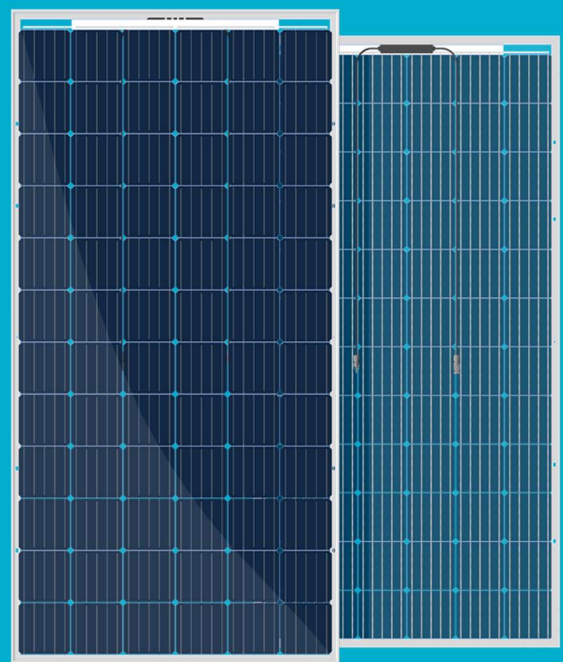
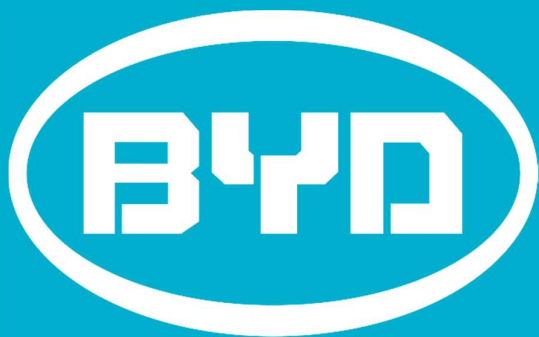


MANUAL DE INSTALAÇÃO

MÓDULOS FOTOVOLTAICO BIFACIAL



Agradecimentos

Obrigado por escolher os módulos fotovoltaicos da BYD Energy do Brasil.

Você acaba de adquirir um produto fabricado por uma das empresas líderes mundiais na geração e venda de sonhos verdes, que coloca toda sua tecnologia a serviço do meio-ambiente e do bem estar da sociedade. A BYD é uma empresa especializada em energia limpa, sendo a maior fabricante mundial em baterias recarregáveis e sistemas estacionários, além de ser a maior fabricante mundial de veículos elétricos (incluindo híbridos plug-in).

O módulo Bifacial que você acaba de adquirir, possui uma tecnologia exclusiva da BYD e foram projetados para atender os mais rigorosos requisitos do mercado atual, oferecendo uma maior vida útil e menor degradação por temperatura ao longo dos anos. Este manual inclui os procedimentos de instalação, cuidados, armazenamento, manuseio e manutenção dos módulos.

Este documento está sujeito a alterações em intervalos irregulares e sem prévio aviso, visando sempre a melhoria contínua do produto e também dos procedimentos de instalação. Por favor, leia atentamente este manual e, em caso de dúvidas, entre em contato com a BYD Energy do Brasil através do número 0800 942 8088 (SAC).

Sumário

1. Introdução.....	4
2. Informações Gerais	4
3. Regras de Segurança:	4
4. Utilização dos EPIs (Equipamento de Proteção Individual):.....	4
5. Escopo	4
6. Dimensões do produto	5
7. Identificação do produto	5
7.1. Etiqueta de identificação	6
7.2. Etiqueta de eficiência Procel (Inmetro).....	6
8. Embalagem do produto	6
9. Transporte do produto	7
10. Armazenamento do produto	8
11. Manuseio dos módulos.....	8
11.1 Ambiente de instalação	9
11.2 Inclinação do módulo em relação ao sol	9
11.3 Sombreamento	10
12 Ventilação	11
13 Dimensionamento dos condutores (cabos).....	11
14 Instalação.....	11
14.1 Requisitos de Instalação	11
14.2 Sistema de montagem.....	12
14.3 Fixação	13
14.4 Métodos de Instalação	14
14.5 Sistema de solo	16
14.6 Sistema de Inserção	17
15. Aterramento	18
16. Tipos de instalação	19
16.1 Instalação dos módulos em série.....	19
16.2 Instalação dos módulos em paralelo.....	19
16.3 Instalação dos módulos em Leap Frog.....	20
17. Conectores dos módulos	20
18. Cabos dos conectores.....	21
19. Dimensionamento Elétrico	22
20. Manutenção e Cuidados	22
21 Limpeza dos painéis	22

1. Introdução

Este manual descreve os procedimentos e cuidados no transporte, armazenamento, manuseio, instalação e manutenção dos módulos fotovoltaicos Bifaciais fabricados pela empresa BYD Energy do Brasil.

2. Informações Gerais

Para realização do transporte, manuseio, armazenamento, instalação ou qualquer tipo manutenção nos módulos fabricados pela BYD, é necessário ler atentamente os procedimentos, orientações e alertas contidos neste manual, bem como seguir todas as suas orientações.

O profissional responsável pela instalação do produto, deve estar devidamente habilitado e certificado conforme as normas regulamentadoras vigentes no mercado, para orientar os respectivos clientes e consumidores finais, quanto a todos os procedimentos de segurança e correto uso do sistema, evitando assim, os riscos de danos à saúde ou a propriedade.

3. Regras de Segurança:

Os módulos BYD devem ser manuseados e instalados somente por profissionais certificados e que atendam TODAS as normas regulamentadoras do mercado, referentes a segurança em instalações e serviços elétricos. O atendimento a estas normas prevê a obrigatoriedade de treinamentos periódicos em órgãos reconhecido pelo MT (Ministério do Trabalho), específicos para trabalhadores autorizados a intervir em instalações elétricas, sob riscos decorrentes do emprego de energia elétrica e as principais medidas de prevenção de acidentes, além de submeter os trabalhadores a treinamento teórico e prático, visando garantir a capacitação sobre os riscos, medidas de controle, de emergência e salvamento.

4. Utilização dos EPIs (Equipamento de Proteção Individual):

Para instalação e manutenção dos módulos fotovoltaicos, é mandatório o uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI) como roupas específicas, óculos de proteção, capacetes e luvas especiais.

Os riscos estão relacionados com choque elétrico, risco de queda quando instalados em telhados de edificações e cortes em função dos cantos pontiagudos das esquadrias.



ATENÇÃO: Antes de manusear ou instalar o painel solar, ler atentamente o manual. O módulo solar ao ser exposto a luz (do sol ou artificial), gera corrente elétrica continua. Cubra com um pano ou papel não translúcido para maior segurança ao manusear e instalar o painel.

