

# Módulos Fotovoltaicos - Instalação e Manutenção



# Módulos Fotovoltaicos - Instalação e Manutenção

---

Os Módulos Fotovoltaicos estão se tornando cada vez mais comuns de serem encontrados em propriedades industriais, comerciais e residenciais. Eles representam a maior tecnologia de cogeração que atualmente fornece energia renovável.

Para reduzir o potencial de avarias inesperadas, algumas das quais podem resultar em incêndio, é necessário assegurar que a concepção, instalação, manutenção e normas operacionais cumpram as normas atuais.

## Introdução

Estas orientações gerais foram descritas para abordar os aspectos de concepção, instalação e manutenção dos sistemas de módulos fotovoltaicos para micro e minigeração, entendendo-se como microgeração aquela com potência instalada menor ou igual a 75 kW e a minigeração aquela com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5MW.

Este documento não cobre diretamente os riscos de proteção contra incêndios, uma vez que estes são foco de outros documentos existentes na Zurich (ver referencias bibliográficas).

A concepção e a tecnologia dos módulos estão em constante desenvolvimento e é de esperar que continue a evoluir. Por conseguinte, os riscos relacionados com a concepção, instalação, comissionamento, funcionamento e manutenção deste tipo de sistema continuarão também a desenvolver-se.

Os módulos fotovoltaicos para micro e minigeração podem ser instalados no telhado ou no solo. Os sistemas montados no solo não são considerados nesta revisão, uma vez que possuem um conjunto diferente de riscos de perdas potenciais.

## Discussão

Embora outros países, como o Reino Unido, disponham de um sistemas concentrado de certificação de microgeração (MCS) e de orientações específicas para micro e minigeração, tais como o Risk Authority RC62, não há no Brasil uma norma específica que rege a instalação e manutenção de sistemas fotovoltaicos para micro e minigeração. Assim, para atender as normas locais e os quesitos técnicos várias normas devem ser consultadas. Uma lista de referências técnicas está também listada neste documento.

Os módulos fotovoltaicos são fabricados numa vasta gama de dimensões e concepções por uma série de grandes fabricantes mundiais. No entanto, estes sistemas de geração são normalmente projetados e instalados por uma vasta quantidade de empresas e de prestadores de serviço. Dado a dispersão de normas, recomenda-se que apenas profissionais e empresas qualificadas e com experiência no setor sejam utilizadas no projeto, instalação, montagem e manutenção destes sistemas

A qualidade proposta para a concepção do sistema, instalação e para a contínua manutenção estão frequentemente na origem das falhas e das perdas materiais relacionadas a estes sistemas.

Os sistemas fotovoltaicos podem ser montados em telhado já existentes ou instalados como parte de novas construções. Pode-se utilizar módulos fotovoltaicos não relacionados diretamente com os telhados ou mesmo serem constituídos como parte integrante do sistema de telhado, sendo conhecidos e oferecidos como telhas fotovoltaicas. Podem ainda ser montados em telhados planos ou em telhados inclinados, edifícios domésticos, residenciais, industriais ou mesmo em telhados de área de depósitos.

Cada tipo e localização da instalação apresentará problemas e diferentes riscos potenciais, de forma que os riscos potenciais avaliados de cada instalação devem ser considerada caso a caso.

## Orientações

A secção de Orientações contém os aspectos que o leitor deve considerar para mitigar os perigos identificados.

É constituída pelas melhores práticas e pelos procedimentos mais recomendados. Ela não substitui as prerrogativas existentes nas normas, visando apenas prover guias gerais para auxílio.

Com este entendimento, o leitor pode usar o seu julgamento para adaptar a nossa orientação e modificá-la para satisfazer as suas únicas necessidades. Eles também poderão perceber a necessidade de orientação adicional, que sempre deve ser provida por profissional técnico adequado e com experiência no setor.

É importante ter em mente que as recomendações propostas podem ser submetidas a indivíduos com diferentes níveis de competências para implementação. Elas devem ser claramente compreendidas antes de sua implementação. As orientações não somente se referem aos controles físicos, mas também aos controles administrativos, necessários para assegurar que os controles físicos sejam bem geridos.

Os aspectos abordam os seguintes tópicos:

- Riscos Potenciais
- Instalação
- Comissionamento
- Operação
- Manutenção

## Instalação

### Avaliação dos riscos

“Uma avaliação adequada dos riscos deve ser efetuada de forma suficiente para todas as instalações industriais, comerciais e domésticas. Isto deve estar em conformidade com as normas Brasileiras, tais como a NBR 5419, NBR 5410 e a NBR 16690.

