

## PROBLEMAS EM INSTALAÇÕES FOTOVOLTAICAS DE MICRO E MINIGERAÇÃO: POR QUE OCORREM E COMO PREVENIR?

Hugo Francisco Lisboa Santos – engenharia@syrasolar.com  
Pedro Vassalo Maia da Costa – comercial@syrasolar.com  
Ana Cláudia Silva Gonçalves Motta – ana.motta@syrasolar.com  
Matheus Bezerra Pimentel - matheus.pimentel@syrasolar.com  
Empresa SyraSolar

**Resumo.** Os aumentos constantes no custo de energia elétrica e a redução no preço de sistemas fotovoltaicos têm feito com que o número de instalações no Brasil aumente de forma exponencial. Contudo, esse aumento rápido no número de instalações com frequência está associado a uma redução na qualidade das instalações. O presente artigo tem como objetivo apresentar esses problemas e indicar como preveni-los ou como remedia-los. Tais problemas podem ser divididos em três grupos: 1) Estruturais, 2) Elétricos e 3) Desempenho. Para cada grupo, foi construído um Diagrama de Ishikawa, com as respectivas causas-raiz.

**Palavras-chave:** Falhas, NBR-16690, NBR-16274.

### 1 INTRODUÇÃO

O rápido aumento no número de sistemas fotovoltaicos demonstra a grande força que o setor tem desenvolvido no Brasil. Contudo, esse crescimento rápido traz consigo também diversos pontos de atenção, uma vez que muitos sistemas não têm sido adequadamente projetados e executados. Um projeto inadequado pode trazer consigo diversos problemas. Tais problemas podem ser classificados em três categorias: estruturais, elétricos e de desempenho.

O presente artigo apresenta inicialmente, os erros mais comuns que têm sido observados e ilustra esses problemas com situações bem características. A seguir, são apresentadas diversas outras causas-raiz, utilizando como base o Diagrama de Ishikawa. Finalmente, são indicados os procedimentos adequados para prevenir esses problemas.

### 2 PROBLEMAS ESTRUTURAIS

O projeto da estrutura que suporta o sistema fotovoltaico normalmente é realizado em uma das últimas etapas do projeto e, frequentemente, é realizado de forma inadequada. Em alguns casos mais extremos não chega sequer a ser realizado e acabam ocorrendo improvisos por parte dos instaladores. A Figura 1, a Figura 2 e a Figura 5b apresentam algumas falhas estruturais.



(a)



(b)

Figura 1 – (a) Falha da base de um sistema fotovoltaico e (b) falha de uma estrutura de suporte em prédio.

## 2.1 Dimensionamento inadequado da estrutura

Para o correto dimensionamento da estrutura, o primeiro passo é a determinação do peso próprio dos módulos e da estrutura, bem como da carga de vento que irá atuar sobre os módulos. Com base nesse valor, deve ser realizada a seleção ou o dimensionamento de uma estrutura apropriada. Além disso, deve ser avaliado se a estrutura que receberá os módulos possui resistência estrutural para receber e transmitir esses esforços. E, não apenas a estrutura, mas a interface entre a estrutura de suporte do sistema fotovoltaico e a estrutura na qual a carga é transmitida.



Figura 2 – (a) Falha de um suporte lateral de sistema fotovoltaico e (b) falha da estrutura de sustentação do telhado devido à carga adicional gerada pelos módulos.

A Figura 1, a Figura 2 e a Figura 5b apresentam alguns casos de dimensionamento inadequado. Na Figura 1a, não está havendo uma transferência adequada das cargas de tração da estrutura dos módulos fotovoltaicos para os vergalhões da estrutura de suporte. Na Figura 1b e na Figura 5b, a resistência estrutural não está compatível com as cargas de vento. Na Figura 2a, houve falha na interface entre a estrutura metálica de suporte dos módulos fotovoltaicos e a parede na qual essa estrutura está apoiada. Finalmente, na Figura 2b, houve falha da estrutura do telhado sobre a qual os módulos foram instalados. A estrutura em questão foi dimensionada para suportar um telhado de fibrocimento, com peso de aproximadamente  $15 \text{ kg/m}^2$  e foi adicionado um sistema fotovoltaico, com carga adicional de aproximadamente  $18 \text{ kg/m}^2$ . Nesse caso, acima da sobrecarga prevista em projeto.