5. Escopo

Este documento contempla as informações referentes aos modelos que utilizam a tecnologia Single Glass de 72 células de silício Policristalino ou Monocristalino de 1500 V contendo os códigos abaixo:

BYD360MBK-36 / BYD365MBK-36 / BYD370MBK-36 / BYD375MBK-36 / BYD380MBK-36 / BYD385MBK-36 / BYD390MBK-36.

6. Dimensões do produto

O produto *Bifacial* produzido pela empresa BYD contempla as dimensões conforme a Figura 1.

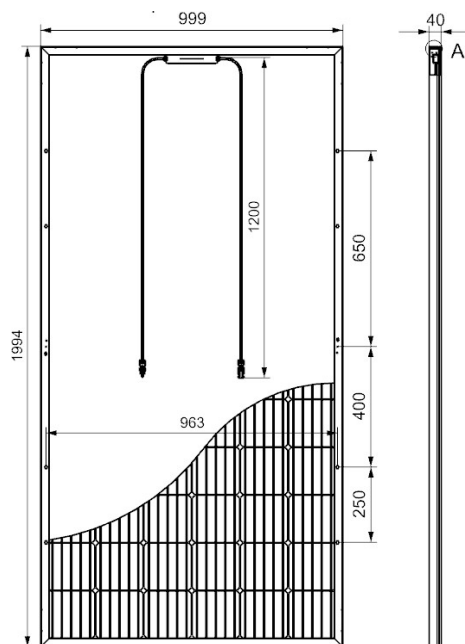


Figura 1 – dimensões do módulo fotovoltaico

7. Identificação do produto

Todo módulo BYD, possui um código de barra, conforme a Figura 2, com objetivo de manter a rastreabilidade do produto durante toda sua vida útil.



Figura 2 – etiqueta de identificação do produto

BR 190727 SG MB 5P K E - 070, onde:

- BR** – Local de fabricação: Brasil;
- 190727** – Data (AAMMDD);
- SG** – SG: Single Glass;
- MB** – MB: Monocristalino Bifacial;
- 5P** – Número de barramentos;
- K** – K: 1500 V;
- E** – Controle interno;
- 070** – Número de série sequencial alfanumérico.

7.1. Etiqueta de identificação

Contém informações sobre o produto como: modelo, potência máxima (P_{max}), tolerância de potência, tensão máxima (V_{mp}), corrente máxima (I_{mp}), tensão de circuito aberto (V_{oc}), corrente de curto circuito (I_{sc}), temperatura nominal de funcionamento da célula, peso, dimensões, tensão máxima do sistema, classes de aplicação, órgãos certificadores, endereço do fabricante e alertas de instalação e manuseio, a Figura 3 demonstra um exemplo de etiqueta de identificação.

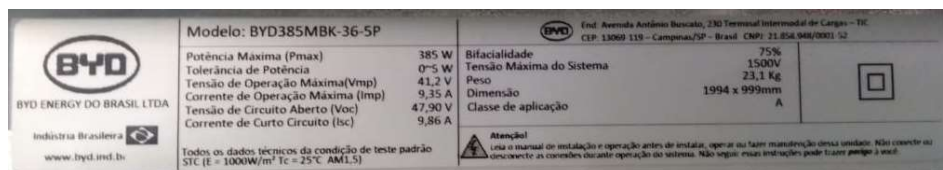


Figura 3 – exemplo de etiqueta de identificação

7.2. Etiqueta de eficiência Procel (Inmetro)

Indica a classificação do produto e sua eficiência energética (%). Além disso, contém informações importantes referentes a sua geração, como: média mensal de energia (kWh/mês), potência em condições padrão (W) e a área externa do módulo (m^2). A Figura 4 demonstra esse modelo de etiqueta.

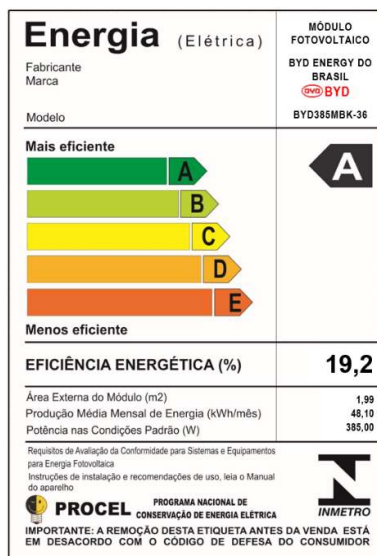


Figura 4 – etiqueta de eficiência Procel

8. Embalagem do produto

A embalagem dos módulos BYD possuem a certificação ISTA (International Safe Transit Association), que garante a integridade dos produtos, desde o acondicionamento inicial dos módulos durante o processo de fabricação, até o seu correto armazenamento e transporte.

A embalagem contempla as dimensões e peso conforme Tabela 1 e as Figuras 5 e 6 demonstram respectivamente as vistas explodida e montada da embalagem.

Tabela 1 – dimensões da embalagem do produto

Dimensões (L x C x A)	1.110 x 2.004 x 1.150 (mm)
Peso módulo (1 unidade)	23,20 kg
Peso embalagem	45,00 kg
Peso líquido (28 unidades)	649,60 kg
Peso bruto total	694,60 kg
Empilhamento máximo	1 unidade

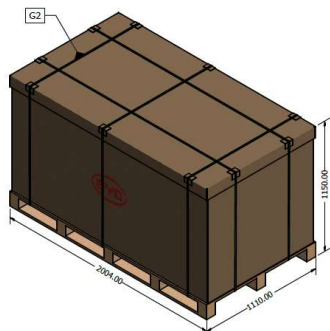


Figura 5 – Embalagem montada

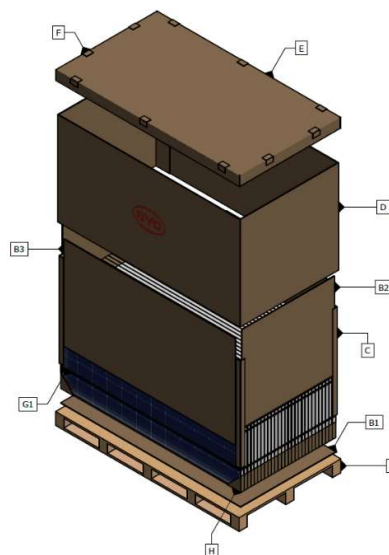


Figura 6 – vista explodida da embalagem

9. Transporte do produto

Para o transporte da embalagem, favor observar para os critérios abaixo:

- 9.1. Atentar para as informações logísticas inseridas na embalagem;
- 9.2. Não incline as caixas de embalagem em um ângulo superior a 15° durante o transporte;
- 9.3. Durante o processo de transporte, observar atentamente etiquetas de instrução “up” e “down” contidas nas caixas de embalagem, evitando assim, invertê-las durante o processo;
- 9.4. Os módulos devem ser transportados utilizando somente a embalagem original da BYD;
- 9.5. As embalagens deverão estar completamente fixas ao veículo que está realizando o transporte, de modo a evitar movimentação e possíveis impactos que danifiquem as embalagens e/ou módulos durante o transporte, perdendo assim a garantia fornecida pelo fabricante BYD;
- 9.6. Ao realizar o carregamento/descarregamento das embalagens, utilize o prolongador nos garfos da empilhadeira ou paleteira, posicionando-os do lado maior da embalagem, conforme Figura 7 e 8, evitando assim, danos a caixa e/ou dificuldades durante o transporte.



