preferencialmente devem ser ligados em série para ter uma instalação mais simples

# DIMENSIONAMENTO

[Arranjo de Painéis](#)

## • 4º Passo:

### • Definição do arranjo dos painéis

- Ligações em série = Strings
- Ligações em paralelo = Arrays

### • Dados técnicos:

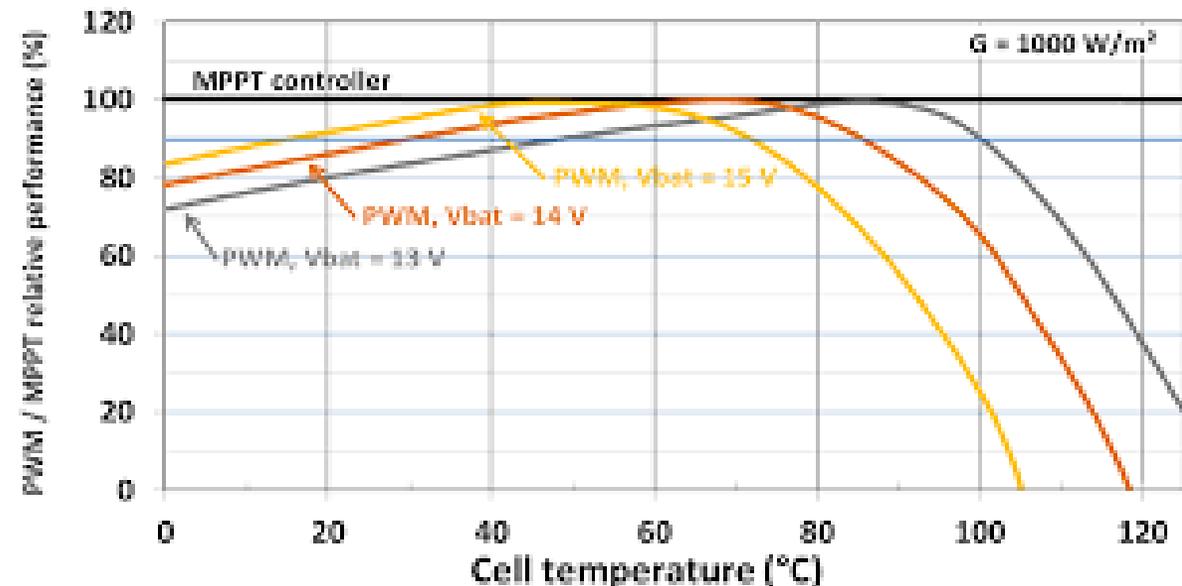
- Tensão de Circuito aberto ( $V_{oc}$ ) = 45,6V e Tensão máx. de ent. = 1000 V
  - $26 \times 45,6 = 1185,6 > 1000$  V, ultrapassou o limite de entrada, portanto:
    - **$13 \times 45,6 = 592,8V < 1000$  V, portanto OK**
- Tensão de operação = 37,2 V e  $V_{mpp}$  = 240 a 800 V
  - **$13 \times 37,2 = 483,3$  V, está dentro do  $V_{mpp}$  OK**
- Corrente de curto circuito ( $I_{sc}$ ) = 9,45 A e Max. Conj. De Corr. em curto = 27 A
  - **String 1 (MPPT1)  $I_{sc} = 9,45 < 27$  A, está dentro**

Painel  
Inversor

# DIMENSIONAMENTO

## • 4° Passo:

- Definição do arranjo dos painéis
  - MPPT – Máximo Power Point Tracking
  - Este sistema faz o painel solar operar no ponto de máxima potência (algoritmo interno)



# DIMENSIONAMENTO

## • 5° Passo:

### • Definição das proteções e cabeamento

- O cabeamento do lado CC deve ser dimensionado para uma corrente de  $1,25 \times I_{sc}$  (corrente de curto circuito) do arranjo
- Tensão CC máxima de 1500V
- Os dispositivos de tensão devem ser próprios para operar no nível de tensão  $V_{oc}$  (tensão de circuito aberto das string)
- O cabeamento e as proteções do lado CA devem ser dimensionados para a corrente máxima de saída do inversor
- Ambos os lados devem ter DPS

# DIMENSIONAMENTO



- **STRING BOX – Proteção CA e CC**
  - Chave seccionadora
  - Disjuntores
  - Fusíveis
  - DPS

# DIMENSIONAMENTO



## • CABOS E CONECTORES - CC

- Cabeamento especial para energia solar
- Proteção UV
- Cabo para corrente contínua
- Conector tipo MC4



# DIMENSIONAMENTO

## • 5° Passo:

### • Lado CC

#### • Tensão do sistema

- 13 em série  $V_{oc} = 13 \times 45,5 = 591,5$

#### • Corrente de Curto Circuito

- 1 string em cada entrada  $I_{sc} = 9,45 \text{ A} \times 1,25 = 11,81 \text{ A}$

Condutores de  $2,5 \text{ mm}^2$  com dupla isolação e proteção UV

DPS CC Classe II,  $U_c = 1000\text{V}$ ,  $U_p = <3,8\text{kV}$ ,  $I_{max} = 40\text{kA}$

# DIMENSIONAMENTO

## • 5° Passo:

- Lado CA
  - Tensão do Inversor: 220V
  - Saída do Inversor: 26,1 A

Condutores de 6 mm<sup>2</sup>

Disjuntores de 30 A

DPS CA Classe II,  $U_c = 275V$ ,  $U_p = <1,3kV$ ,  $I_{max} = 40kA$

# EXERCÍCIO 5

Projete um sistema para um cliente que consome 550 kWh/mês. Sistema Bifásico e placa GBR 265.



