

## COLEÇÃO “BOAS PRÁTICAS E TECNOLOGIAS NA CERÂMICA VERMELHA”

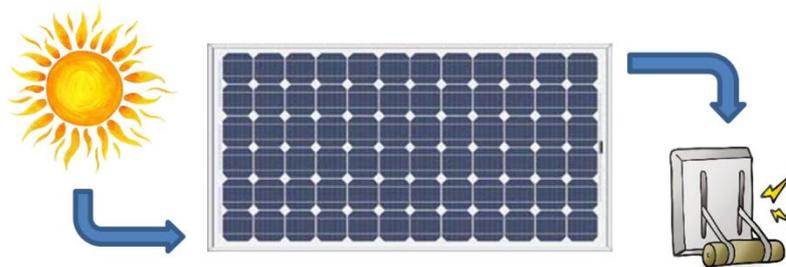


ENERGIA SOLAR  
FOTOVOLTAICA  
Nº 07/2022



### INTRODUÇÃO

A Energia Solar Fotovoltaica é a energia elétrica produzida a partir da transformação da luz solar (energia luminosa) em energia elétrica pelos painéis/placas fotovoltaicos. Quanto maior a incidência de luz ou radiação solar sobre os painéis solares, maior será a quantidade de energia elétrica produzida.

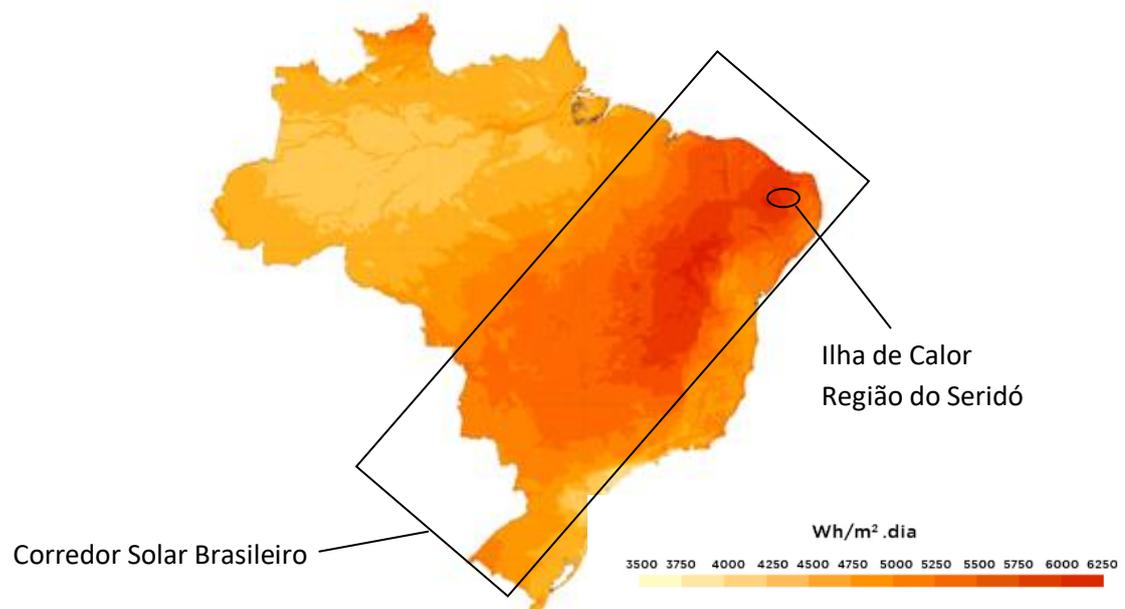


Esquemático do Funcionamento do Painel Solar

### POTENCIAL DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL/REGIÃO DO SERIDÓ

Por estar próximo à linha do Equador e não haver grandes variações da incidência do sol ao longo das quatro estações do ano, o Brasil se torna um território amplamente beneficiado para produção de energia fotovoltaica. Segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar (INPE, 2017), o Brasil recebe mais de três mil horas de luz solar, gerando uma incidência solar diária de 4.500 a 6.300 Wh/m<sup>2</sup> (Watt por metro quadrado). Comparativamente, o Brasil recebe 40% a mais de luz do sol que a Alemanha, o país que mais investe e usa a energia solar no mundo.

Conforme ilustração a seguir, percebe-se que um dos locais com maior incidência solar no Brasil está situado exatamente na região do Seridó no Nordeste, zona bastante privilegiada para o aproveitamento da energia solar.



Insolação para geração de energia solar fotovoltaica no Brasil.  
Fonte: INPE (2017).

