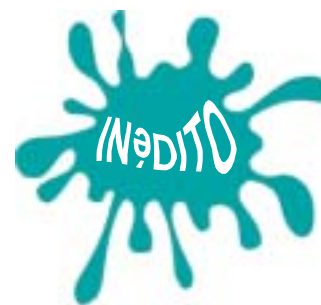


# Energia SOLAR



A.Simas (ornitófilo)

Se você usa iluminação artificial em seu criadouro e deixa as lâmpadas acessas o dia todo, o emprego de energia solar pode representar uma economia e, principalmente, a garantia de fornecimento contínuo de energia.

A energia solar é uma fonte infinita de energia, limpa e renovável, e sua geração, portanto, não emite ruídos nem outras formas de poluição.

Essa tecnologia funciona por meio de painéis fotovoltaicos que convertem a luz solar em eletricidade, a partir de materiais semicondutores como o silício. Quando as partículas dos raios solares (*fótons*) atingem os átomos desses materiais, provocam o deslocamento ordenado de elétrons, gerando corrente elétrica, usada para carregar uma bateria ou alimentar a rede elétrica residencial.

Para elaborar um projeto de energia solar, é necessário saber o quanto de energia precisa ser gerado (consumo) e que sistema fotovoltaico será utilizado.

Os sistemas fotovoltaicos podem ser de dois tipos: sistemas isolados (*off-grid*) e sistemas conectados à rede (*grid-tie*). Os sistemas isolados funcionam independentes da rede elétrica e geralmente são utilizados em locais remotos ou onde o custo de acesso à rede é maior que o custo do próprio sistema. Normalmente esses sistemas utilizam baterias que armazenam energia para o abastecimento em períodos sem sol. Já nos sistemas conectados à rede, a energia solar fotovoltaica gerada alimenta diretamente os aparelhos ligados à rede elétrica residencial e o excesso vai para a distribuidora local de energia, abastecendo do que foi consumido.

Em se tratando de um sistema isolado, qualquer pessoa que tenha um pouco de conhecimento de eletricidade poderá instalar o *kit* de energia solar. Porém, se for um sistema de energia solar conectado à rede residencial quem deve fazer o projeto e instalação é uma empresa especializada ou um profissional habilitado (eletrotécnico ou engenheiro), pois é necessária, além do projeto, a homologação da concessionária de energia local e para isso é exigido um ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) e a troca do relógio de luz por um bidirecional, que mede a quantidade de eletricidade que entra e a que sai.

No caso da iluminação do criadouro, o mais simples e barato é a instalação de um sistema isolado, e é sobre esse aspecto que desenvolveremos o assunto.

## Sistema isolado - (*off-grid*)

O sistema isolado de geração de energia solar fotovoltaica é composto basicamente de quatro elementos principais e acessórios:

### 1- Painel solar ou placa fotovoltaica:

Gera a energia elétrica que abastece as baterias. Tem a propriedade de transformar os raios do sol em corrente elétrica contínua. Um sistema pode ter apenas um painel ou vários painéis interligados entre si. Comumente se utiliza o painel solar de 60 células. Ele possui aproximadamente 1m x 1,65m e pesa em torno de 18-20kg cada. O tipo de célula pode ser monocristalino, policristalino ou *thin-film*. O policristalino oferece o melhor custo benefício.

Para garantir a eficiência dos módulos fotovoltaicos e melhorar a captação de energia solar, o posicionamento e a inclinação dos painéis são muito importantes. No Brasil, o painel solar deve ser posicionado voltado para o norte verdadeiro (diferente do norte magnético da bússola). Quanto ao ângulo de inclinação, este deve ser igual à latitude do local em que o sistema fotovoltaico será instalado. No entanto, variações pequenas na inclinação não diminuem de maneira significativa a energia gerada, sendo que uma variação de 10° para mais ou para menos em relação ao valor da latitude não irá alterar a captação de radiação solar.

Como a posição do sol varia de acordo com as estações do ano, existem controles que orientam os módulos para acompanhar o movimento solar, estes controles podem ser manuais ou automáticos.

A manutenção dos módulos fotovoltaicos se restringe a limpeza periódica de sua superfície de vidro, eliminando a poeira e outras sujeiras como folhas e fezes de pássaros.