“Sempre que possível, deve ser evitada a instalação de módulos fotovoltaicos em telhados combustíveis, tais como telhados de madeira e coberturas que apresentem isolamento térmico de poliestireno expandido (EPS), poliuretano (PUR), polisocianurato (PIR)”.

**Nota:** O inversor de energia representa um risco de ignição significativo e a concepção e localização deste equipamento deve ser avaliada de acordo com as normas pertinentes de classificação elétrica de área, tais como a - NBR 5418:1995 - Instalações elétricas em atmosferas explosivas – quando houver qualquer potencial para a formação de uma atmosfera potencialmente explosiva.

### Baterias

Quando forem incluídas baterias na instalação para o armazenamento de energia (especialmente baterias de lítio), os riscos específicos associados a estes dispositivos devem ser considerados e mitigados na sua concepção.

### Qualidade dos Prestadores de serviço na instalação

Os prestadores de serviços e empresas para instalação devem ter qualificação técnica e experiência comprovadas e devem sempre seguir as orientações dos fabricantes dos equipamentos. Antes do comissionamento a quente, deve-se considerar a contratação de profissionais ou empresas diferentes daquelas que projetaram e instalaram para a verificação final do sistema.

A concepção e a instalação devem atender todas as normas e regulamentos dispostos no momento da instalação, estando algum deles listados como referências neste documento.

Os cabos e outros elementos das instalações elétricas devem ser concebidos, instalados e testados periodicamente por um eletricista competente para trabalhar em instalações de corrente contínua e alternada, tendo por base a ABNT NBR 16612. Os cabos corretamente especificados são importantes não só para efeitos de segurança da vida útil, mas também para evitar sobrecargas elétricas e riscos de incêndio. As inspeções devem ser efetuadas com base numa avaliação dos riscos, tal como recomendado no Relatório de Inspeções Periódicas.

Os inversores e módulos de potência devem possuir alarme e proteção de falha de terra, uma vez que este tipo de falha pode conduzir a curto circuitos e incêndios.

### Qualidade dos módulos e desempenho

Os módulos fotovoltaicos de boa qualidade e de bons fornecedores são geralmente considerados seguros, sendo as ligações elétricas e os inversores os principais elementos de falhas e perdas.

“Os módulos fotovoltaicos devem ser fabricados em conformidade com as normas EN 61215 ou EN 61646, em conjunto com as normas EN 61730-1 e EN 61730-2, para que possam resistir a condições climáticas adversas. Os módulos devem ser certificados por uma empresa acreditada por terceiros de acordo com a norma EN 17025”.

O efeito do sombreamento do módulo deve ser avaliado para minimizar o potencial de refluxo de corrente.

### Acesso ao telhado

Parte da avaliação da instalação de módulos fotovoltaicos e do projeto inicial deve incluir o acesso seguro e confiável ao telhado para fins de instalação, inspeção e manutenção. Deve ser incluída uma revisão e identificação de quaisquer requisitos de acesso necessários para pessoas (técnicos) e materiais, bem como para guas ou equipamento para o manuseio dos módulos. Deve também minimizar o potencial de danos aos módulos e sistemas elétricos durante o armazenamento e instalação. Módulos fotovoltaicos suspeitos ou danificados não devem ser instalados.

### Adequação do projeto da cobertura e integridade estrutural dos apoios

O processo de concepção da instalação deve incluir uma revisão, avaliação e verificação da adequação estrutural e da resistência do telhado. Esta avaliação deve levar em conta todos os fatores externos que possam aumentar a carga do telhado para além do peso dos módulos e dos sistemas de fixação, como por exemplo, a ação de ventos. Estes fatores devem incluir não somente as causas potenciais relacionadas com as condições meteorológicas típicas do local, mas também o fator de segurança aceitável para cobrir eventos inesperados ou extremos.

Para esta avaliação, devem ser utilizadas boas práticas de construção e engenharia, que devem seguir os códigos de boas práticas aceites pela indústria da construção civil.

**Nota:** as evidências de revisões estruturais adequadas para cada tipo de instalação devem ser armazenadas junto ao prontuário da instalação elétrica fotovoltaica.

### Danos na cobertura do telhado causados pela sistemas de fixação dos módulos e de cabos elétricos

Os módulos fotovoltaicos devem ser fixados à estrutura de cobertura dos edifícios de forma a impedir seu movimento e garantir adequada distribuição de peso do módulo.