PERFORMANCE ELÉTRICA

STC	GBR250	GBR255	GBR260	GBR265
Potência Nominal Máxima (W)	250	255	260	265
Tensão de Máxima Potência (Vmp)	30.5	30.8	30.24	30.65
Corrente de Máxima Potência (Imp)	8.20	8.28	8.60	8.65
Tensão em Circuito Aberto (Voc)	37.7	38.0	37.62	37.90
Corrente de Curto Circuito (Isc)	8.85	8.91	9.11	9.15
Eficiência do módulo	15.39%	15.70%	16.05%	16.35%
Tolerância de Energia (W)		0~+5Wp		
Coefficiente de temperatura de (Isc)		0,065%/C		
Coefficiente de temperatura de (Voc)		-0.34%/C		
Coefficiente de temperatura de (Pmax)		-0.43%/C		

Condição padrão de teste STC: temperatura ambiente de 25°C e irradiância de 1000W/m².

Table: Technical Data	PVI-3.0-TL-OUTD	PVI-3.6-TL-OUTD	PVI-4.2-TL-OUTD
<b>Input</b>			
Absolute Maximum Input Voltage ( $V_{max,abs}$ )		600 V	
Rated Input Voltage ( $V_{dcr}$ )		360 V	
Input start-up voltage ( $V_{start}$ )		200 V (adj. 120...350 V)	
Input operating interval ( $V_{dcrmin}...V_{dcrmax}$ )		0.7 x $V_{start}...580$ V	
Input Nominal Power ( $P_{dcr}$ )	3120 Wp	3750 Wp	4375 W
Number of Independent MPPT		2	
Maximum input power for Each MPPT ( $P_{MPPTmax}$ )	2000 W	3000 W	3000 W
Input voltage interval ( $V_{MPPTmin} ... V_{MPPTmax}$ ) to $P_{acr}$ (parallel MPPT configuration)	160...530 V	120...530 V	140...530 V
DC Power limiting for each MPPT with Independent MPPT Configuration to $P_{acr}$ , maximum unbalance example	2000 W [200V≤ $V_{MPPT}$ ≤530V] other channel: $P_{dcr}$ -2000W [112V≤ $V_{MPPT}$ ≤530V]	3000 W [190V≤ $V_{MPPT}$ ≤530V] other channel: $P_{dcr}$ -3000W [90V≤ $V_{MPPT}$ ≤530V]	3000 W [190V≤ $V_{MPPT}$ ≤530V] other channel: $P_{dcr}$ -3000W [90V≤ $V_{MPPT}$ ≤530V]
Maximum DC Input Current ( $I_{dcrmax}$ ) / for each MPPT ( $I_{MPPTmax}$ )	20.0 A / 10.0 A	32.0 A / 16.0 A	32.0 A / 16.0 A
Maximum Return current (AC side vs DC side)		Negligible	
Number of DC Connection Pairs in Input for each MPPT		1 pair	
DC Input Connector type (components indicated or equivalents)		Quick Fit PV Connector <sup>(4)</sup>	
Type of photovoltaic panels that can be connected at input according to IEC 61730		Class A	
<b>Input protection</b>			
Reverse Polarity Protection		Yes, from current limited source	
Input Overvoltage protection for each MPPT - Varistors		2	
Maximum short-circuit current for each MPPT	12.5 A	20.0 A	20.0 A

# DIMENSIONAMENTO

Verificação da Irradiação

## • 1° Passo:

- $C = (550-50) \times 12 =$ 
  - 6000 kWh/ano
- $Irr = 5,24 \text{ kWh/m}^2/\text{dia} \times 365 \text{ (Marília)}$ 
  - 1912,6 kWh/m<sup>2</sup>/ano (Campinas)
- $F = 85\% =$ 
  - 0,85

$$P_{fv} = (C/Irr)/F$$

- $P_{fv} = (6000/1912,6)/0,85 =$ 
  - **3,69 kWp**

# DIMENSIONAMENTO

- **2° Passo:**

- Dado um módulo de 265 Wp, temos 0,265 kWp por painel:

$$Q_p = P_{fv} / P_p$$

- $Q_p = 3,69 / 0,265 = 13,9 =$

- **14 módulos**

- Portanto temos  $14 \times 265 =$

- **3,71 kWp**

# DIMENSIONAMENTO

- **3° Passo:**
  - **Definição do Inversor**
    - Quanto a potência – 25% menor
    - Potência CC = 3,71 kWp
    - Potência AC = 0,75 x 3,71
    - **Potência AC =**
      - **2,78 kW - Bifásico**

