



Montagem de Sistemas Fotovoltaicos

Eng. Danillo Fernandes



Quem sou eu?



- ▶ Eng. Eletricista graduado pela UFC;
- ▶ Pós graduação em MBA e gerenciamento de projetos;
- ▶ Futuro Mestrando em Eng. Elétrica e Computação pela UFC ;

Atuação profissional



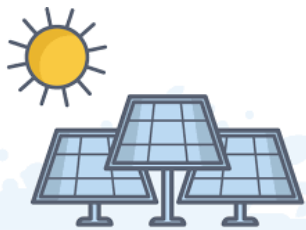
Energia solar fotovoltaica: Uma fonte
de energia renovável





Economia do Brasil

- ▶ Fontes de energias tradicionais: Petróleo, carvão e gás natural;
- ▶ Energias renováveis;



Fonte: <https://www.conqr.com.br/>



Fonte:

<https://www.smartkids.com.br/trabalho/energias>



<https://www.revistaplaneta.com.br/energia-que-vem-do-mar/>



Energia solar fotovoltaica

- ▶ Fonte de energia renovável;
- ▶ É economicamente competitiva;
- ▶ Tecnologia bastante desenvolvida;
- ▶ Não exige tanta manutenção.

Efeito fotoelétrico

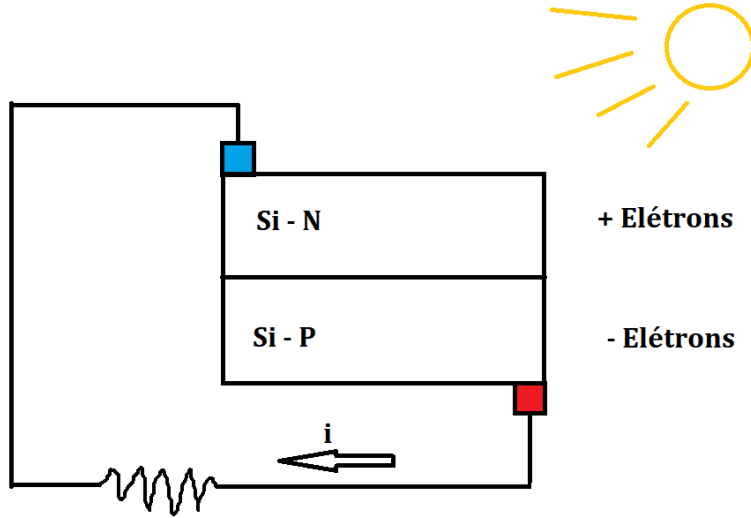


Tabela Periódica

GRUPO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
PERÍODO	1	H hidrogênio 1,008																He hélio 4,003
2	Li lítio 6,94	Be berílio 9,012											B boro 10,81	C carbono 12,01	N nitrogênio 14,01	O oxigênio 16,00	F flúor 18,998	Ne neônio 20,18
3	Na sódio 22,99	Mg magnésio 24,305											Al alumínio 26,98	Si silício 28,085	P fósforo 30,974	S enxofre 32,06	Cl cloro 35,45	Ar argônio 39,948
4	K potássio 39,098	Ca cálcio 40,078	Sc escândio 44,956	Ti tânio 47,88	V vanádio 50,942	Cr cromo 51,996	Mn manganês 54,938	Fe ferro 55,845	Co cobalto 58,933	Ni níquel 58,69	Cu cobre 63,546	Zn zinco 65,38	Ga gálio 69,723	Ge germânio 72,63	As arsênio 74,922	Se selênio 78,96	Br bromo 79,904	Kr criptônio 83,798
5	Rb rubídio 85,468	Sr estrôncio 87,62	Y itríio 88,906	Zr zircônio 91,224	Nb nióbio 92,906	Mo molibdênio 95,94	Tc tecnécio [98]	Ru rútenio 101,07	Rh ródio 102,91	Pd paládio 106,42	Ag prata 107,87	Cd cádmio 112,41	In índio 114,82	Sn estanho 118,71	Sb antimônio 121,76	Te telúrio 127,60	I iodo 126,90	Xe xenônio 131,29
6	Cs césio 132,91	Ba bário 137,33	La lantanídeo [57-71]	Hf hafnício 178,49	Ta tântalo 180,95	W tungstênio 183,84	Re rênio 186,21	Os ósio 190,23	Ir íridio 192,22	Pt platina 195,08	Au ouro 196,97	Hg mercúrio 200,59	Tl talho 204,38	Pb chumbo 207,2	Bi bismuto 208,98	Po polônio [209]	At ástato [210]	Rn radônio [222]
7	Fr frâncio [223]	Ra rádio [226]	Ac actínio [89-103]	Rf rútenio [261]	Db dubnio [262]	Sg seabórgio [266]	Bh bohrio [264]	Hs hásio [277]	Mt meitnério [276]	Ds darmstádio [281]	Rg roentgênio [281]	Cn copernício [285]	Nh nihônio [286]	Fl flúvio [289]	Mc moscóvio [290]	Lv livermório [293]	Ts tenessio [294]	Og ogânesônio [294]
				La lantanídeo [57-71]	Ce cério 140,12	Pr praseodímio 140,91	Nd néodímio 144,24	Pm promécio [145]	Sm samário 150,36	Eu europio 151,96	Gd gadolínio 157,25	Tb terbio 158,93	Dy dissprósio 162,50	Ho hólmio 164,93	Er érbio 167,26	Tm tulio 168,93	Yb ítrio 173,05	Lu lutécio 174,97
				Ac actínio [89-103]	Th tório 232,04	Pa protactínio 231,04	U urânio 238,03	Np néptúlio [237]	Pu plutônio [244]	Am amérvio [243]	Cm cúrio [247]	Bk berquélio [247]	Cf califórnio [251]	Es érvénio [252]	Fm fermório [257]	Md mendelevio [258]	No nobélio [259]	Lr lawrêncio [262]