Em algumas grandes instalações com telhados planos, os módulos podem ser fixados a grandes armações que dependerão do peso para proporcionar a retenção do seu telhado. De qualquer modo, sempre deve ser prevista adequada ancoragem e aterramento das estruturas de fixação dos módulos fotovoltaicos em telhados.

**Nota:** Devido aos possíveis efeitos aerodinâmicos do fluxo de ar (vento) sobre os módulos montados no telhado, a utilização de instalações não fixas (ou seja, de peso retido), quando permitidas, devem ser cuidadosamente avaliadas.

Para todas as instalações com telhados inclinados devem ter ligações físicas com um número especificado de suportes ou fixações por módulo. A instalação destas fixações deve ser conforme a estrutura do telhado e demandará, em muitos casos, que os fixadores rompam ou passem através da cobertura do telhado. Isto cria um caminho de fuga potencial e fraqueza na cobertura do telhado, de forma que métodos adequados devem ser empregados para assegurar que os danos no telhado sejam mantidos ao mínimo e que todos os pontos de fuga potenciais sejam minimizados, devidamente vedados e totalmente à prova de intempéries.

A configuração dos sistemas de micro e minigeração pode variar de acordo com a tecnologia empregada. Atualmente existem microinversores que eliminam os antigos controladores de carga, sendo instalados na parte inferior dos módulos fotovoltaicos gerando menor número de conexões com as partes internas do prédio. Adequado espaço para ventilação devem ser considerados para evitar sobreaquecimento dos microinversores ou mesmo falha ou incêndio. No caso de emprego de controladores de cargas, o arranjo de cabos devem ser projetados de forma a minimizar as distâncias entre os módulos e os controladores, bem como o número de passagem de cabos do telhado para a área interna, onde são geralmente instalados estes sistemas. Proteções as intempéries sempre devem ser considerados em todos os casos.

### Vazamentos de água, causando danos à estrutura do telhado e entrada de água no edifício

Telhados das construções brasileiras são mais robustos que os telhados de membrana impermeável utilizados em casas do Reino Unido ou da América do Norte. Neste último caso, a falha da membrana impermeável ou eventuais danos a cobertura do telhado, podem provocar com o tempo à entrada de água, danificando a estrutura do telhado ou mesmo o próprio edifício.

Embora as características construtivas sejam diferentes no Brasil, que empregam lajes ou telhas de cerâmica, a má instalação dos suportes sobre as telhas podem provocar entrada de água pelo telhado e danos diretos aos conteúdos dos edifícios. Instaladores devem sempre propor medidas para minimizar este risco.

### **Impacto nas características existentes no telhado, tais como drenos, ventilação, etc.**

Os telhados dos prédios podem incluir características de ventilação ou drenagem necessárias como parte do projeto do edifício ou para a manutenção dos sistemas de serviço do edifício, tais como sistemas de ar condicionado ou aquecimento ambiente.

Qualquer sistema fotovoltaico instalado deve assegurar que estas características não sejam negativamente afetadas pela instalação e que seja fornecido e/ou mantido um acesso seguro e adequado para quaisquer serviços, sem interferências nas características previamente existentes.

Uma instalação inadequada pode resultar na necessidade de remoção dos módulos instalados ou mesmo em acesso insatisfatórios com potenciais danos aos módulos.

### **Limpeza periódica de telhados e módulos**

Deve-se avaliar no momento da instalação e projeto a necessidade de inspeção e manutenção periódicas nos telhados onde estarão instalados os módulos, incluindo limpeza ou remoção periódica de detritos. Deve-se também considerar eventuais limpezas dos módulos em áreas com elevada poeira em suspensão ou poluição, uma vez que pode afetar a eficiência dos módulos.

### **Qualidade das fixações e aptidão para suportar condições climáticas, tais como chuva, vento e granizo.**

Os módulos fotovoltaicos podem ter uma vida útil de projeto de 20 a 30 anos garantidos pelo fabricante. A validade de qualquer garantia dependerá do emprego correto dos sistemas de fixação de acordo com as recomendações e orientações dos fabricantes. Em linhas gerais, os sistemas de fixação devem considerar as características meteorológicas do local, incluindo carga de vento, variações de temperatura, granizo bem como eventuais manutenção em inversores e substituição eventual de módulos. Devem ser especificados de modo a garantir uma vida útil que exceda a vida útil de projeto do módulo, com baixa manutenção.