# DIMENSIONAMENTO

Arranjo de Painéis

## • 4° Passo:

### • Dados técnicos:

- Tensão de Circuito aberto ( $V_{oc}$ ) = \_\_\_\_\_ V e Tensão máx. de ent. = \_\_\_\_\_ V
  - \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ <  $V_{max}$  V, ultrapassou o limite de entrada? portanto:
- Tensão de operação = \_\_\_\_\_ V e  $V_{mpp}$  = \_\_\_\_\_ V
  - \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ V, está dentro do  $V_{mpp}$ ?
- Corrente de curto circuito ( $I_{sc}$ ) = \_\_\_\_\_ A e Max. Conj. De Corr. em curto = \_\_\_\_\_ A
  - String 1 (MPPT1)  $I_{sc}$  = \_\_\_\_\_ < \_\_\_\_\_ A, está dentro? ok

# DIMENSIONAMENTO

[Arranjo de Painéis](#)

## • 4° Passo:

### • Dados técnicos:

- Tensão de Circuito aberto ( $V_{oc}$ ) = 37,9 V e Tensão máx. de ent. = 600 V
  - $14 \times 37,9 = 530 \text{ V} < V_{max}$ , não ultrapassou o limite de entrada, portanto:
- Tensão de operação = 30,65 V e  $V_{mpp} = 160$  a 530 V
  - $14 \times 30,65 = 429,1 \text{ V}$ , está dentro do  $V_{mpp}$ ? Ok
- Potência da Placa = 265W e Máxima Pot. por MPPT = 2000W
  - $14 \times 265 = 3710\text{W}$ , Ultrapassou a Potência máxima de entrada em cada MPPT
  - $7 \times 265 = 1855\text{W}$ , Ok
- Corrente de curto circuito ( $I_{sc}$ ) = 9,15 A e Max. Conj. De Corr. em curto = 12,5 A
  - String 1 (MPPT1)  $I_{sc} = 9,15 < 12,5 \text{ A}$ , está dentro? ok

# DIMENSIONAMENTO

## • Observação:

- Os painéis devem ter a mesma potência e ser instalados na mesma orientação
  - Painel virado para norte
    - No hemisfério Sul - voltados para o Norte
    - No hemisfério Norte - voltados para o Sul
    - Na região equatorial - indiferente
- Recomendado para estado de São Paulo – 15 a 25 graus de inclinação
  - Autolimpeza dos módulos com a chuva - 15°

# DIMENSIONAMENTO

## • Observação:

- Se for necessário instalar os painéis em diferentes orientações, optar por inversor com mais de 1 MPPT
- Sombra diminui o rendimento de geração
- Manutenção – apenas limpeza
- Cuidado com peso nos telhados