## VANTAGENS E DESVANTAGENS DA APLICAÇÃO DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A energia solar se destaca não somente pela economia de energia nas despesas da unidade consumidora, mas também por não poluir, ser renovável, ser limpa, silenciosa, além de poder ser usada em áreas isoladas da rede elétrica, exigir pouca manutenção, possuir vida útil longa e facilidade de instalação. Alguns pontos de destaque:

### **Economia**

Normalmente a economia com a energia elétrica se situa entre 50% e 95%, dependendo da potência do sistema instalado, que está diretamente ligada ao investimento realizado. Essa economia se dá por conta de uma geração de própria energia e, conseqüentemente da redução ou eliminação do consumo de energia fornecida pela empresa concessionária. Essa economia se dá através do “Sistema de Compensação de Energia Elétrica”.

### **Sistema de compensação**

O Sistema de compensação de energia elétrica é uma regulamentação dos “Créditos de Energia Solar”. Esse Sistema tem como princípio a interconexão do sistema de energia fotovoltaico à rede de energia elétrica, através de um medidor “bidirecional”. Esse componente mede não só a energia consumida, mas também a quantidade de energia que o sistema solar injeta na rede elétrica nos momentos de sobra.

Desse modo, a energia solar produzida para uso industrial que não for consumida é injetada no sistema da distribuidora de energia elétrica local e é convertida em créditos, que serão descontados da conta de energia seguinte, podendo diminuir consideravelmente o seu valor. Assim, após a concessão dos créditos, a empresa tem um prazo de 60 meses para utilizar o Sistema de Compensação, havendo também a possibilidade destes créditos serem usados em outras unidades da própria empresa.

### **Incentivos fiscais**

O Brasil conta também com o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD), que busca estimular e ampliar a geração distribuída com fontes renováveis em diversos segmentos, entre eles a indústria.

Consumidores que geram energia solar podem ter direito a três grandes benefícios fiscais no Brasil: i) isenção de PIS/COFINS sobre a energia produzida através da Lei nº 13.169/2015; ii) isenção de ICMS pelo convênio CONFAZ 16/2015; e iii) desconto no IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano) do imóvel por meio de leis municipais de cada cidade. Ou seja, isso significa que toda a energia excedente que o seu sistema produziu, que foi injetada na rede da distribuidora e que depois retorna párea a empresa na forma de créditos energéticos é isenta de PIS/COFINS e ICMS. Já a energia consumida da rede durante a noite ou em dias nublados/chuvosos ainda está sujeita a cobrança desses impostos. Por fim, o desconto no IPTU (chamado de IPTU Verde ou IPTU Amarelo) é oferecido por várias cidades brasileiras como forma de incentivar a instalação de soluções sustentáveis.

### **Durabilidade**

Segundo o Portal Solar (2022), os painéis de energia solar são altamente duráveis e demandam baixa manutenção. Comumente, a durabilidade das placas é garantida com potência máxima em 90% até o décimo segundo ano e até 80% em 25 anos. Entretanto, nada impede que, por meio da boa manutenção que o equipamento seja utilizado por mais tempo.

### **Manutenção**

A correta instalação dos sistemas solares fotovoltaicos pode reduzir bastante a necessidade e a frequência de manutenção. Pontos importantes:

- Escolha adequada do local, em coberturas ou no solo, observando a direção predominante dos ventos para que resíduos industriais não sejam direcionados para os módulos fotovoltaicos.
- O modo de instalação deve privilegiar o escoamento perfeito da água da chuva, facilitando a limpeza natural dos módulos fotovoltaicos.
- Evitar a proximidade de vegetação, construções ou objetos que venham sombrear os módulos e reduzir a incidência solar.

A manutenção preventiva do sistema de energia fotovoltaica basicamente se resume a uma limpeza periódica dos painéis solares e uma checagem dos componentes elétricos e mecânicos do sistema com objetivo de manter sua produtividade. A limpeza manual do sistema de energia solar não exige mão de obra especializada, mas deve seguir critérios de segurança e orientações do fornecedor. É recomendável limpar os módulos solares uma ou duas vezes por ano, conforme as condições ambientais do local

### **Sustentabilidade em alta**

Investir em energia solar industrial contribui com as boas práticas Ambientais, Sociais e de Governança (ESG em inglês).

Atualmente vários fundos de investimento apoiam essas empresas que adotam os conceitos do ESG, como também o emprego da energia solar pode compor uma espécie de *Marketing Verde*.

### **Desvantagens:**

O investimento numa unidade de geração de energia solar fotovoltaica é elevado, embora algumas análises econômicas e financeiras demonstrem boa atratividade econômica diante da vida útil longa do sistema, além dos preços crescentes praticados para a energia elétrica. Dependendo do sistema a ser instalado, o retorno do investimento realizado (*payback*) pode ser longo.