### **Transferência de calor radiante para o telhado e acúmulo de calor a partir dos módulos em uso.**

Os módulos fotovoltaicos ficam quentes devido à radiação solar e ao sombreamento parcial. Caso não haja uma adequada ventilação entre os módulos e a superfície do telhado, o calor poderá ser retido entre o módulo e a estrutura do telhado, sobreaquecendo cabos, microinversores ou mesmo o próprio telhado.

Em casos extremos, os módulos podem falhar devido ao superaquecimento ou deterioração de outros componentes associados.

### **Qualidade das instalações elétricas no telhado e no prédio**

As falhas elétricas são uma causa rotineira de incêndios. Existem normas nacionais e internacionais para instalações elétricas que abrangem as dimensões dos cabos, o encaminhamento dos cabos, os acessórios e os conectores. Qualquer prestador de serviços de instalações deve ter formação e certificação para cumprir as normas locais. A especificação da instalação deve incluir inspeções de qualidade e testes do sistema antes da entrega.

Todos os trabalhos elétricos devem ser certificados em conformidade com as normas locais vigentes.

### **Potencial de isolamento**

Os módulos fotovoltaicos geram energia elétrica quando expostos à luz direta ou difusa independentemente da sua fonte, incluindo a luz solar e a luz da lua. Os módulos fotovoltaicos e os módulos individuais não podem ser isolados em segurança, nem mesmo por desconexão. Este fato introduz questões de segurança relacionadas com o trabalho elétrico sob tensão durante a instalação e a manutenção.

Os sistemas fotovoltaicos de geração incluem circuitos de corrente contínua e de corrente alternada. Ambos os circuitos devem ser equipados com dispositivos para desconectar as correntes de entrada e saída dos inversores, não somente entre as strings / arrays de módulos e os inversores, mas também entre os inversores e os transformadores elevadores.

Projetos de micro e minigeração devem seguir as normas técnicas existentes e o manual do fabricante. Sempre que possível, busque instalar uma seccionadora geral - acessível aos bombeiros - para isolar o circuito de corrente contínua dos demais componentes elétricos.

Todos os gabinetes e módulos elétricos devem seguir as normas pertinentes de aterramento e equalização em linha com a NBR 5410.

## Comissionamento

Todas as instalações fotovoltaicas devem ser submetidas a testes completos a frio e de comissionamento a quente antes de serem entregues.

Os testes de comissionamento devem seguir um procedimento escrito, sendo registradas todas as etapas das sequencias de testes. Recomenda-se que os testes a frio sejam auditados por uma empresa terceira de forma a garantir que o "as built" foi respeitado no projeto.

O projetista instalador deve assegurar que o operador/proprietário esteja totalmente treinado para compreender os riscos operacionais e as características de segurança do sistema. Deve ser fornecida documentação completa para a operação e manutenção do sistema de geração, incluindo os procedimentos de emergência.

## Operação

### **Danos aos módulos devido às condições meteorológicas, principalmente danos causados pelo vento e pelo impacto do granizo**

Os módulos fotovoltaicos certificados são projetados para resistir a danos causados pelas condições meteorológicas, dentro de suas especificações e certificações técnicas. Apesar disso, podem ocorrer eventos inesperados onde as condições de granizo, ventos ou mesmo raios superem as resistências previstas. Para uma mesma condição meteorológica prevista, certamente painéis instalados em telhados planos e com pequenos ângulos estão mais expostos as forças de impacto de granizo do que outros módulos instalados em telhados com ângulos mais inclinados. De qualquer modo, advindo condições meteorológicas previstas na certificação, deveria o módulo fotovoltaico resistir, independente do ângulo de sua instalação.

Arranjadas de módulos fotovoltaicos em strings estão mais sujeitos a forças causadas pelos ventos do que quando arranjadas de forma individualizada. Neste caso, módulos e suportes devem ser projetados de forma a resistir as condições meteorológicas previstas para a região.

### **Danos no telhado devido a falha estrutural (sobrecarga)**

Como mencionado, o processo de concepção de uma instalação fotovoltaica deve incluir uma revisão, avaliação e verificação da adequação estrutural e da resistência do telhado, levando-se em conta todos os fatores externos que possam aumentar a carga sobre telhado, não somente gerada pelo peso dos módulos e dos sistemas de fixação, mas também por ação de ventos, água da chuva, granizo, neve entre outros.

Caso esta análise não seja corretamente realizada, estarão os telhados susceptíveis a danos por sobrecarga já que o peso da instalação fotovoltaica pode não ter sido considerada no projeto original do telhado.