Figura 7 – Posicionamento da embalagem

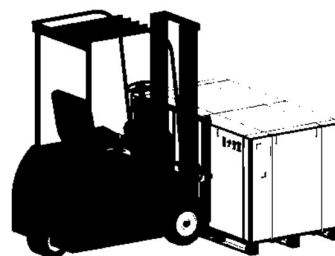


Figura 8 – Transporte da embalagem

10. Armazenamento do produto

Para o armazenamento da embalagem, favor respeitar as observações a seguir:

- 10.1. Os módulos deverão ser armazenados na embalagem original BYD;
- 10.2. O empilhamento máximo permitido da embalagem original BYD é de 01 unidade;
- 10.3. As embalagens devem ser mantidas em locais planos e cobertos para proteção contra chuva e demais intempéries;
- 10.4. Quando retirados da embalagem, os módulos devem ser mantidos em local seguro, seco e ventilado, evitando impactos ou incidência de raios solares ou luz artificial direta;
- 10.5. Após aberto e retirado da embalagem, garanta que o módulo seja mantido sempre com os conectores MC4 conectados (em curto-circuito).

11. Manuseio dos módulos

Ao realizar o manuseio dos módulos BYD, sempre utilize os equipamentos de proteção individual (EPI) e siga os selos de observações para o correto manuseio dos produtos.



- Não utilizar os cabos, caixas de junção ou suportes para manuseio ou transporte dos módulos;
- Evitar impactos com superfícies ou outros materiais que possam causar riscos ou quebra do módulo;
- Não é permitido inserir cargas localizadas que causem pressão excessiva sobre a superfície do módulo, pois poderá causar micro trincas internas nas células fotovoltaicas, comprometendo assim o rendimento e durabilidade do produto;
- Não coloque os módulos em contato direto com o solo ou outra superfície rígida, sob risco de danificar o produto e comprometer seu correto funcionamento e durabilidade. Os produtos devem ser acomodados somente em superfícies contendo as devidas proteções (ex.: espuma ou papelão);
- Nunca conectar ou desconectar os módulos fotovoltaicos quando estes estiverem em processo de geração de energia;
- Não retire as tampas das caixas de junção e/ou viole as conexões internas dos diodos de “bypass”;
- O máximo empilhamento permitido estático para os módulos é de 28 unidades, desde de que seja realizado de forma segura e em um local plano, sendo necessário manter o correto alinhamento e utilizar espumas espaçadoras entre os módulos, evitando interferências que possamos causar danos ao produto.
- Não é permitido pisar ou manter-se sentado ou em pé sobre a superfície dos módulos;
- Não realize a instalação de módulos danificados que ofereçam riscos de problemas funcionais, evitando assim, choques elétricos causados pelas partes internas dos produtos;

- Não realize o reparo do módulo fotovoltaico. Caso haja algum problema funcional no produto, encaminhe-o à empresa responsável para devida manutenção.

11.1 Ambiente de instalação

As células fotovoltaicas necessitam da luz solar para geração da corrente elétrica, sendo assim, o módulo deverá ser instalado em local aberto e condições normais de umidade e temperatura (Figura 9). Não é recomendado instalar o produto em locais fechados, próximos a materiais inflamáveis (Figura 10), locais submersos, próximos ao mar e/ou enxofre (isto é, fontes de enxofre, vulcões), pois isto implica o módulo a risco de corrosões.



Figura 9 – Ambiente de instalação correto

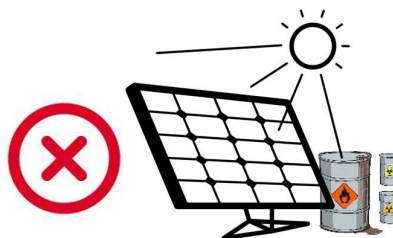


Figura 10 – Instalação em ambiente perigoso

11.2 Inclinação do módulo em relação ao sol

Para que haja um melhor aproveitamento da absorção dos raios solares pelas células, é necessário encontrar a melhor orientação/inclinação para os módulos. Para obter um maior rendimento, os raios solares devem atingir o módulo de forma perpendicular, sendo que, para cada região existe uma inclinação adequada.

O melhor desempenho do arranjo fotovoltaico normalmente é obtido orientando-se para o equador com uma inclinação próxima à latitude do local. A Figura 11 demonstra as diferentes inclinações em relação ao sol. A Figura 12 mostra o rendimento conforme a orientação.

Consulte <http://www.cresesb.cepel.br> para maiores informações.