### 2- Controlador de carga:

Esse é um dispositivo que regula a tensão (voltagem) e corrente elétrica (amperagem), garantindo o correto abastecimento da(s) bateria(s). Evita sobrecargas e descarga total, aumentando a vida útil delas.

O usuário optando por um controlador de carga MPPT, o sistema terá um ganho de eficiência quando comparado a um sistema com uso do controlador PWM, que, embora mais barato, não reaproveita o excesso de energia. Por exemplo: 2 painéis gerando um total de 260w

## PAINEL FOTOVOLTAICO



CONTROLADOR DE CARGA

BATERIA

INVERSOR

o MPPT de 40A-100v aproveita os 260w, enquanto o PWM aproveita somente 117,6w. O controlador PWM automático é mais caro, mas garante o correto abastecimento, ajustando automaticamente a carga de acordo com a flutuação da bateria.

O seu dimensionamento é feito em função das características elétricas dos painéis fotovoltaicos e do conjunto de baterias.

Recomenda-se a instalação do(s) controlador(es) o mais próximo possível da(s) bateria(s), para evitar perdas de energia na fiação. A instalação da bateria e controlador sempre devem ser em local à sombra e ventilado.

### 3- Inversor:

Tem a função de transformar a corrente contínua (CC) em corrente alternada (AC) e elevar a tensão de 12v para 127v. A energia que sai do inversor alimenta diretamente lâmpadas e aparelhos elétricos. Existe o inversor comum e o micro inversor. Esse último, embora mais barato e mais prático, além de oferecer maior segurança para o instalador — pois não opera em alta tensão — para sistemas isolados (off-grid), que é o nosso caso, ele não se aplica por ser conectado diretamente embaixo da placa, tornando difícil o seu acesso e complicada sua ligação ao controlador de carga e bateria(s).

Há dois tipos de inversores em função das características da forma de onda:

a) onda modificada: são inversores de onda quadrática. Podem danificar alguns equipamentos de uso continuado, porém tem melhor custo benefício e pode ser usado, sem problema, na maioria dos apa-

relhos de uso intermitente, exceto motores e outros aparelhos de corrente induzida.

b) onda senoidal: esses inversores, de onda senoidal pura, são mais caros, mas podem ser utilizados em qualquer aparelho sem problema algum.

O inversor também é determinado pela tensão de entrada, correspondente à do sistema solar (12v ou 24v) e pela tensão de saída (110v ou 220 v). Inclusive ele poderá ser monofásico ou trifásico.

O inversor será desnecessário se lâmpadas e demais aparelhos a serem alimentados forem todos de corrente contínua, pois serão conectados diretamente no controlador de carga ou na bateria.

### 4- Bateria:

A bateria armazena a energia elétrica a ser utilizada no sistema. Toda a energia consumida por lâmpadas e demais aparelhos é suprida principalmente pela(s) bateria(s); a função do painel solar fotovoltaico é repor a energia da(s) bateria(s) (recarregar as baterias). A(s) bateria(s) deve(m) ter capacidade de armazenar, no mínimo, dois períodos de operação completos, ou seja, deve(m) armazenar energia para dois dias de funcionamento, devido ao tempo nublado ou dia chuvoso. O ideal é utilizar bateria estacionária, sendo as melhores as de gel, VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*). Porém, a bateria automotiva poderá ser uma opção economicamente mais viável em aplicações onde a(s) bateria(s) não seja(m) totalmente descarregada(s). Em um minissistema, uma bateria de *nobreak* de 12v-7a poderá ser usada. No sistema conectado à rede (*grid-tie*) não há necessidade de bateria, o componente mais caro do sistema, pois a ener-

gia gerada abastece diretamente as lâmpadas e aparelhos e, a que não é consumida vai para o fornecedor local e, se o consumo for maior, será usada a energia fornecida.

#### 5- Acessórios:

Estrutura de fixação, cabeamento especial para corrente contínua, conectores especiais, fusíveis, disjuntores, medidor de geração e quadro de distribuição.