### **Infiltrações de água da chuva**

Embora a manutenção preventiva para micro e minigeração seja menos complexa que para grandes unidades fotovoltaicas, ela não pode ser negligenciada. Falhas ou deterioração das fixações dos módulos, dilatação térmica, ação de raios UV do sol podem deteriorar as vedações de entrada dos cabos, resultado em potenciais infiltrações de água para dentro dos edifícios.

### **Adequada fixação dos módulos fotovoltaicos**

Se não forem devidamente fixados, os módulos podem soltar-se com a dilatação ou com vibração; podendo em casos extremos até mesmo soltar-se da estrutura de fixação ou ser arrancados ou danificados pelo vento. Folgas em módulos fotovoltaicos são de difícil identificação para micro e minigeração uma vez que podem estar instaladas em locais altos, de acesso difícil. Assim, revisões periódicas nos módulos e fixadores deveriam ser previstas para estes sistemas.

Módulos fotovoltaicos soltos podem conduzir a falhas elétricas, danos nos cabos e curto-circuitos que podem resultar em incêndios. A queda de módulos representa um sério risco de ferimentos e de responsabilidade civil.

**Nota:** sempre que possível, reforço de fixação e ancoragem podem ser empregados para mitigar estes tipos de riscos.

## **Danos por causas não relacionados com as condições meteorológicas. Insetos, Aves, Pessoas.**

Vegetação ou detritos podem se alojar sob os módulos e proporcionar um ninho ideal para insetos ou aves. Estes podem causar danos nos módulos fotovoltaicos, nos cabos elétricos, nos conectores ou mesmo nos microinversores, conduzindo a falhas elétricas, sobreaquecimento e até mesmo incêndios.

Fezes de aves em grandes quantidades sobre os módulos podem causar baixa performance, aquecimento por sombreamento e até mesmo, em casos extremos incêndio. Inspeção e manutenção regulares devem ser realizada para garantir que este risco seja atenuado.

Os módulos montados no telhado estão menos expostos a vandalismo, furtos ou danos do que as instalações montadas no solo. Mesmo assim, condições mínimas de controle de acesso devem ser previstas para evitar tentativas de furtos que podem tornar o sistema inseguro ou susceptível á danos elétricos ou a incêndio.

## **Ventilação e arrefecimento para os equipamentos de controle de potência e inversores**

Os controladores de potência (quando presentes) e os inversores geraram calor durante o seu funcionamento e devem ser instalados em locais adequados para manter as temperaturas de operação dentro de variações aceitáveis determinadas na especificação do equipamento. Temperaturas elevadas podem causar desligamento do equipamento, mal funcionamento e até mesmo incêndio. Temperaturas muito baixas podem causar condensação interna, corrosão e curto circuito.

Neste sentido, controladores de potência e inversores devem ser instalados em locais com temperatura ambiente prevista no datasheet dos equipamentos. Caso não seja esta a situação, um controle ambiental de temperatura, como por exemplo a instalação de ventiladores e exaustores deveriam ser providos.

Recomenda-se realizar análises termográficas periódicas de forma a identificar eventuais pontos quentes ou temperaturas fora do range de operação normal dos equipamentos.

## **Contaminação do módulo; necessitando limpeza**

Os módulos fotovoltaicos ficarão sujos e contaminados com o tempo. Esta contaminação da superfície do módulo reduzirá a eficiência do equipamento e poderá aumentar a temperatura de operação, conduzindo a uma deterioração e falha a longo prazo. Limpeza periódica dos módulos deveriam ser previstas na fase de projeto e realizadas de forma manter a eficiência de geração.

## **Desempenho**

O desempenho do módulo fotovoltaico depende diretamente da quantidade de luz solar que incide sobre os módulos e da duração dessa exposição. Qualquer coisa que reduza esta exposição solar irá reduzir o rendimento global dos módulos. Em casos extremos, pode resultar em refluxo de corrente dos módulos expostos para módulos sombreados. Isto pode aumentar a temperatura da superfície do módulo e pode levar ao superaquecimento e ao incêndio.

Diodos de bloqueio ou proteção de contracorrente devem ser providos em cada módulo para mitigar estes tipos de efeitos. Termografia deveria ser utilizada como ferramenta de manutenção preventiva para verificar possíveis falhas nestes diodos. Uma manutenção mais detalhada deveria ser prevista para testar os diodos de proteção.