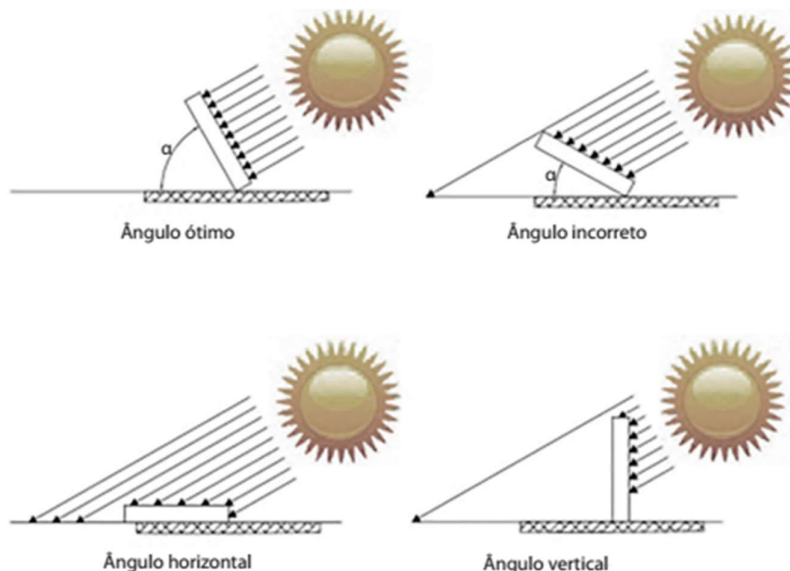


Figura 11 – Ângulos de inclinação do módulo

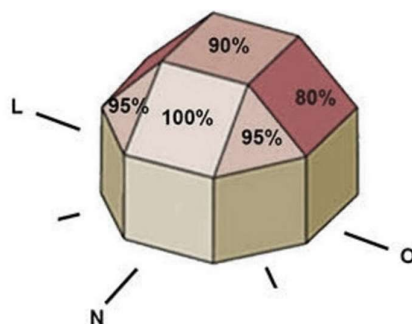


Figura 12 – Rendimento x Orientação

11.3 Sombreamento

O sombreamento é um grande ofensor do módulo fotovoltaico, pois além de reduzir o rendimento do produto, ainda reduz o tempo de vida útil do painel. Mesmo em tamanhos reduzidos, sombreamentos constantes causados por dejetos de pássaros, sujeidade ou objetos, causam o efeito de *hot spot* (ou ponto quente), ou seja, quando as células afetadas são forçadas a uma polarização inversa, dissipando energia que pode causar sobreaquecimento, danificando o seu encapsulamento e degradando o desempenho de todo o módulo. A Figura 13 mostra o comportamento correto do módulo e a Figura 14 ilustram algumas perdas causadas pelo sombreamento.

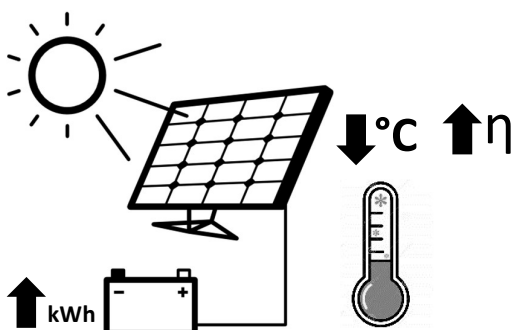


Figura 13 – Correto funcionamento do módulo

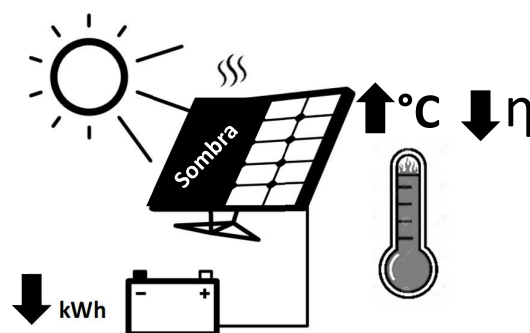


Figura 14 – Perdas por sombreamento



ATENÇÃO: Antes de projetar e instalar um sistema fotovoltaico, é necessário observar o grau de corrosão do ambiente conforme a norma ISO12944, garantindo assim, a aplicação dos materiais metálicos de forma correta e garantindo a vida útil do sistema.

Não são permitidas quaisquer alterações nos furos da moldura de fixação do módulo. As alterações nos diâmetros dos furos, ou a criação de novos furos nos perfis, ocasionam a quebra do módulo e alterações nas propriedades de fixação do produto.

12 Ventilação

Independentemente do local de instalação ou tipo de telhado, o módulo deverá ser instalado a uma distância mínima de 100mm da superfície, conforme Figura 15. O objetivo é a circulação de ar e evitar altas temperaturas na região inferior do módulo.



Figura 15 – Ambiente de instalação correto

13 Dimensionamento dos condutores (cabos)

O dimensionamento dos condutores do arranjo fotovoltaico afeta diretamente na queda de tensão sob condições de carga. Todos os cabos de um sistema fotovoltaico devem estar dimensionados de forma a diminuir o risco de superaquecimento e incêndio. Esta queda de tensão pode ser particularmente significativa em arranjos com baixa tensão e alta corrente de saída.

Sob condições de carga máxima, recomenda-se a queda de tensão não seja superior a 3% da tensão do arranjo fotovoltaico em seu ponto de máxima potência (nas STC). Os condutores utilizados dentro do arranjo fotovoltaico devem ser adequados para aplicações em corrente contínua, ter tensão nominal igual ou superior à tensão máxima do arranjo, ser dimensionado para a temperatura de operação de acordo com a aplicação, dentre outros requisitos.

14 Instalação

- Antes de instalar os módulos, obtenha informações sobre quaisquer requisitos e aprovações necessárias para o local, instalação e inspeção junto das autoridades competentes.
- Fazer uma análise preliminar de avaliação dos tipos de telhados e estruturas de sustentação, quanto ao estudo de cargas para suportar a instalação de sistemas fotovoltaicos.
- Os módulos solares foram qualificados para Aplicação Classe A (equivalente à Classe de Segurança II requisitos). Módulos classificados nesta classe devem ser usados em sistemas operacionais de tensão acima de 50 V ou potência acima de 240 W.
- Ao instalar os módulos, certifique-se de que a superfície seja resistente ao fogo. Os Módulos da BYD são eficazes contra exposições de teste de fogo leve (Classe C – UL790).
- O módulo destina-se ao uso em climas abertos ao ar livre, conforme definido na IEC 60721-2-1: Classificação das condições ambientais Parte-2-1: Condições ambientais que aparecem na natureza - Temperatura e umidade.

14.1 Requisitos de Instalação

- Certifique-se de que o módulo atenda aos requisitos gerais do sistema técnico (tensão, potência, etc.)

- Certifique-se de que outros componentes do sistema não danifiquem o módulo mecanicamente ou eletricamente.
- Ligue apenas a quantidade de módulos que corresponda às especificações de tensão dos inversores utilizados no sistema.
- Número máximo de duas strings pode ser conectado em paralelo sem a necessidade de incorporar um dispositivo de proteção de sobrecorrente (fusíveis, etc.) em série dentro de cada string. Três ou mais strings podem ser conectadas em paralelo se um dispositivo de proteção de sobrecorrente certificado e apropriado for instalado em série dentro de cada string.
- Somente módulos com características elétricas similares devem ser conectados na mesma string para evitar efeitos de incompatibilidade em matrizes.
- A inclinação vai depender do projeto, mas elas devem acompanhar a latitude do local de instalação.
- Os módulos necessitam estar orientados para a face norte ou leste/oeste, conforme o projeto, desta forma aproveitando o máximo da incidência da luz do sol durante o dia.
- É fundamental ficar atento ao tipo de telha, porque determinará o sistema de fixação dos painéis fotovoltaicos.
- É necessário ficar atento a possíveis interferências no telhado, por exemplo, se houver chaminés ou caixas d'água, eles podem fazer sombra nos módulos, interferindo diretamente no funcionamento.
- Para dimensionar o fusível de proteção, consultar o valor nominal da corrente máxima do fusível no datasheet do módulo.
- Os módulos devem ser fixados com segurança para suportar todas as cargas esperadas, incluindo cargas de vento e neve. Uma distância mínima de 6,5 mm entre os módulos é necessária para permitir a expansão térmica dos frames.