# DIMENSIONAMENTO

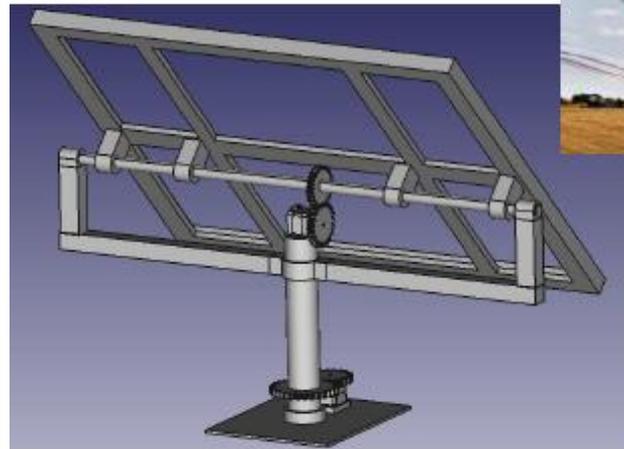


- **ESTRUTURAS E SUPORTE**
  - Varia de acordo com a estrutura



# DIMENSIONAMENTO

- **ROTEAMENTO SOLAR**
  - Roteamento aumenta de 15 a 35% na produção



# DIMENSIONAMENTO

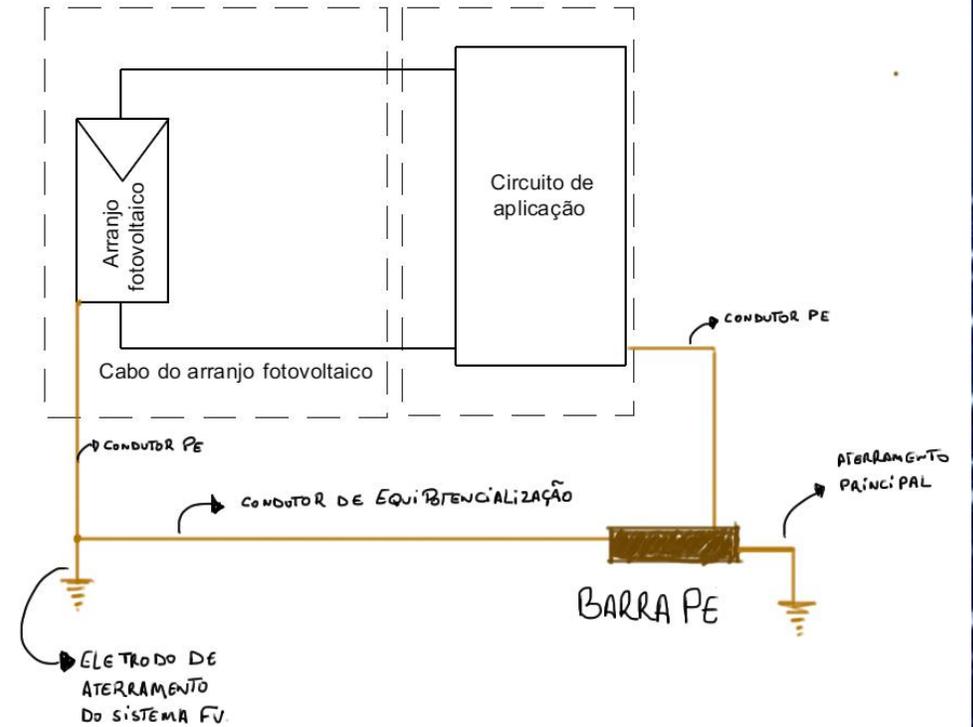
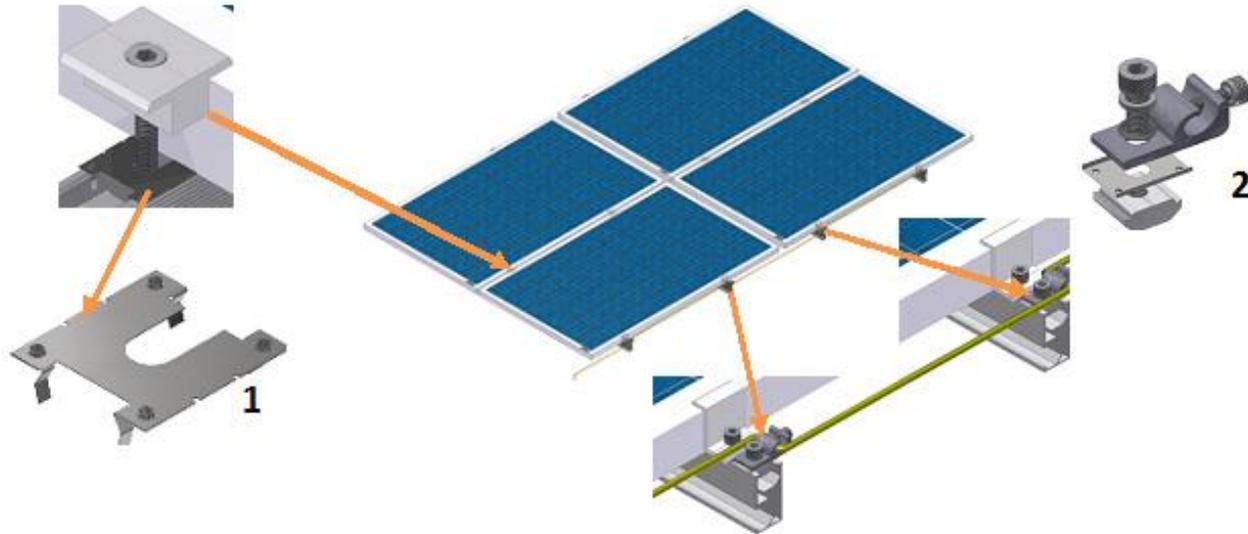
- **Aterramento/SPDA**