número atômico
 símbolo químico
 nome
 peso atômico
 (ou número de massa do isótopo mais estável)

Não metais
 Gases nobres
 Metais alcalinos
 Metais alcalino-terrosos
 Semimetais
 Halogênios
 Outros metais
 Metais de transição
 Lantanídeos
 Actínios

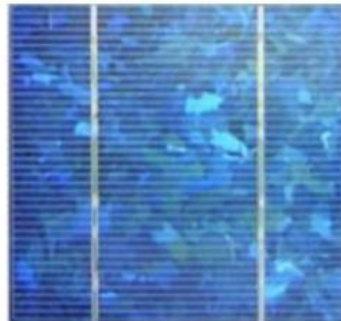
Diferentes células fotovoltaicas

Comparação de Células Fotovoltaicas



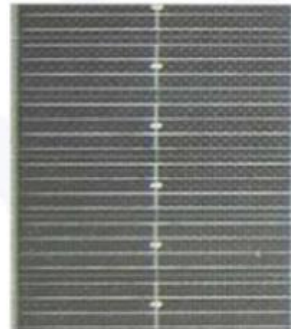
**Silício monocristalino
(mono-Si)**

- * **Rendimento: 18%**
- * **Custo Elevado**
- * **Vida Útil: 20-40 anos**



Silício policristalino (poly-Si)

- * **Rendimento: 16%**
- * **Menor Custo de fabricação comparado a célula de silício monocristalino**
- * **Vida Útil: 20-40 anos**

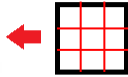


Silício Amorfo (a-Si)

- **Rendimento: 8%**
- * **Menor Custo**
- * **Vida Útil: 15-25 anos**

Fabricação dos módulos fotovoltaicos

Silício Monocristalino

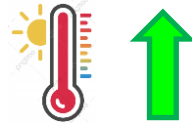


Cada célula = 0,5V

Silício Policristalino



Cada célula = 0,5V



Filme fino de Silício



Tipos de sistemas fotovoltaicos



Os tipos de sistemas fotovoltaicos



- ▶ São classificados em 3 tipos: Isolados, conectados à rede elétrica e híbridos.



Sistema OFF GRID – Com Armazenamento



Sistema conectado à rede - ON GRID

- ▶ É regulamentado pela resolução normativa nº 482 da Agência Nacional de Energia Elétrica de 17 de abril de 2012.

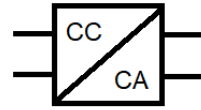
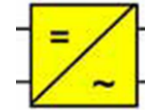


INVERSORES, O QUE SÃO? COMO
FUNCIONAM? PRA QUE SERVEM?



Inversor: O que ele faz?

- ▶ Transforma a Corrente Contínua (CC) em Corrente Alternada (CA);
- ▶ Sincroniza a Corrente Alternada (CA) com a rede da concessionária (caso seja do tipo On Grid);
- ▶ Joga o excedente de energia na rede da concessionária (caso seja do tipo On Grid).
- ▶ Tipos de Inversores:



OFF GRID



ON GRID



MICRO INVERSOR

Inversor OFF GRID x Inversor ON GRID

Inversor OFF GRID

- ▶ Não se conecta a rede elétrica da concessionária;
- ▶ Precisa ser alimentado pelo conjunto de baterias (Estabilidade);
- ▶ Pot. das cargas < Pot. do inversor
= As cargas não vão funcionar.