14.2 Sistema de montagem

Use parafusos colocados nos furos de montagem para fixação do módulo, de acordo com a Figura 16. Se todos os furos de montagem forem usados, uma carga de até 5400Pa pode ser suportada.

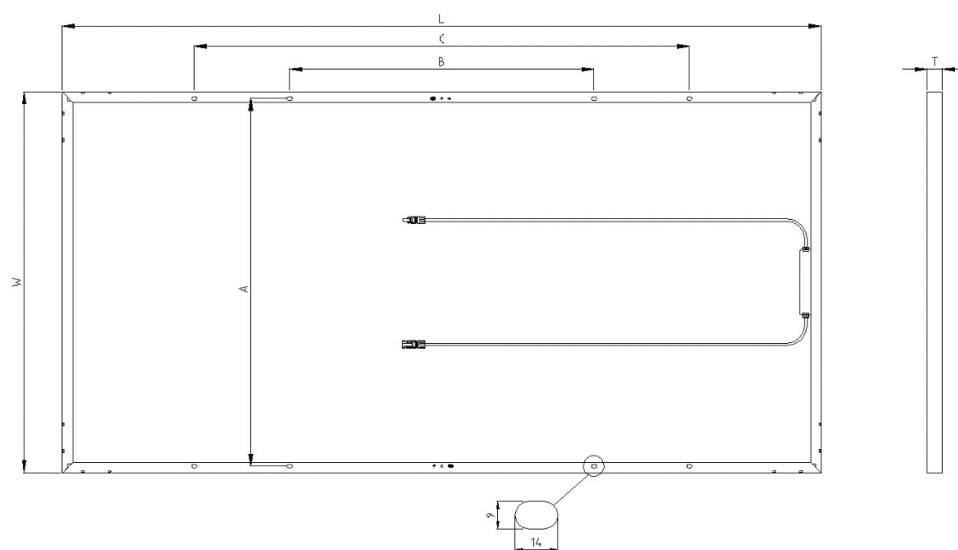


Figura 16 – Fixação pelos parafusos padrão

A Tabela 2 apresenta as dimensões dos módulos Bifaciais.

Tabela 2 – Dimensões do módulo

Módulo Bifacial	
Dimensões	[mm]
L	1994
W	999
T	40
A	963
B	800
C	1300

14.3 Fixação

Para fixar os módulos, os grampos podem ser fixados como demonstrado na Figura 17, eles devem ser fortes o suficiente para fixar os módulos (o uso de aço inoxidável é recomendado), e sua estrutura não deve cobrir as células. Se um módulo é instalado com grampos em um lado longo do quadro, “B” indica o distanciamento permitido de fixação.

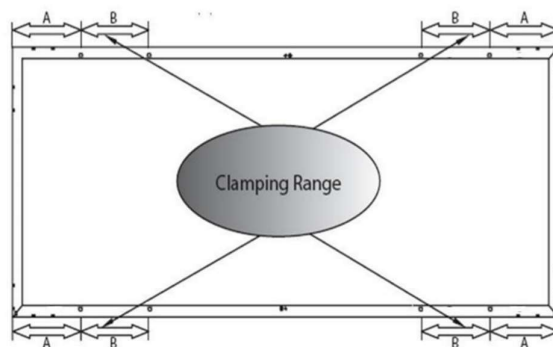


Figura 17 – Fixação por grampos

A Tabela 3 demonstra as distâncias dos furos de fixação, sendo que “A” indica a distância do grampo até a borda do módulo, enquanto “B” indica a zona de fixação.

Tabela 3 – Distâncias de furação

Módulo Convencional Bifacial	
Dimensões	[mm]
A	347
B	250

14.4 Métodos de Instalação

Aconselhamos os usuários a usar métodos de instalação na linha vertical (Figura 18 e Figura 19) ou horizontal (Figura 20 e 21), já que estes métodos processam a conexão dos módulos rapidamente.

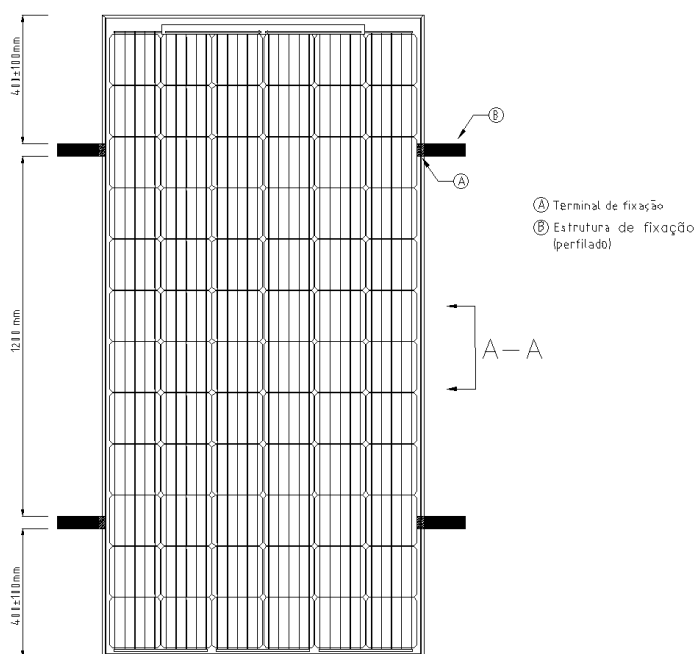


Figura 18 – Fixação vertical (visão frontal)

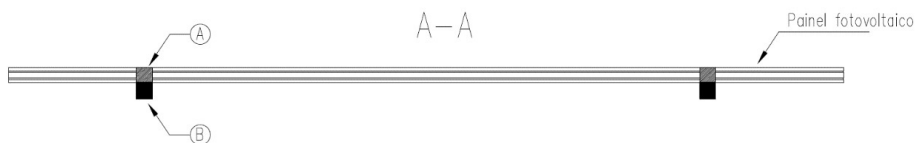


Figura 19 – Fixação vertical (visão lateral)



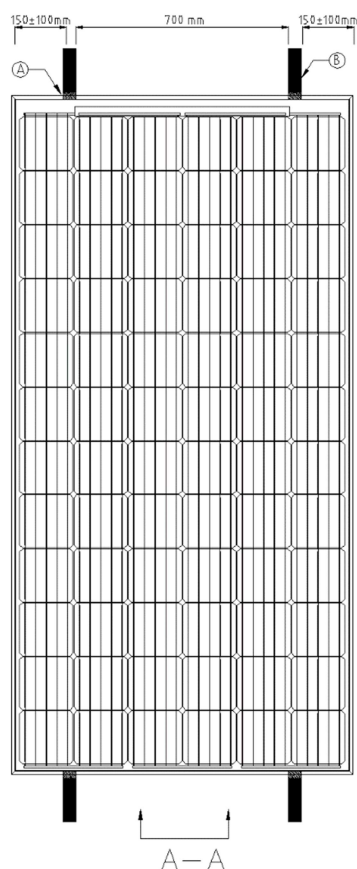


Figura 20 – Fixação horizontal (visão frontal)

- Ⓐ Terminal de fixação
- Ⓑ Estrutura de fixação (perfilado)

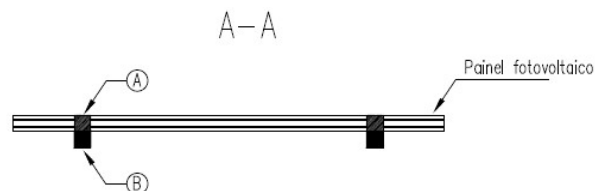


Figura 21 – Fixação vertical (visão lateral)



ATENÇÃO: a carga máxima que pode ser depositada sobre o painel é de **2400 Pa**. Caso a carga seja superior ao recomendado, o produto automaticamente perderá a garantia.