# DIMENSIONAMENTO

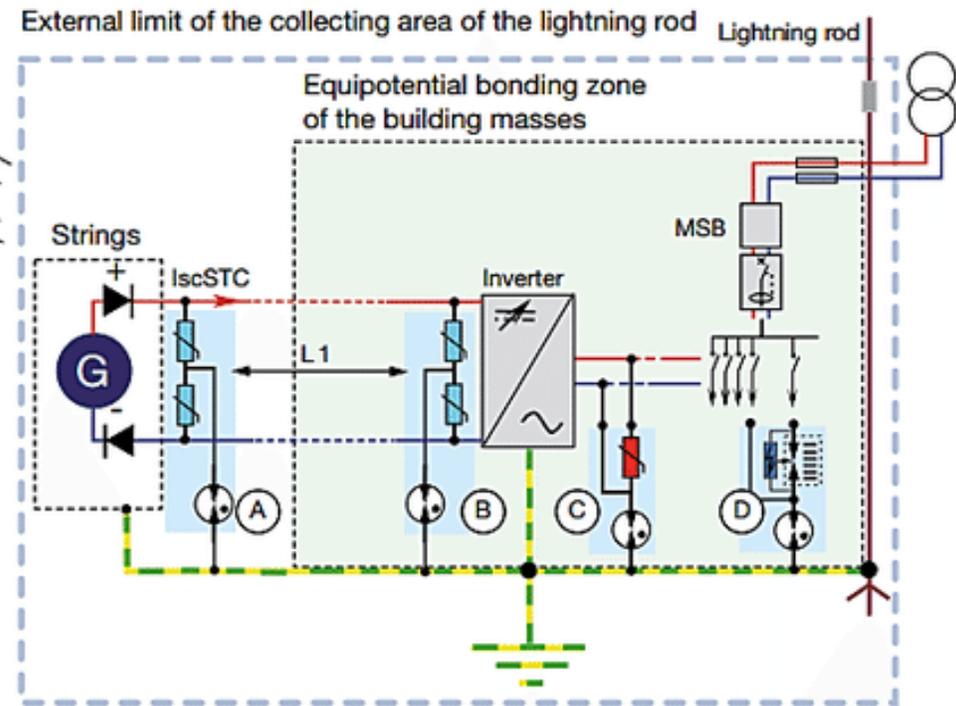
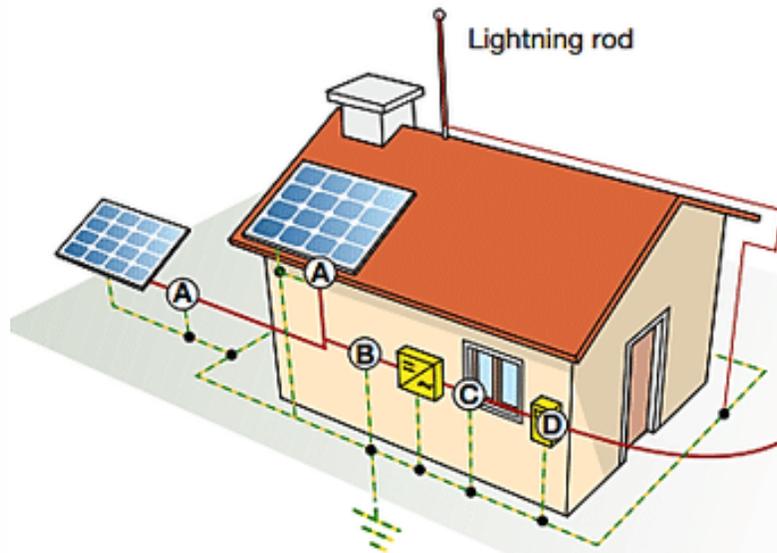
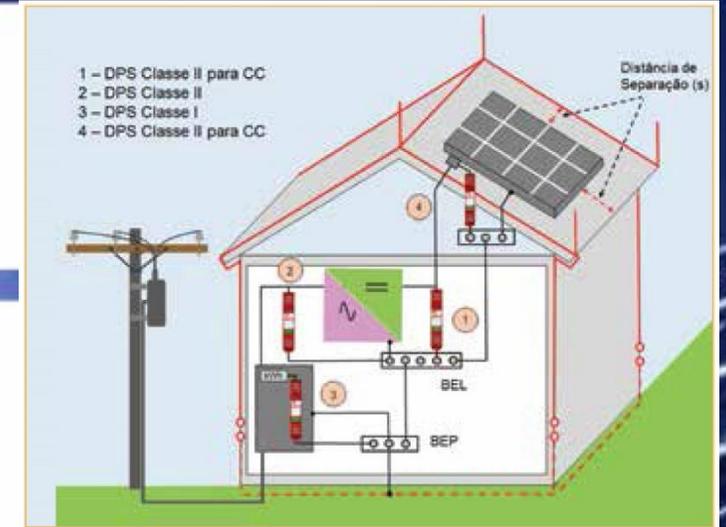
## • Aterramento/SPDA

Sistema de aterramento:



# DIMENSIONAMENTO

## • Aterramento/SPDA



# **HOMOLOGAÇÃO**

- **1º passo - Solicitação de conexão**

Para solicitar seu acesso à concessionária, serão necessários os seguintes documentos:

Certificado de conformidade do(s) inversor(es) ou número de registro da concessão do Inmetro;

Lista de consumidores participantes do sistema de compensação;

ART do Responsável Técnico pelo projeto elétrico e pela instalação do sistema de microgeração;

Formulários de Solicitação de Acesso preenchidos para a micro e a minigeração distribuída, disponíveis nos Anexos II, III e IV da seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST, determinados em função da potência instalada da geração. Além disso, o formulário específico para cada caso deve ser protocolado na distribuidora acompanhado dos documentos pertinentes, não cabendo à distribuidora solicitar documentos adicionais além dos indicados nos formulários padronizados.

# **HOMOLOGAÇÃO**

- **2º passo - Análise do projeto pela concessionária**  
Dentro de um prazo de 15 dias, a concessionária avalia o projeto técnico do seu imóvel para então autorizar o início de sua instalação.
- **3º passo - Instalação do sistema de energia solar**  
Após a autorização, inicia-se o processo de instalação de seu sistema de energia fotovoltaica. No entanto, seu prazo estará sujeito à disponibilidade da empresa instaladora.
- **4º passo - Solicitação de vistoria técnica**  
Nesta etapa, é necessário realizar o pedido de vistoria da instalação de seu sistema de energia solar. Porém, seu prazo também depende da empresa instaladora e disponibilidade do solicitante.

# **HOMOLOGAÇÃO**

- **5º passo - Realização da vistoria**

Em um prazo de 7 dias úteis, após a instalação, a equipe técnica da concessionária de energia elétrica deverá avaliar todos seus aspectos. Portanto, fatores apontados no parecer de conexão e acesso deverão estar cumpridos no momento da vistoria.