Para as indústrias de cerâmica vermelha as áreas para acomodação dos módulos solares podem ser sobre as coberturas de galpões ou no solo em uma área vizinha a instalação fabril. O primeiro caso tem o inconveniente da maior dificuldade para manutenção e/ou limpeza e em alguns casos é necessário um reforço estrutural para a sustentação das placas. Segundo o Portal Solar (2022), o espaço necessário segue uma regra prática - para cada kWp de potência, são necessários cerca de 10 m<sup>2</sup>.

## **TIPOS DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS**

Existem três tipos de sistemas de energia solar fotovoltaicos aplicados no mercado: “on grid”, “off grid” e “híbrido”.

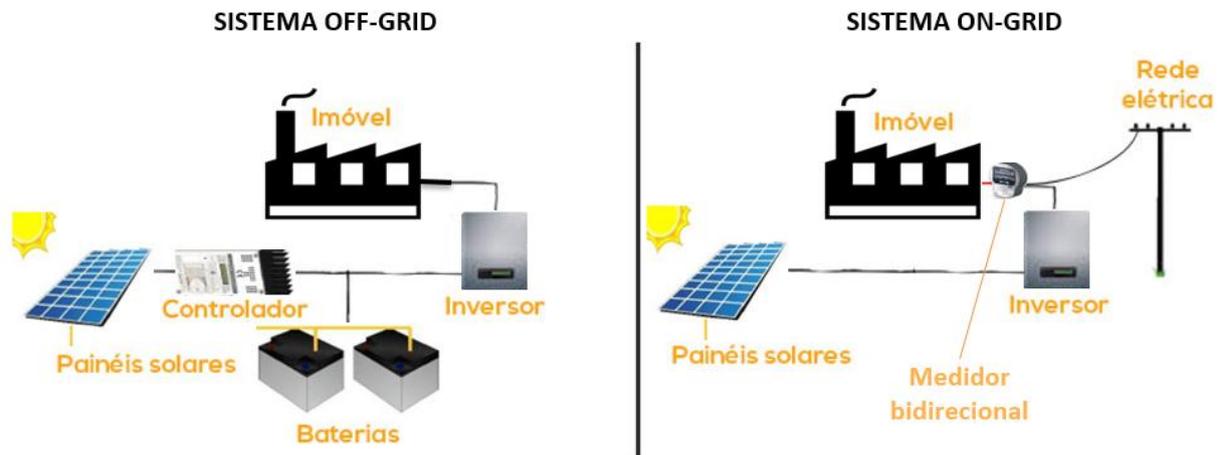
- a) “On grid” – o nome vem do inglês e significa “na rede”. Normalmente são instalados em áreas urbanas ou com fácil acesso à rede elétrica de distribuição, já que o sistema permanece conectado à esta rede pública. Ou seja, a radiação solar captada e convertida em eletricidade pelo sistema é usada pela própria unidade consumidora e o que sobra é entregue à concessionária, que concede créditos ao cliente, convertidos em descontos.

Por outro lado, caso a irradiação solar captada seja insuficiente para atender à demanda da empresa, a rede pública abastece com o que faltar. Esse processo é feito automaticamente e ajuda muito na redução do valor da conta.

- b) “Off grid” - A unidade consumidora onde a energia fotovoltaica é gerada está “fora da rede”, ou seja, opera de forma autônoma e sem integração à rede pública, A energia produzida em sistemas “off grid” é armazenada em baterias para garantir a fornecimento em períodos sem sol ou durante a noite. A quantidade de baterias está atrelada a quantidade de cargas e ao

tempo de autonomia desejado para o sistema. Em contrapartida, o custo desse tipo de sistema é bem mais elevado por conta das baterias necessárias.

- c) “Sistema híbrido” – É a junção dos dois sistemas anteriores. Ou seja, a mesma coisa que um gerador solar conectado na rede com um *back-up* de baterias. A bateria solar funciona como um *no-break* para a unidade consumidora.



Tipos de Sistemas Solares Fotovoltaicos

## PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS DE UM SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

**Módulos, Painéis ou Placas Fotovoltaicas:** são compostos pelas “células” que captam a radiação solar. São o ponto de partida do sistema e o seu funcionamento adequado depende deles, em primeiro lugar. Cada módulo, em geral, tem de 60 a 70 células que podem gerar uma potência de 300 a 600W, conforme o fornecedor.

**Inversor de frequência:** responsável pelo processo de conversão da energia fornecida pelas placas para a forma que é usada nos equipamentos da unidade consumidora. Essa conversão é que a corrente contínua gerada pelas placas é transformada em corrente alternada, de acordo com a necessidade da unidade consumidora. Além disso, ele é responsável por ajustar a tensão (110 ou 220 Volts) e garantir qualidade da energia fornecida.

O inversor ainda atua no direcionamento da energia que “sobra”. Se o sistema for “*on-grid*”, ou seja, conectado com a rede elétrica, o que não é utilizado é injetado na rede da concessionária. Já se for “*off-grid*”, o caminho é até as baterias.