#### 6- Preço

Uma ideia de preço dos componentes do sistema de energia solar (valores de OUT/2018, no mercado livre):

PAINEL 50w	CONTROLADOR	INVERSOR	BATERIA	TOTAL
R\$ 225,00	R\$ 45,00	R\$ 150,00	R\$ 260,00	R\$ 680,00

### Dimensionamento dos componentes de um sistema fotovoltaico *off-grid*

Quando se projeta um sistema fotovoltaico *off-grid*, deve-se levar em conta dois fatores principais: a energia elétrica necessária para alimentar os equipamentos elétricos que serão utilizados e a irradiação solar no local de instalação do sistema. O dimensionamento do sistema compreende as seguintes etapas:

#### 1- Estima-se o consumo de eletricidade

Verificam-se quantas lâmpadas e aparelhos, de que potências (w) e por quantas horas serão alimentados pelo sistema, calculando-se o consumo total diário. Sugere-se a utilização de lâmpadas de led de 12v corrente contínua ou de 127v corrente alternada.

Por exemplo: Durante um dia (24h), duas lâmpadas de led de 12v 9w ficam ligadas por 12 horas, um timer fica ligado 24h e um exaustor de 100w por 2h. Fazendo o cálculo teremos:  $(2 \times 9 \times 12) + (1,5 \times 24) + (100 \times 2) = 452$ , ou seja, 500wh/dia.

#### 2- Calcula-se a quantidade de placas fotovoltaicas

O conjunto de placas solares, que deve ser capaz de abastecer diariamente toda a carga da(s) bateria(s), repondo a energia consumida pelos equipamentos elétricos em um período de operação, e prover uma “folga” de energia, que seja capaz de suprir quaisquer perdas e/ou compensar um dia com baixa irradiação solar (nublado ou chuvoso).

A quantidade de painéis solares a ser utilizada depende não só da energia a ser gerada mas também da irradiação solar média, no local de instalação das placas fotovoltaicas.

#### Irradiação solar

Para saber qual é essa irradiação:

a) Obtenha os valores de latitude e longitude da localidade na Internet, no Google Map, clicando o botão direito do mouse no ponto desejado. Escolha a opção “*o que há aqui*”. Anote os valores que aparecem. No caso do meu criadouro, o STUD EnCanto, localizado em Vila Isabel – Rio/RJ, a latitude é 22,91° e a longitude 43,25°;

b) Entre no site do Cresesb - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sergio de S.Brito ([www.cresesb.cepel.br](http://www.cresesb.cepel.br)), clique em “Potencial ener-

gético”, depois em “Potencial solar” que vai abrir o programa SunData, destinado ao cálculo da média mensal de irradiação solar diária, em qualquer ponto do território nacional;

c) Digite as coordenadas geográficas de latitude e longitude;

d) Veja na tabela “Calculo no plano inclinado” qual o valor médio mensal de irradiação solar, “no plano horizontal / inclinação 0°N”, que no caso das coordenadas do STUD EnCanto é de 4,73kwh/m<sup>2</sup>/dia.

### Dimensionamento dos painéis

Para saber quantas placas serão necessárias:

a) Divida o consumo diário pelo valor de irradiação solar do local. Ex.:  $500 / 4,73 = 105,7$  aprox. 106wp/dia;

b) Considere a eficiência da placa. Ex.: supondo que a eficiência seja 83% divida o valor acima por 0,83 ( $106 / 0,83 = 127,77$  aprox. 128);

c) Divida esse valor pela potência da placa, supondo 150w, teremos:  $128 / 150 = 0,85$ , ou seja, uma placa de 150w;

d) Consulte a Ficha Técnica do painel para obter, entre outras, as especificações de potência gerada, tensão operacional ou de pico e corrente que no caso desse módulo solar fotovoltaico são: 150w, 18,28v e 8,2a em corrente contínua.

Quando se usa mais de um painel, a tensão ou a corrente aumenta, ou seja:

a) Se conectarmos os painéis em paralelo, (positivo com positivo e negativo com negativo), a tensão se mantém e as correntes se somam, a cada painel adicionado;

b) Se conectarmos os painéis em série, (positivo de um painel com o negativo do outro), a corrente se mantém e as tensões se somam, a cada painel adicionado;

c) Em uma configuração mista (série/paralelo), primeiro somam-se as correntes dos painéis em série e depois se somam as tensões dos painéis em paralelo.