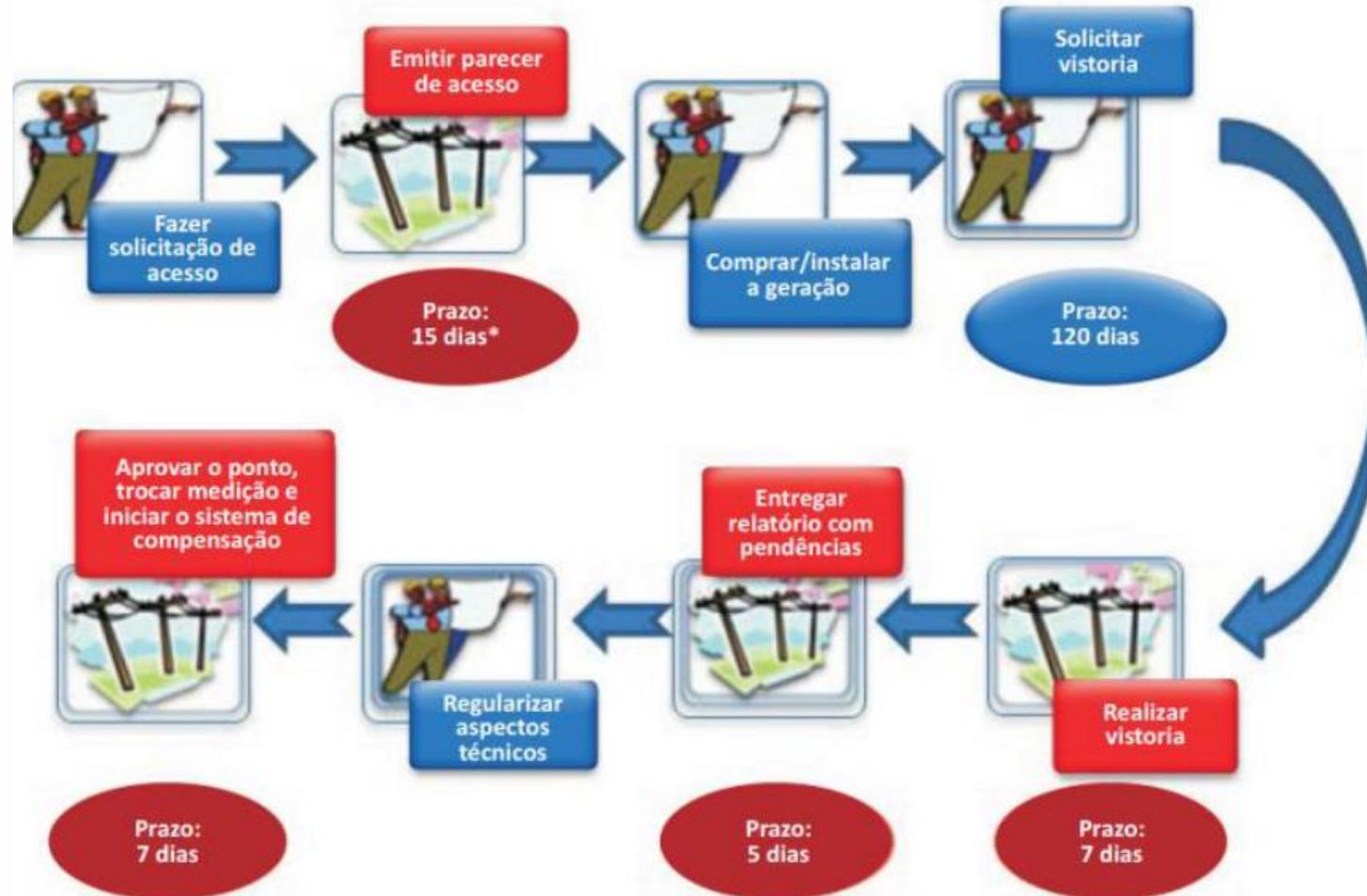
- **6º passo - Concessão do relatório**

Caso necessário, após a vistoria, a distribuidora deverá entregar um relatório de pendências dentro do período de 5 dias. Logo, se for o caso, seu sistema fotovoltaico deverá passar por algumas alterações para o funcionamento.

- **7º passo - Homologação do uso do sistema de energia solar**

Para concluir, a concessionária trocará o medidor (relógio) do seu imóvel por um bidirecional. Assim, ela dará o aval de funcionamento para iniciar sua geração de energia solar fotovoltaica.

# HOMOLOGAÇÃO



# **Erros Comuns**

- 1 – Proteções de corrente alternada (CA) e corrente contínua (CC) em uma mesma caixa de junção**
- 2 – Falta de equipotencialização e aterramento**
- 3 – Estrutura da instalação fotovoltaica inadequada**
- 4 – Andar sobre os módulos fotovoltaicos**
- 5 – Módulos com diferentes orientações em uma mesma string**