14.5 Sistema de solo

Para a instalação dos módulos desta maneira, a estrutura deverá ter força suficiente para fixar os módulos e pode ser feito de materiais como aço inoxidável e outros metais apropriados para suporte sólido.

Um solo que reflete muita luz poderá oferecer um aumento expressivo na geração de usinas solares com módulos bifaciais. Para este tipo de instalação, deverá ser respeitada demonstradas pela Figura 22, com o intuito de evitar sombreamento entre as fileiras, a Figura 23 demonstra este possível sombreamento.

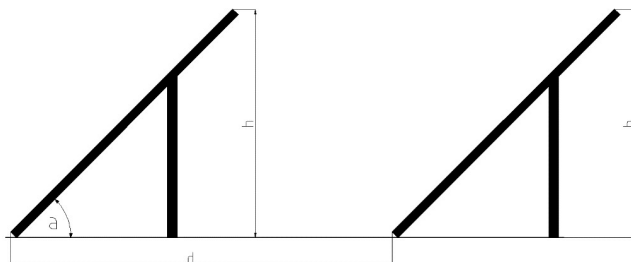


Figura 22 – Distâncias entre fileiras

Onde:

$$d = 3,5 \times h$$



Figura 23 – Exemplos de sombreamento entre fileiras

Os ganhos variam entre os diferentes tipos de solo, a Tabela 4 mostra os tipos de superfície e seu Albedo.

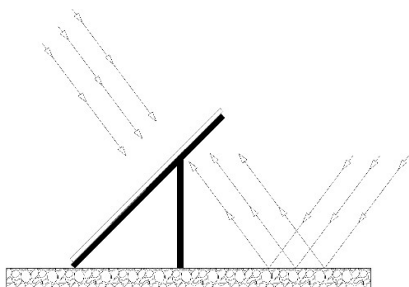


Tabela 4 – Tipos de solo e seus Albedos

Tipo de solo	Albedo (reflexão)	Ganho
Terra / Grama	10 - 15%	3 - 6%
Sujeira / Cascalho / Concreto	25 - 30%	8 - 12%
Areia	45 - 50%	15 - 18%
Gelo	65 - 70%	20 - 26%
Membrana Branca	80 - 85%	26 - 30%

OBSERVAÇÕES

- Os valores dos ganhos apresentados são apenas uma estimativa, pois dependem das propriedades específicas de cada solo, ângulo de inclinação do módulo, elevação, posição de montagem e distância entre fileiras de módulos e entre módulos;

14.6 Sistema de Inserção

Para a instalação dos módulos dessa maneira, o sistema de inserção deve ter força suficiente para fixar os módulos e pode ser feito de materiais como aço inoxidável e outros metais apropriados para suporte sólido.

São possíveis serem instalados no modo vertical, conforme Figura 24, com uma carga máxima aplicada de até 5400 Pa e também pelo modo horizontal, conforme Figura 25, com uma carga máxima aplicada de 2400 Pa.

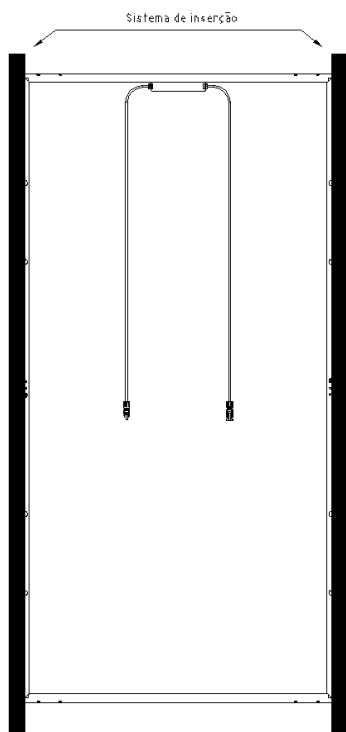


Figura 24 – Inserção no modo vertical

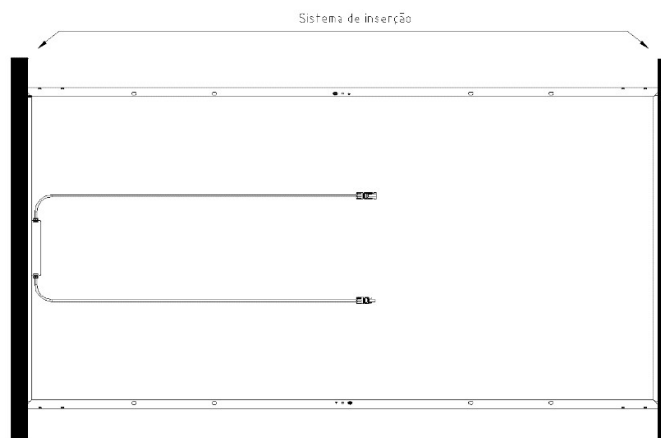


Figura 25 – Inserção no modo horizontal



ATENÇÃO!

- Não cobrir a parte frontal das células, deste modo gerando sombreamento e diminuindo a eficiência do módulo.
- Não sobrepor os furos de aterramento do lado traseiro do módulo.