Inversor ON GRID

- ▶ Só funciona com a concessionária, se a rede estiver desligada, o inversor **PARA de enviar** corrente para a rede;
- ▶ Não precisa ser alimentado por baterias;
- ▶ Pot. das cargas < Pot. do inversor
= As cargas não vão funcionar com o inversor e sim com o auxílio da concessionária.

Qual potência do inversor devo utilizar?

- ▶ Definir o quanto de potência ativa (kW) você precisa ter;

Ex: **10** módulos FV de **100W** = Inversor **ACIMA** de **1000W**;

- ▶ Considerar que a potência máxima dos módulos seja no **máximo 80%** da potência do inversor;
- ▶ Verificar os parâmetros de corrente e tensão dos módulos.

Inversor ON GRID x Micro Inversores

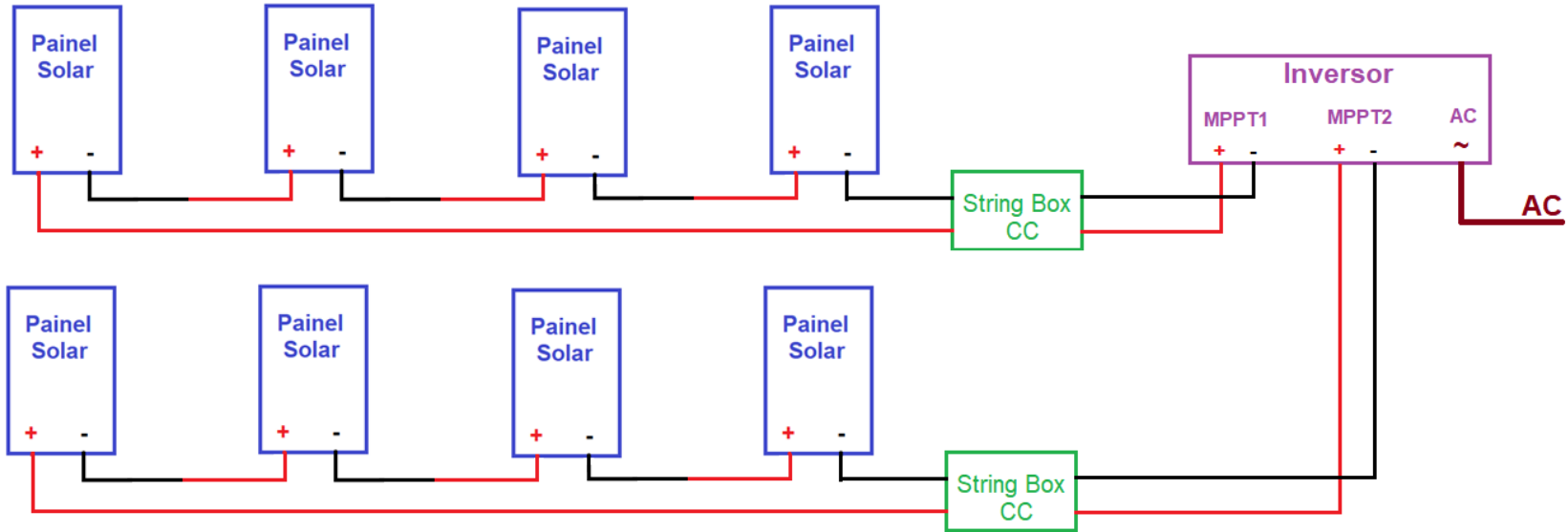
Inversor ON GRID

- ▶ É necessário procurar uma parede e um local abrigado;
- ▶ String Box CC- Obrigação exigida pelas distribuidoras;
- ▶ Trabalha com altas tensões CC;
- ▶ 1 MPPT para uma série de módulos;
- ▶ Mais barato.