# **Erros Comuns**

**6 – Falta de segurança em trabalhos em altura**

**7 – Uso de ferramentas inadequadas durante a instalação**

**8 – Instalação dos módulos fotovoltaicos em áreas com muito sombreamento**

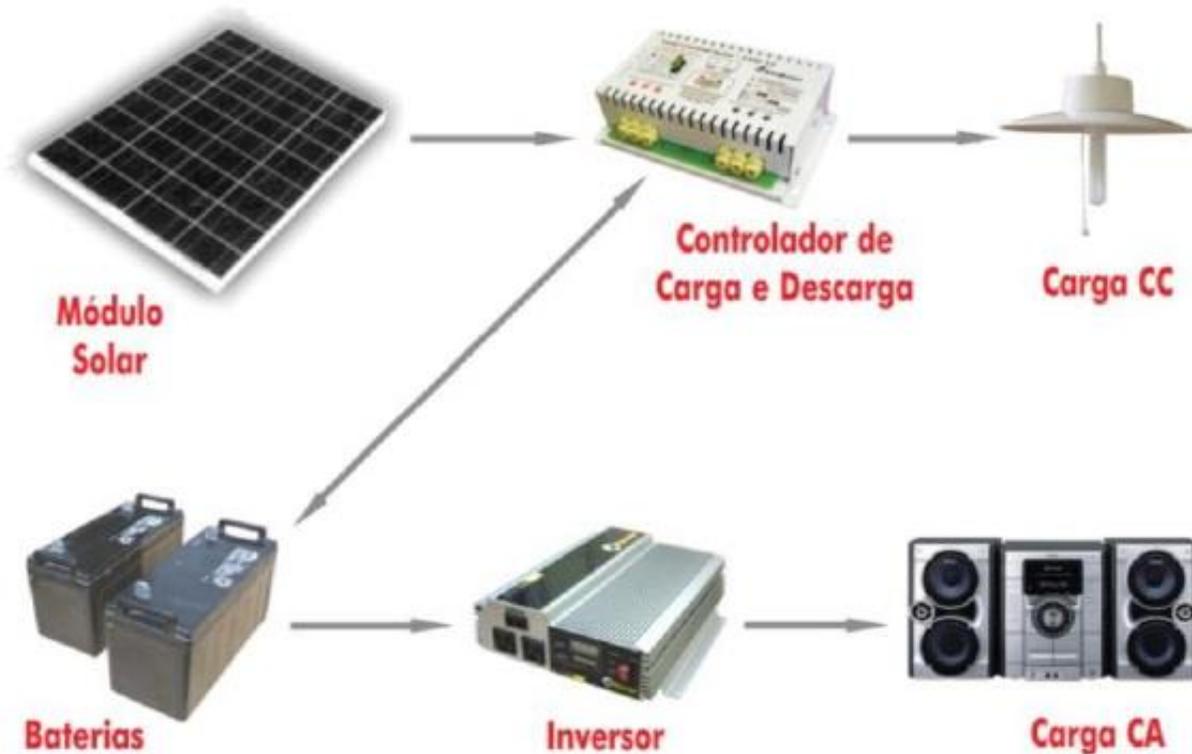
**9 – Sobre ou subdimensionamento do sistema fotovoltaico**

**10 – Instalação de sistemas fotovoltaicos em locais com SPDA**

# **DIMENSIONAMENTO OFF GRID**

# DIMENSIONAMENTO

## COMPONENTES



# DIMENSIONAMENTO

## BATERIAS ESTACIONÁRIAS



- Armazenam energia em **corrente contínua** normalmente para sistemas isolados

# ESTACIONÁRIA x AUTOMOTIVA



**Ambas de Chumbo ácido**

- **AUTOMOTIVA**

- Mais placas e mais finas
- Descarga de até 10%
- Metal menos nobre
- Maior corrente de pico - menor durabilidade
- Mais barata

- **ESTACIONÁRIA**

- Menos placas e mais espessas
- Descargas profundas
- Metal mais nobre
- Maior durabilidade
- Mais cara
- Menos toxica (Possui filtros)
- **Temperatura de 25°C**

# DIMENSIONAMENTO

[Controlador](#)

## Controlador de carga

- Regulam o Processo de **carga e descarga** da bateria
  - Tipo on/off
  - Corrente de entrada (módulo solar) e saída aparelhos – 10, 20, 30, 60, 80 A
  - Valores de tensão de desligamento e religamento (em alguns casos)

# DIMENSIONAMENTO

## Sistema Offgrid

- **Baterias x Controlador de carga**
  - **Manutenção do estado de carga**
  - **Evitar descargas profundas ou completas**
  - **Evitar sobrecarga**

# DIMENSIONAMENTO

Baterias - n° de baterias em série

$$N_{bs} = V_{ban}/V_{bat}$$

- Onde:
- $N_b$  = Número de baterias em série
- $V_{ban}$  = Tensão do banco de baterias
- $V_{bat}$  = Tensão da bateria utilizada

# DIMENSIONAMENTO

## Baterias - Capacidade

$$C_b = E_a / (V_b \times I_P)$$

- Onde:
- $C_b$  = Capacidade de carga do banco (Ah)
- $E_a$  = Energia a ser armazenada (Wp)
- $V_b$  = Tensão do banco de bateria
- $I_P$  = Profundidade de descarga

# DIMENSIONAMENTO

**Baterias – Numero do conjunto em paralelo**

$$N_{bp} = C_{ban}/C_{bat}$$

- **Onde:**
- **$N_{bp}$  = Numero de conjunto de baterias em paralelo**
- **$C_{ban}$  = Capacidade de carga do banco (Ah)**
- **$C_{bat}$  = Capacidade de carga de cada bateria (Ah)**