15. Aterramento

Os módulos da BYD são compostos por silicões e polímeros de alta resistência elétrica, porém necessitam de aterramento individual, sendo necessário aterrar a sua estrutura metálica, conforme demonstrado na Figura 26. Sobrecorrentes em um arranjo fotovoltaico podem ser resultado de faltas à terra nos condutores. Para um correto projeto de aterramento, é importante levantar algumas informações, como:

- Análise da medida da resistividade do solo;
- Cálculo dos limites permitidos de tensão de toque e passo;
- Estudo da corrente de curto-circuito máxima do sistema;
- Verificação da performance do sistema de aterramento e segurança;
- Projeto do aterramento e/ou SPDA;
- Verificar a NBR 5419-2 e NBR 5419-3;

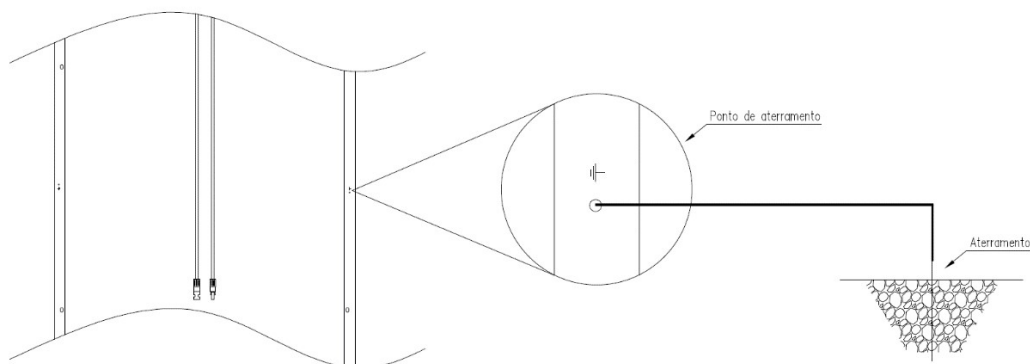


Figura 26 – Esquema de ligação à terra

Além de seguir as normas e padrões de instalações/proteções elétricas e também as normas da concessionária do local onde será instalado.

16. Tipos de instalação

Os módulos da BYD podem ser ligados em série para aumentar a tensão ou em paralelo para aumentar a corrente.

16.1 Instalação dos módulos em série

Para realizar a ligação dos módulos em série conecte, conecte os cabos do terminal positivo com o terminal negativo do módulo seguinte, conforme demonstrado na Figura 27. Essa ligação necessita o uso de cabos de retorno.

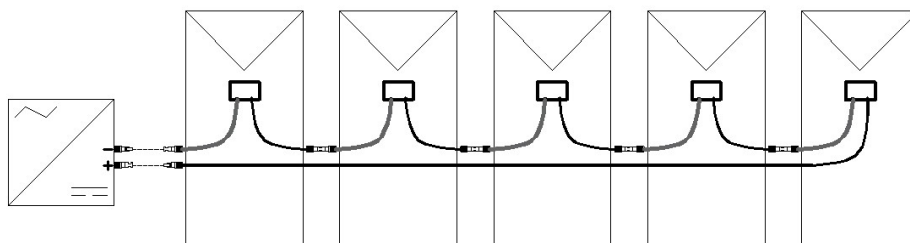


Figura 27 – Instalação dos módulos em série

Onde:

$$V_{total} = V_{mp1} + V_{mp2} + \dots + V_{mpn}$$

$$I_{total} = I_{mp1} = I_{mp2} = \dots = I_{mpn}$$

16.2 Instalação dos módulos em paralelo

Para estabelecer a ligação em paralelo, conecte os cabos do terminal positivo no terminal positivo do módulo seguinte. Conforme demonstrado na Figura 28.

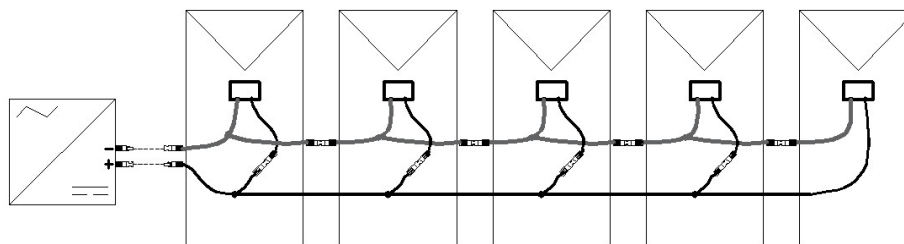


Figura 28 – Instalação dos módulos em paralelo

Onde:

$$V_{total} = V_{mp1} = V_{mp2} = \dots = V_{mpn}$$

$$I_{total} = I_{mp1} + I_{mp2} + \dots + I_{mpn}$$

16.3 Instalação dos módulos em Leap Frog

Uma maneira eficiente de realizar as conexões é conhecida como “leap-frog”. Esse modo de ligação, ilustrado na Figura 29, é possível reduzir o custo com cabos elétricos nas instalações. As conexões de ida e volta são realizadas com os próprios cabos dos módulos fotovoltaicos, evitando o uso de cabos de retorno.

Em vez de ligar os módulos em sequência, que é o jeito convencional, ligamos os módulos dando um salto, pulando sempre um módulo. No final da ligação voltamos ao mesmo ponto e as terminações do circuito série ficam próximas.

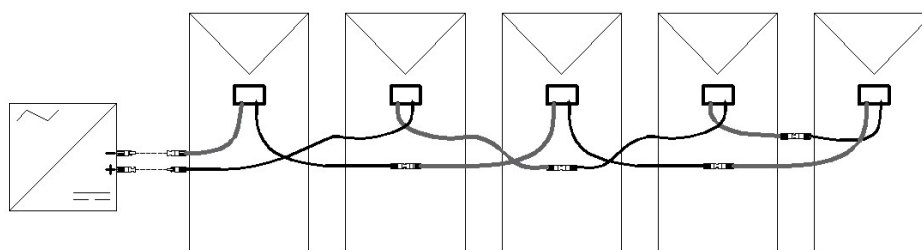


Figura 29 – Instalação dos módulos em paralelo

Onde:

$$V_{total} = V_{mp1} = V_{mp2} = \dots V_{mpn}$$

$$I_{total} = I_{mp1} + I_{mp2} + \dots I_{mpn}$$

17. Conectores dos módulos

Os módulos da BYD são compostos por uma caixa de junção (Figura 30), onde há um conector macho (Figura 31) e outra fêmea (Figura 32).

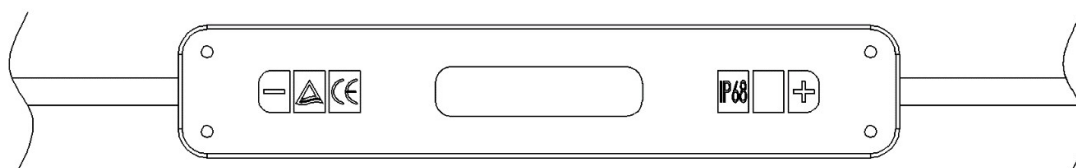


Figura 30 – Caixa de junção

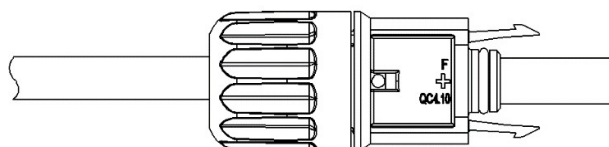


Figura 31 – Conector MC-04 (Fêmea)

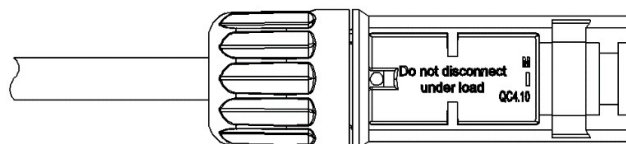


Figura 32 – Conector MC-04 (Macho)

A Tabela 4 demonstra as características elétricas dos conectores utilizados.