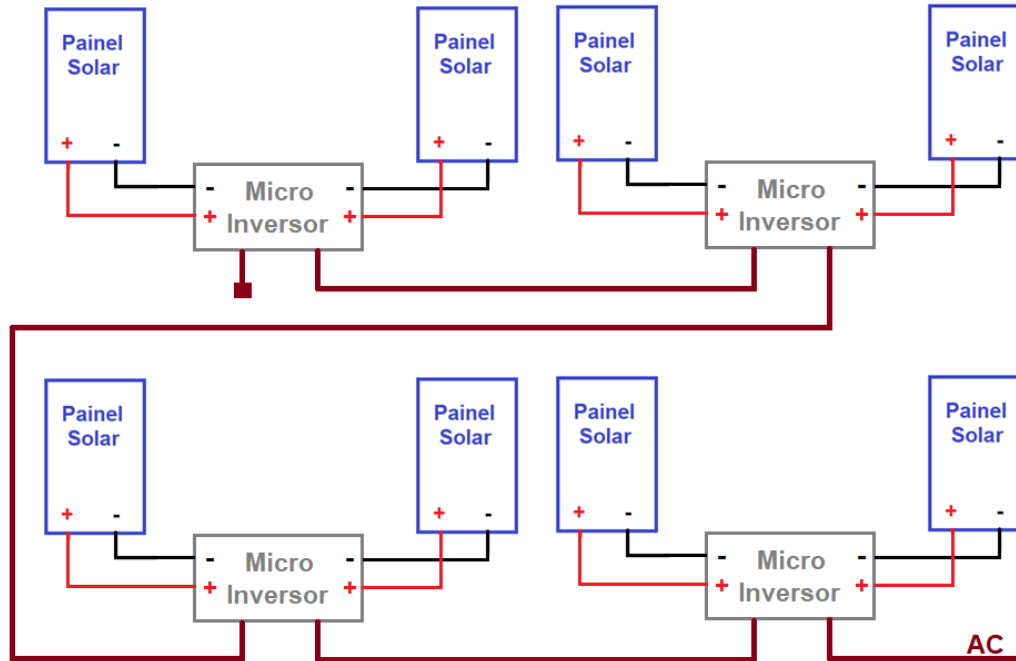
Micro Inversor

- ▶ São instalados na própria estrutura de fixação dos painéis, ficando bem abaixo deles;
- ▶ Não há necessidade da instalação de String Box CC;
- ▶ Possui riscos bem menores, visto que a conversão CC/CA ocorre praticamente junto ao painel;
- ▶ Trabalha com um MPPT por módulo;
- ▶ Mais caro.

Inversor ON GRID x Micro Inversores



Inversor ON GRID x Micro Inversores



Novas tecnologias

IV

Novas tecnologias

- ▶ O que está acontecendo no mercado atualmente?

Mono e Policristalino

+

Tecnologias

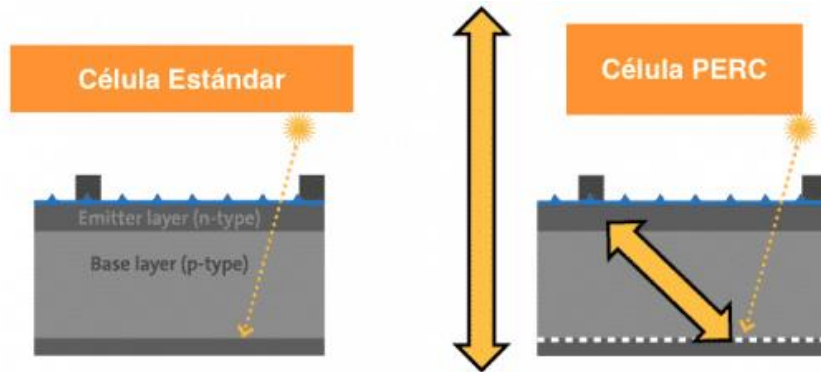
Ajudam em problemas com a temperatura



Estão trazendo um custo benefício bastante interessante;



Novas tecnologias: Standart x PERC



Standart: Células padrão que conhecemos;

PERC - Passive Emitter Rear Contact (Emissor Passivo de Contato Traseiro): Apresenta uma camada de passivação na parte traseira.

- ▶ A tecnologia PERC apresenta **melhor desempenho** em ambientes de **pouca luz** se comparado aos painéis standart poli e monocristalino;
- ▶ Melhoram o desempenho no início da manhã e no final da tarde, bem como em ambientes nublados;
- ▶ Também conseguem manter mais as células na temperatura ideal. Logo a eficiência aumenta ainda mais.

Novas tecnologias: Bifacial



Devem ser utilizados apenas em instalações no **solo**.

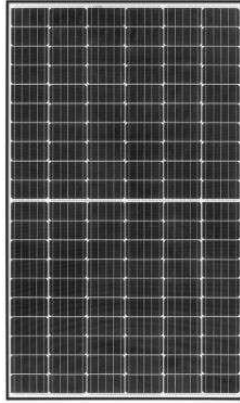
Consiste na construção de módulos FV que conseguem absorver luz dos **DOIS** lados.