**Nota:** O sombreamento das árvores e de vegetação deveria ser evitado.

## **Falha dos sistemas elétricos durante o funcionamento**

Os fabricantes especificam normalmente um tempo de vida útil dos módulos que pode varia de 20 a 30 anos. A concepção da instalação deve permitir a substituição de módulos individuais com a mínima necessidade de remoção dos demais módulos operacionais.

Os cabos podem sofrer deterioração, atrito, falha de isolamento, tensão mecânica ou mesmo ataque de pragas. Os controladores de carga / potência e inversores podem sofrer falhas relacionadas com a idade, superaquecimento, danos por sobretensões eléctricas, descargas atmosféricas, entre outros.

## **Falha no Inversor**

Embora existam inversores com tecnologia de alta robustez, de um modo geral, os inversores normalmente têm um ciclo de vida menor que os módulos fotovoltaicos, em torno de 10 a 15 anos, dependendo da tecnologia empregada e das condições operacionais. Os inversores modernos contam com uma ampla variedade de sinais de alerta e monitoramento que permitem

um adequado controle e supervisão da geração. Eventuais falhas devem ser investigadas por pessoal habilitado e de preferência por técnicos do próprio fornecedor do sistema.

### **Funcionamento da bateria/carga e ventilação a gás**

Se a geração for concebida em esquema “off grid” – desconectada da rede principal, então deverá ser provida com baterias para atender as horas operacionais previstas de operação. Estas baterias podem ser de chumbo ácido (tipo líquido ou gel) ou então de lítio e devem ser estacionárias e especificadas para funcionar com sistemas fotovoltaicos.

Nota: As baterias de chumbo-ácido (tipo líquido ou gel) apresentam um risco potencial de explosão devido ao hidrogênio que libertam durante a carga. A instalação da bateria deve ser concebida para minimizar o acúmulo de gás com ventilação adequada. Devem também ser acondicionadas num recipiente seguro e isolado para proteger as baterias de danos e evitar o contato acidental com os seus terminais.

A utilização de baterias de íons de lítio pode introduzir riscos adicionais de segurança e de incêndio. Dependendo das reações químicas previstas para baterias de lítio, danos mecânicos podem levar a incêndios com alta geração de calor e de difícil extinção, sendo a compartimentação destes sistemas altamente recomendada.

### **Manutenção**

#### **Manutenção**

Todas as manutenções devem ser realizadas estritamente de acordo com as instruções do fabricante, com base anual; por eletricitas competentes (com treinamentos sobre as normas técnicas nacionais aplicadas) e que estejam familiarizados com estes tipos de equipamento.

Deve ser considerada a realização de um exame de termografia geral e periódico do sistema, incluindo módulos, diodos de proteção, cabos, inversores, controladores, etc a fim de identificar pontos quentes.

#### **Acesso para inspeção e ensaio de módulos, cabos eléctricos e conectores**

Todo o equipamento requer inspeção e manutenção de rotina. Isto incluirá uma inspeção visual e uma inspeção física e ensaios rigorosos. O programa de inspeção e manutenção deve ser documentado e registado e provido pelo projetista e instalador do sistema. Deve ser baseado nas recomendações do fabricante e considerar peças mínimas de reposição recomendadas pelo fabricante.

A manutenção eléctrica deve ser efetuada anualmente por um eletricitista com experiencia comprovada nestes tipos de geração.

Inspeções visuais devem ser realizadas ao menos 2 vezes ao ano, aumentando esta frequência sempre que foram identificadas anormalidades.

A estrutura do telhado deve ser inspecionada semestralmente para verificar a deterioração das vedações ou a entrada de água.

Qualquer acúmulo de folhas, lixo ou outros detritos deve ser removida regularmente e com base nas condições locais existentes.

Devem ser realizadas inspeções visuais e (se necessário) físicas após quaisquer fenómenos meteorológicos extremos, como ventos muito fortes, chuva de granizo anormais, quedas de raios nos módulos, etc.

Inspeções com drones podem também ser utilizadas em locais de difícil acesso.

#### **Acesso para a limpeza dos módulos e manutenção de microinversores**

A limpeza da superfície do módulo fotovoltaico é necessária para garantir que os módulos funcionem com a máxima eficiência. Devem ser previstas a periodicidade de limpeza e as condições de acesso no momento do projeto o sistema.

A lavagem sob pressão é uma técnica de limpeza permitida, mas para evitar danos, só devem ser utilizados fornecedores especialmente treinados e com experiência neste tipo de serviço. O índice de proteção dos módulos fotovoltaicos deve ser considerados nestes casos.