#### 3- Calcula-se a capacidade da bateria

A partir do total de corrente produzida pelo painel ou painéis calcula-se a capacidade da(s) bateria(s), do sistema fotovoltaico *off-grid*, sem subdimensionar (correndo o risco de faltar energia) nem superdimensionar (encarecendo demais o projeto).

Então, para determinar a capacidade da(s) bateria(s), primeiro calcule a corrente (A) gerada pelos painéis (a saber:  $A = W / V$ ), dividindo a potência (W) pela tensão (V). Ex.:  $150w / 18,28v = 8,2a$ . Depois multiplique a corrente gerada pelas horas de sol do dia. Ex.:  $8,2a \times 12h = 98,4a$ , ou seja, a bateria deverá ser de 12v 100ah.

#### 4- Seleciona-se o controlador de carga

Uma vez definido o banco de baterias e a quantidade de painéis do sistema fotovoltaico isolado, faz-se o dimensionamento e seleção do controlador de carga das baterias que pode ser do tipo MPPT ou PWM.

A tensão do controlador deve ser igual à do sistema



(12v ou 24v) e a capacidade deve superar em aproximadamente 20% a corrente dos painéis ou as de consumo, a que for maior.

Divide-se a potência (watt) de geração dos painéis pela tensão (volt) do sistema obtendo-se a corrente (ampere) que será necessária para definir o controlador. Ex.:  $150w / 18,28v = 8,2a$ , ou seja o controlador de carga deve ser de 12v – 10a, ou maior.

É possível usar vários controladores de carga e ligar todos ao mesmo banco de baterias. Isso é prática comum, especialmente em sistemas fotovoltaicos *off-grid* de grande porte.

### 5- Dimensiona-se o inversor

Quando é preciso alimentar lâmpadas e aparelhos eletroeletrônicos que trabalham em corrente alternada, faz-se uso de um inversor, que é dimensionado segundo a potência dos equipamentos que serão alimentados. O consumo do inversor é muito pequeno. Por exemplo, um de 1200w consome meio ampere.

Verifique qual é a tensão operacional ou de pico do painel utilizado ( $V_{mp}$ ), multiplique essa tensão pelo número de painéis que serão utilizados para encontrar a tensão de entrada do inversor. Ex.:  $18,25v \times 1 = 18,28v$

Definido o tipo de inversor, se de onda modificada ou onda senoidal, se monofásico ou trifásico e a tensão de entrada e a de saída, dimensiona-se sua capacidade, considerando a potência (w) consumida pelos aparelhos, A potência do inversor deve superar a soma das potências dos equipamentos, incluindo os picos. Ex.: Para um consumo de 350w podemos usar um inversor de 400w.

É possível dividir os equipamentos elétricos entre

vários inversores, e alimentá-los todos pelo mesmo banco de baterias, o que é feito em grandes sistemas fotovoltaicos *off-grid*.

### Instalação do sistema no criadouro

Havendo decidido usar energia solar no criadouro e já tendo calculado o sistema, há de se considerar ainda:

a) Primeiro, quanto à instalação do painel solar se no telhado ou no chão e providenciar a estrutura que garanta sua fixação na inclinação correta. Se no telhado, calcule a diferença do ângulo entre a latitude e a inclinação do telhado. Recomenda-se deixar um espaço de 3 a 5cm entre o painel e as telhas para ventilação, evitando a condensação sob o mesmo;

b) Depois, quanto à localização dos demais componentes, lembrando que quanto mais próximos um do outro, as perdas de eletricidade serão menores.

c) Finalmente, a interligação do sistema fotovoltaico aos equipamentos que serão alimentados, se possível aproveitando as instalações existentes, fazendo as ligações no próprio quadro de distribuição local. Caso queira fazer uma instalação totalmente independente, terá que providenciar uma nova caixa de distribuição que pode ser de sobrepor, fixada sobre a parede, de 6 disjuntores, podendo usar apenas 2 disjuntores (um para corrente contínua e outro para corrente alternada) e um medidor de consumo. Além disso, talvez seja necessário fazer a instalação de eletrodutos, tomadas, bocais de lâmpadas e fiação.



DIAGRAMA DAS LIGAÇÕES DO SISTEMA FOTOVOLTAICO ISOLADO