Tabela 5 – características elétricas dos conectores

Características elétricas	
Tensão nominal	1500 V
Corrente nominal	15 A
Seção transversal do fio	4 mm ²
Tipo de conector	MC04
Grau de proteção	IP68

18. Cabos dos conectores

Os cabos não devem ser dobrados ou esmagados, deverão ser encaixados de modo a evitar tensões no condutor ou nas ligações. Deve-se manter um raio de curvatura no cabo (mínimo $R \geq 5 \times$ diâmetro do cabo), como mostrado nas Figuras 33 e Figura 34.

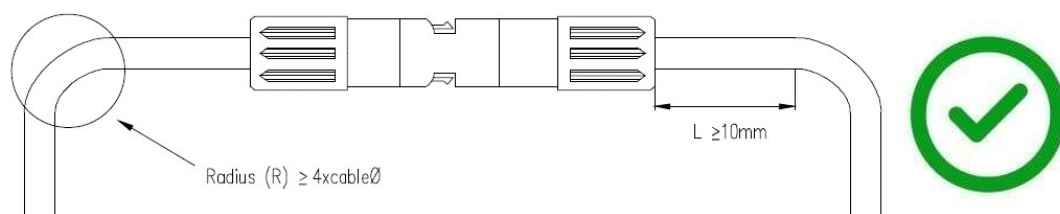


Figura 33 – Raio de curvatura correto

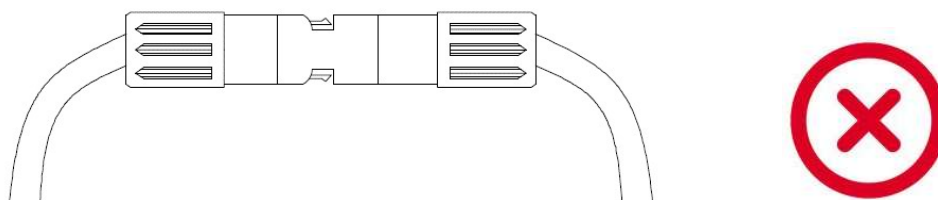


Figura 34 – Raio de curvatura incorreto

19. Dimensionamento Elétrico

O número máximo de módulos conectados em série depende do projeto do sistema fotovoltaico, do tipo de inversor utilizado e também das condições ambientais.



O limite de temperatura superior para os conectores é de 90°C.

Não há limitação geral no número de módulos conectados em paralelo, mas o número de módulos é determinado por parâmetros de projeto do sistema, como corrente ou saída de energia. Em cada conjunto fotovoltaico conectado em paralelo, deve-se instalar um circuito de proteção.

Para evitar que os cabos e os conectores sobreaqueçam, a seção transversal dos cabos e a capacidade dos conectores devem ser selecionados de acordo com a corrente máxima de curto-circuito do sistema.

20. Manutenção e Cuidados

O módulo de célula de energia solar é considerado o principal ativo do sistema de geração de energia fotovoltaica. Para que o produto funcione de forma correta, é necessário que os raios solares sejam totalmente captados pelas células fotovoltaicas. Sendo assim, a superfície do módulo deverá ser mantida isenta de qualquer tipo de mancha, corpos estranhos ou sujeira que possam causar sombras nas células, caso contrário, o módulo não irá operar em sua potência máxima projetada.

21 Limpeza dos painéis

A limpeza do módulo fotovoltaico é parte fundamental no processo de manutenção, sendo assim, deve ser realizada de forma muito cuidadosa, levando em consideração alguns fatores importantes como os intervalos do processo de limpeza e também os produtos e equipamentos utilizados para correta remoção da sujeira da superfície, garantindo assim, o desempenho do produto conforme projetado.



Não é permitido a utilização de produtos que contém álcool ou aditivos em sua composição, pois tendem a deixar manchas na superfície do produto, estas por sua vez comprometem a captação da luz solar pelas células e consequentemente a potência gerada pelo módulo.

O momento correto do dia para realização deste processo é no início da manhã ou final da tarde, quando os módulos apresentam uma menor temperatura em sua superfície. Evitando possíveis danos causados ao vidro devido ao choque térmico, ou seja, o contato da água fria com a alta temperatura presente na superfície do módulo.



Cuidado ao utilizar equipamentos de limpeza que exerçam contato direto e pressões excessivas nas superfícies do produto, pois podem ocasionar danos ao módulo. Estes danos vão desde riscos nos vidros causado pelo efeito de abrasividade, até o comprometimento dos componentes do módulo, incluindo trincas e microfissuras nas células fotovoltaicas.

Para realização da limpeza do módulo, utilize água limpa com uma diferença de temperatura de $\pm 10^{\circ}\text{C}$ em relação a temperatura do módulo, uma escova macia de lã ou fibra sintética para eliminação das manchas e sujeiras.

Em caso de utilização de equipamentos de pressão, regule a pressão da água para 5MPa a fim de evitar danos a superfície de vidro e perda a taxa de transparência da luz.



Para realização do processo de limpeza, deve-se seguir as recomendações abaixo:

- O processo de limpeza dos módulos deverá ser realizado a cada três meses. Lembrando que, este intervalo poderá ser reduzido dependendo do ambiente em que os produtos estejam instalados, ou seja, em um ambiente onde haja grande incidência de poeira, detritos, folhas e outros objetos, o intervalo deverá ser reduzido para evitar a perda de eficiência do sistema.
- Antes de realizar a limpeza, certifique que não há riscos ou fissuras na superfície do módulo. Caso haja alguma fissura ou risco, informe o instalador ou o provedor de serviços de manutenção;
- Não use relógio, joias ou acessórios que possam causar riscos ou fissuras no módulo durante a limpeza;
- Não utilize ferramentas rígidas para realização da limpeza do módulo. O processo de raspagem na superfície do módulo, causam riscos nos vidros e comprometem a transmissão da luz para as células;
- Não utilize produtos que contém álcool, hidróxido de sódio, benzeno, diluente nitro, ácido, produtos alcalinos, aditivos ou qualquer outro produto químico em sua composição. Estes produtos tendem a deixar manchas na superfície do produto, que comprometem a captação da luz solar pelas células fotovoltaicas e consequentemente a potência gerada pelo módulo.



Atenção: Qualquer atenuação de energia causada pelo uso de produtos e/ou procedimentos incorretos no processo de manutenção e limpeza dos módulos, ocasionarão em garantia improcedente pelo fabricante.



SAC: 08009428088