Caso sejam empregados microinversores, eles devem ser instalados em locais de fácil remoção e teste para os técnicos.



## Acesso para substituição do módulo

A estrutura de suporte dos módulos deve permitir a substituição do módulo danificado ou com falha sem interferir com a instalação dos demais. Os cabos devem ser encaminhados de forma a minimizar o risco de danos causados por acesso ao telhado ou trabalhos no telhado.

Por isso, na fase de projeto, deve ser assegurado que uma área suficiente da cobertura do telhado permanece livre de módulos para permitir o acesso e a realização de trabalhos de manutenção em segurança.

Sistemas fotovoltaicos - Montagem em telhado. Considerações de propriedade para o perigo de incêndio. (Julho 2016)

Item	Definições	Notas
<b>Array ou matriz</b>	Uma montagem mecânica integrada de strings com estrutura de suporte e fundações, dispositivo de seguimento e outros componentes, conforme necessário, para formar uma unidade de produção de corrente contínua.	Para maiores detalhes NBR 10899
<b>Diodo de bloqueio/ proteção</b>	Um diodo utilizado para bloquear o fluxo inverso de corrente para um circuito de corrente contínua.	Para maiores detalhes NBR 10899
<b>Conversor DC para DC / Controlador de potência/ Controlador de carga</b>	Um dispositivo que estabiliza a tensão ou corrente de saída dos módulos visando controlar o carregamento da baterias e a operação estável dos inversores.	Para maiores detalhes NBR 10899
<b>Inversor</b>	Equipamento que é usado para mudar o nível de tensão ou forma de onda ou ambos de energia elétrica. Normalmente um inversor (também conhecido como unidade de condicionamento de energia (PCU) ou sistema de conversão de energia (PCS) é um dispositivo que transforma a entrada de corrente contínua para uma saída em corrente alternada.	Para maiores detalhes NBR 10899
<b>Módulo</b>	Uma unidade completa e ecologicamente protegida, composta por células solares, ópticas e outros componentes, projetada para gerar energia em corrente contínua, quando exposta a fontes luminosas, especialmente à luz solar.	Para maiores detalhes NBR 10899
<b>String</b>	Uma coleção de módulos fixados mecanicamente juntos e projetados para fornecer uma unidade instalável em arquivo.	Para maiores detalhes NBR 10899

## Referências

ABNT NBR 10899 – Energia Solar Fotovoltaica – Terminologia;

ABNT NBR 16149– Sistemas Fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição;

ABNT NBR IEC 62116- Procedimento de Ensaio de Anti-Ilhamento para Inversores de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica;

ABNT NBR 16612, Cabos de potência para sistemas fotovoltaicos, não halogenados, isolados, com cobertura, para tensão de até 1,8 kV C.C. entre condutores – Requisitos de desempenho

ABNT NBR IEC 60529, Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP)

ABNT NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;

ABNT NBR 16274, Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho

ABNT NBR 5419-1 – Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 1: Princípios gerais;

ABNT NBR 5419-2 – Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 2: Gerenciamento de risco;

ABNT NBR 5419-3 – Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida;

ABNT NBR 5419-4 – Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura;

ABNT Projeto NBR 16690 – Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos – Requisitos de projeto;

NBR 5418:1995 - Instalações elétricas em atmosferas explosivas;

IEC 60898-2, Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations – Part 2: Circuit-breakers for A.C. and D.C. operation

IEC 60904-3, Photovoltaic devices – Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data

IEC 61215-1, Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval – Part 1: Test requirements

IEC 61215-1-1, Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval – Part 1-1: Special requirements for testing of crystalline silicon photovoltaic (PV) modules

IEC 61215-1-2, Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval – Part 1-2: Special requirements for testing of thin-film Cadmium Telluride (CdTe) based photovoltaic (PV) modules

IEC 61215-1-3, Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval – Part 1-3: Special requirements for testing of thin-film amorphous silicon based photovoltaic (PV) modules

IEC 61215-1-4, Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval – Part 1-4: Special requirements for testing of thin-film Cu (In, GA)(S, Se)<sub>2</sub> based photovoltaic (PV) modules

IEC 61215-2, Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval – Part 2: Test procedures

IEC 61643-21, Low voltage surge protective devices – Part 21: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks – Performance requirements and testing methods

IEC 61643-22, Low-voltage surge protective devices – Part 22: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks – Selection and application principles

IEC 61643-31, Low-voltage surge protective devices – Part 31: Requirements and test methods for SPDs for photovoltaic installations