**Medidor bidirecional:** aparelho de medição que serve para identificar qual é o caminho da energia nos dois sentidos: da rede de distribuição para a unidade consumidora e do sistema para a área da distribuidora de energia elétrica.

**Caixa de junção:** conhecida como “*string box*”, a caixa de junção é um dos mais importantes elementos de segurança do kit de energia solar. Ela conta com diversos componentes que protegem os módulos contra possíveis falhas, problemas no sistema ou na rede de distribuição.

Além disso, é nessa caixa em que há o sistema de desligamento para quando é preciso reparar o conjunto. De certo modo, o sistema atua como o disjuntor e é determinante para a durabilidade e o funcionamento de maneira segura em toda unidade consumidora.

**Cabeamentos:** servem para que tudo funcione conforme o esperado. Além de ser recomendado usar cabos especiais, há conectores específicos que garantem a transmissão correta. É necessário ter cuidado extra com essa parte, já que itens de baixa qualidade podem prejudicar o funcionamento do conjunto. Também é preciso contar com estruturas de fixação das placas, de modo a maximizar sua durabilidade.

**Sistema de monitoramento:** a tecnologia serve para deixar o sistema ainda melhor e mais seguro. É acoplado ao inversor e ajuda a controlar como anda a produção energética, a conversão e o funcionamento geral. É um recurso indispensável para garantir a prevenção contra anomalias e a identificação de problemas de forma antecipada.

## CASOS DE APLICAÇÕES NO SERIDÓ

Com base na localização geográfica da região do Seridó, o nível de irradiação solar médio é de 5,69 kWh/m<sup>2</sup>, segundo dados do CRESESB – CEPEL e analisando as faturas de algumas indústrias de cerâmica vermelha da região, em 12 meses entre 2021 e 2022, foi considerado o valor médio da tarifa de energia elétrica de R\$ 0,66/kWh.



Itens	Exemplo
Consumo antes da instalação kWh/mês	40.000
Investimento R\$	889.000,00
Quantidade de placas	778
Potência de cada placa solar	345W (268,41kWp)
Quantidade inversores	4,00
Potência Inversores	3x60kW e 1x40kW
Expectativa de geração kWh/mês	38.000
Tarifa média de energia elétrica R\$/kWh	0,66
Economia R\$/mês	25.080,00
Payback simples do investimento (meses)	35

Nesse caso exemplo, percebe-se que o tempo aproximado para se ter um retorno financeiro do investimento em projetos semelhantes está por volta de 3 anos, lembrando que a vida útil das placas é de 25 anos, podendo chegar a bem mais se realizadas as devidas manutenções.

### Referências

ABSOLAR, 2016. Avanços tributários para a energia solar. Associação Brasileira de Energia Solar. São Paulo. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/>, acesso em: 15 jul. 2022.

ANEEL, 2015.. Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>, acesso em: 15 jul. 2022.

\_\_\_\_\_. Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015. Brasília, 2015. Disponível em: <https://microinversor.com.br/resolucao-normativa-687-aneel/?v=19d3326f3137>, Acesso em: 15 jul. 2022.

INPE, 2017. Atlas brasileiro de energia solar, 2a. edição, São José dos Campos, 80p. Disponível em: <http://doi.org/10.34024/978851700089>, acesso em: 15 jul. 2022.

PORTAL SOLAR, 2022. Número de conexões de micro e minigeração de energia. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/>. Acesso em: 15 jul. 2022.

Elaboração:



Este informe técnico faz parte do conjunto de materiais de disseminação tecnológica do Projeto “Eficiência Energética nos Arranjos Produtivos Locais (APL) do Setor de Cerâmica Vermelha na Região do Seridó dos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte”, a cargo do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), e sob encomenda do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). É voltado para apoio ao polo produtor de cerâmica vermelha regional e busca promover o Uso Eficiente de Energia e a Implementação de Fontes Renováveis de Energia. Seu objetivo maior é fomentar maior produtividade e sustentabilidade no setor no seu sentido mais amplo.

Para mais conteúdos referentes ao setor de cerâmica vermelha, acesse:

<https://www.gov.br/int/pt-br/central-de-conteudos/ceramica-vermelha>

Elaborado por:

Instituto Nacional de Tecnologia (INT) - <https://www.gov.br/int>

Laboratório de Energia (LABEN) – Divisão de Avaliações e Processos Industriais (DIAPI)

Contatos: [augusto.rodrigues@int.gov.br](mailto:augusto.rodrigues@int.gov.br) / [mauricio.henriques@int.gov.br](mailto:mauricio.henriques@int.gov.br)

Instituto Nacional de Tecnologia (INT). Eficiência energética. Coleção Boas Práticas e Tecnologias na Cerâmica Vermelha, N° 05. Projeto APL Cerâmica Vermelha no Seridó. Rio de Janeiro, 2022.