# DIMENSIONAMENTO

## Exemplo - n° de baterias

- Dados:
- Armazenamento de 8600 Wh
- Tensão do Banco de 24 V
- Profundidade de descarga de 30%
- Bateria estacionária de 12 V com capacidade de 240Ah

$$N_{bs} = V_{ban}/V_{bat}$$

$$N_{bs} = 24/12 = \mathbf{2 \text{ baterias em série}}$$

# DIMENSIONAMENTO

Capacidade das baterias

$$C_b = E_a / (V_b \times I_P)$$

$$8600 / 24 \times 0,3 = \mathbf{1195 \text{ Ah}}$$

Conjunto de baterias em paralelo

$$N_{bp} = C_{ban} / C_{bat}$$

$$N_{bp} = 1195 / 240 = \mathbf{5 \text{ baterias}}$$

# DIMENSIONAMENTO

**EXERCÍCIO:** Dados equipamentos ao lado, dimensionar qual o consumo mensal desta residência?

- TV (200W) – 4 h/dia
- Ventilador (200W) – 4 h/dia
- Geladeira (250W)
- 5 lâmp. (20W/cada) – 4 h/dia
- Computador (200W) – 4 h/dia
- Chuveiro (5000W) – 0,5 h/dia

# DIMENSIONAMENTO

## RESOLUÇÃO:

- TV (200W) – 4 h/dia  
→ 800W/dia = 24kWh/mês
- Ventilador (200W) – 4 h/dia  
→ 800W/dia = 24kWh/mês
- Geladeira (250W)  
→ 50 kWh/mês

- 5 lâmp. (20W/cada) – 4 h/dia  
→ 400W/dia = 12kWh/mês
- Computador (200W) – 4 h/dia  
→ 800W/dia = 24kWh/mês
- Chuveiro (5000W) – 0,5 h/dia  
→ 2500W/dia = 75kWh/mês

**TOTAL:**

209 kWh/mês

# DIMENSIONAMENTO

## **EXERCÍCIO 7** – Calcule o n° de baterias

- Dados:
- Armazenamento de 16000 Wh
- Tensão do Banco de 24 V
- Profundidade de descarga de 50%
- Bateria estacionária de 12 V com capacidade de 240Ah

# DIMENSIONAMENTO

## Número de baterias em série

$$N_{bs} = V_{ban}/V_{bat}$$

$$N_{bs} = 24/12 = \mathbf{2 \text{ baterias em série}}$$

## Capacidade das baterias

$$C_b = E_a/(V_b \times I_P)$$

$$16000/24 \times 0,5 = \mathbf{1333,33 \text{ Ah}}$$

## Conjunto de baterias em paralelo

$$N_{bp} = C_{ban}/C_{bat}$$

$$N_{bp} = 1334/240 = \mathbf{5,56 \text{ ou } 6 \text{ baterias}}$$

# **SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO**

- **Maior mercado de energia da America Latina**
- **Potencial solar gigantesco (comprovação em mapeamento)**
- **Crescimento de demanda de 4% ao ano**
- **Adição de 74GW (todas as fontes) até 2024 (+56%)**
- **Meta de 23% de fontes renováveis (Não hidráulicas) até 2030 (COP21)**
- **Aumento do valor da energia elétrica nos últimos anos**

# **BENEFÍCIOS SOCIOECONÔMICOS**

- **Geração de empregos locais**
  - **Projetista**
  - **Integrador (Intermediador)**
  - **Instalador Técnico**
  - **Instalador Auxiliar**
  - **Manutenção/Limpeza**
  - **Aluguel de Sistema FV**
- **Atração de nova cadeia produtiva ao país**
- **Aquecimento da economia local, regional e nacional**

# **BENEFÍCIOS AMBIENTAIS**

- **Geração de energia limpa, renovável e sustentável**
- **Contribui para as metas de redução de emissões de carbono**
- **Não emite gases, líquidos e sólidos**
- **Não gera ruídos, não possui partes móveis**

# BENEFÍCIOS ESPECÍFICOS

- **Diversificação da matriz energética brasileira**
- **Ampliação do uso de energias renováveis no país**
- **Redução de perdas por transmissão e distribuição**

# **POLÍTICAS DE INCENTIVO**

- **Diminuição de ICMS em alguns estados**
- **Incentivo em financiamentos**
  - **Exemplos do Minha Casa - Minha Vida, Minha Casa Melhor, Construcard**
- **Incentivo fiscal para as fabricantes nacionais**

# TECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE

- ISO 26000

- Responsabilidade Social

“Segundo a ISO 26000, a responsabilidade social se expressa pelo desejo e pelo propósito das organizações em incorporarem **CONSIDERAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS EM SEUS PROCESSOS DECISÓRIOS E A RESPONSABILIZAR-SE PELOS IMPACTOS DE SUAS DECISÕES E ATIVIDADES NA SOCIEDADE E NO MEIO AMBIENTE**. Isso implica um comportamento ético e transparente que contribua para o **DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**, que esteja em conformidade com as leis aplicáveis e seja consistente com as normas internacionais de comportamento. Também implica que a responsabilidade social esteja integrada em toda a organização, seja praticada em suas relações e leve em conta os interesses das partes interessadas.”

# **DÚVIDAS?**

**E-mail: [contato@casasolarinteligente.com.br](mailto:contato@casasolarinteligente.com.br)**

# **AGRADECIMENTOS**

Instagram:  
[@thiagoharaimundo](https://www.instagram.com/thiagoharaimundo)



# FIM

E-mail: [contato@casasolarinteligente.com.br](mailto:contato@casasolarinteligente.com.br)

Site: [www.thiagoraimundo.eng.br](http://www.thiagoraimundo.eng.br)