IEC 61643-32, Low-voltage surge protective devices – Part 32: Surge protective devices connected to the d.c. side of photovoltaic installations – Selection and application principles

IEC 61730-1, Photovoltaic (PV) module safety qualification – Part 1: Requirements for construction

IEC 61730-2, Photovoltaic (PV) module safety qualification – Part 2: Requirements for testing

IEC 62109-1, Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – Part 1: General requirements

IEC 62109-2, Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – Part 2: Particular requirements for inverters

IEC 62852, Connectors for DC-application in photovoltaic systems – Safety requirements and tests

ISO 4892-2, Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 2: Xenon-arc lamps

EN 50521, Connectors for photovoltaic systems – Safety requirements and tests

EN 50539-11, Low-voltage surge protective devices – Surge protective devices for specific application including d.c. – Part 11: Requirements and tests for SPDs in photovoltaic applications

ANEEL Caderno Temático Micro e Minigeração Distribuída – Sistema de Compensação de Energia Elétrica, 2ª Edição, 2016;

ANEEL Ofício Circular nº 0010/2017 – SRD/ANEEL;

ANEEL Ofício Circular nº 0370/2017 – SRD/ANEEL;

ANEEL Resolução Normativa Nº 414 – Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica;

ANEEL Resolução Normativa Nº 482 – Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências;

ANEEL Resolução Normativa Nº 687, de 24 de novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa nº482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST;

ANEEL Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST: Módulo 3 – Acesso ao Sistema de Distribuição;

ANEEL Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST: Módulo 5 – Sistemas de Medição;

ANEEL Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST: Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica;

FINDER. Guia para aplicação de dispositivos de proteção contra surtos – DPS. Disponível em: <<http://materiais.findernet.com/guia-dps>>. Acesso em 01 de março de 2019.

IEC 61727-12 – Photovoltaic (PV) systems – Characteristics of the utility interface.

IEC 61116 – Utility-interconnected photovoltaic inverters – Test procedure of islanding prevention measures;

IEEE 1547 – Standard for interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems;

INMETRO Portaria n.º 17, de 14 de janeiro de 2016;

INMETRO Portaria nº 357 de 01 de agosto de 2014;

INMETRO Portaria nº 004 de 04 de janeiro de 2011.

PAULINO, José Osvaldo Saldanha. Proteção de equipamentos elétricos e eletrônicos contra surtos elétricos em instalações. 1ª Edição. Editora Clamper. Lagoa Santa – MG, 2016.

VILLALVA, Marcelo Gradella. Como fazer o cabeamento elétrico dos módulos fotovoltaicos. Disponível em: <<http://www.canalsolar.com.br/index.php/artigos/item/46-como-fazer-cabeamento-modulosfotovoltaicos>>. Acesso em 05 de Junho de 2020.

Zurich (interno)- Sistemas fotovoltaicos - Montagem em telhado. Considerações de propriedade para o perigo de incêndio. (Julho 2016)

## Zurich Brasil Seguros

Av. Jornalista Roberto Marinho, 85 - 23º andar  
Brooklin Novo – 04576-010  
São Paulo, SP – Brasil

Publicação do Departamento de Risk Engineering da Zurich Brasil Seguros S.A.  
Edição Digital nº 01 - Atualizada em Dezembro/2020

Para receber outros informativos ou obter maiores informações, contatar o  
Departamento de Risk Engineering da Zurich.

E-mail: [engenharia.riscos@br.zurich.com](mailto:engenharia.riscos@br.zurich.com)

A informação contida nesta publicação foi compilada pela Zurich a partir de fontes consideradas confiáveis em caráter puramente informativo. Todas as políticas e procedimentos aqui contidos devem servir como guia para a criação de políticas e procedimentos próprios, através da adaptação destes para a adequação às vossas operações. Toda e qualquer informação aqui contida não constitui aconselhamento legal, logo, vosso departamento legal deve ser consultado no desenvolvimento de políticas e procedimentos próprios. Não garantimos a precisão da informação aqui contida nem quaisquer resultados e não assumimos responsabilidade em relação à aplicação das políticas e procedimentos, incluindo informação, métodos e recomendações de segurança aqui contidos. Não é o propósito deste documento conter todo procedimento de segurança ou requerimento legal necessário. Esta publicação não está atrelada a nenhum produto em específico, e tampouco a adoção destas políticas e procedimentos garante a aceitação do seguro ou a cobertura sob qualquer apólice de seguro.