Os módulos bifaciais podem oferecer um aumento de eficiência de até **30%** se comparado com os módulos convencionais.

Depende do modo de instalação:

- Altura em relação ao solo;
- Ângulo de inclinação;
- Coeficiente de reflexão do solo (Albedo).

Novas tecnologias: Half-Cell



A tecnologia Half-Cell consiste na construção de módulos FV com células cortadas ao meio.

Aumento da eficiência: A corrente elétrica é reduzida pela metade, logo haverá menos perdas ôhmicas.

Matematicamente...

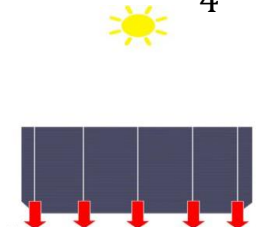
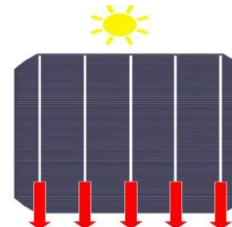
Células convencionais

$$P = R * i^2$$

Half-Cell

$$P = R * \left(\frac{i}{2}\right)^2$$

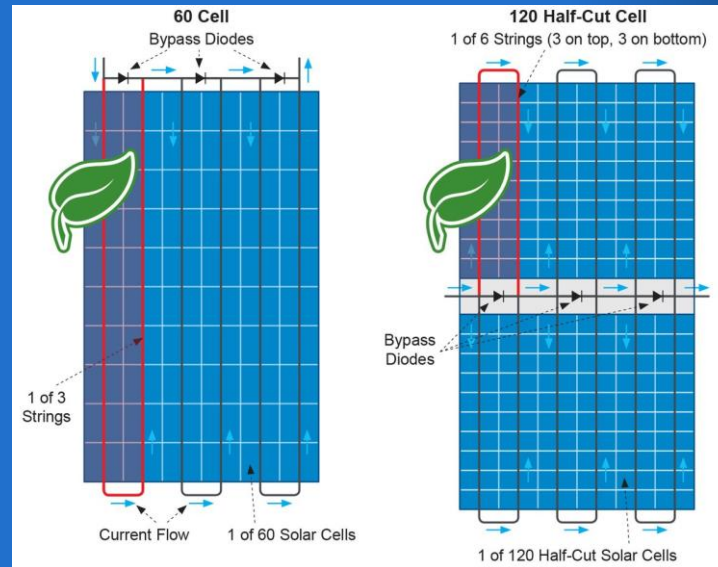
$$P = R * \frac{i^2}{4}$$



Novas tecnologias: Half-Cell

Tolerância a sombras

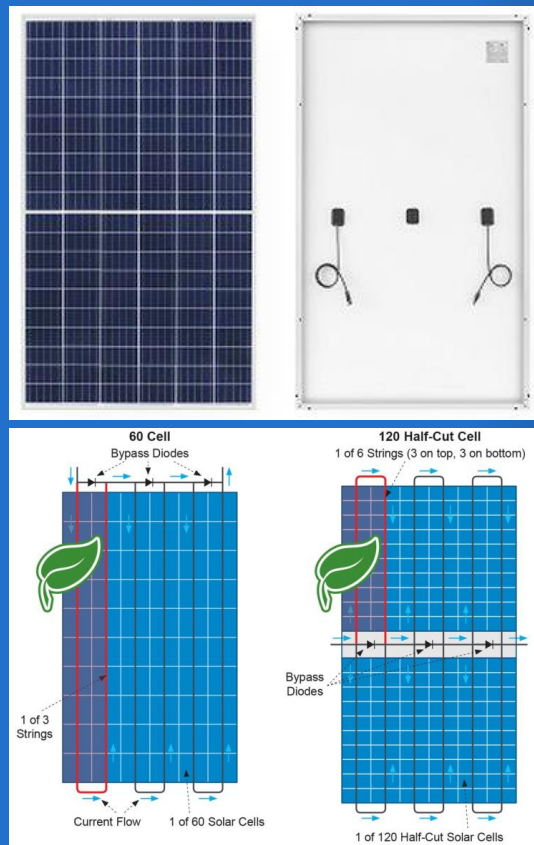
Devido a sua configuração física, os módulos Half-Cell possuem maior tolerância a sombras do que os módulos tradicionais.



Novas tecnologias: Half-Cell

Módulos convencionais: Uma caixa de junção com 3 diodos de passagem.

Módulos Half-Cell: Três caixas de junção com um diodo de passagem cada (Temperaturas podem diminuir de 15°C a 20°C).



Obrigado!

**Montagem de
Sistemas
Fotovoltaicos**