## 2.2 Estruturas e componentes improvisados

Com frequência, tem sido utilizados componentes e estruturas improvisados em sistemas fotovoltaicos. Há diversos tipos de adaptação e improviso. A Figura 3 e a Figura 4 apresentam alguns componentes e estruturas improvisadas. A Figura 3a apresenta uma estrutura improvisada com canos de PVC. Trata-se de um material inadequado para a aplicação, com resistência estrutural inferior à necessária e com baixa resistência à temperatura. A Figura 3b apresenta uma tentativa de aumentar a inclinação do sistema utilizando componentes de estrutura. A Figura 4a apresenta um terminador final improvisado com um parafuso e com uma chapa de alumínio. A estrutura utilizada também já apresenta sinais de corrosão. A Figura 4b apresenta uma estrutura improvisada para correção de inclinação. A estrutura utilizada possui rigidez e resistência muito inferiores ao necessário para suportar cargas de vento. Além disso, não está devidamente ancorada na estrutura da casa.

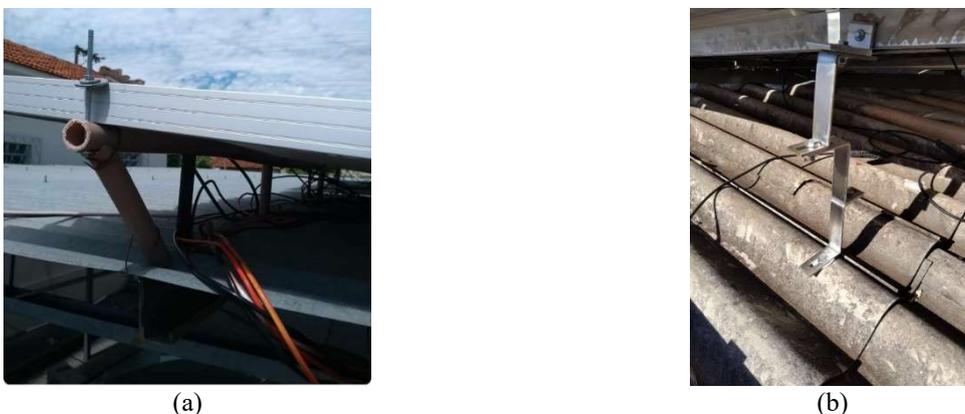


Figura 3 – (a) Estrutura improvisada com canos de PVC e (b) estrutura improvisada com componentes de outra estrutura.

### 2.3 Correção de inclinação inadequada

A realização de correções de inclinação em instalações de solo e lage é um procedimento usual. Por outro lado, a realização de correções de inclinação em telhados é um tema polêmico, com profissionais defendendo e profissionais contrários. A correção de inclinação em telhados é uma estratégia possível, mas deve ser realizada com extrema cautela. Devem ser avaliadas as cargas de vento no local, deve ser realizado um correto dimensionamento, com os devidos contraventamentos e, principalmente, deve-se ancorar a estrutura em um local capaz de comportar o carregamento correspondente. Um dimensionamento inadequado desse tipo de estrutura pode trazer grandes danos, como apresentado na Figura 5.



(a)



(b)

Figura 4 – (a) Grupo terminador improvisado com parafuso e chapa de alumínio e (b) estrutura improvisada de correção de inclinação.



(a)



(b)

Figura 5 – Foto de um sistema fotovoltaico com correção de inclinação (a) antes e (b) após a falha da estrutura.

### 3 PROBLEMAS ELÉTRICOS

Os problemas elétricos podem ter diferentes causas, desde defeitos de fabricação a falhas na instalação, passando por um projeto inadequado. Contudo, com frequência, tais problemas podem levar a derretimentos e a incêndios, como apresentado na Figura 6.



(a)



(b)

Figura 6 – Incêndio em sistema fotovoltaico originado (a) no cabeamento e (b) na stringbox.

### 3.1 Falha na equipotencialização

Um problema relativamente comum em sistemas fotovoltaicos são falhas na equipotencialização (aterramento) das estruturas metálicas do sistema.

### 3.2 Passagem de circuitos CC e CA no mesmo eletroduto

Outra questão ainda bastante comum é a passagem de circuitos de corrente contínua (CC) e de corrente alternada (CA) pelo mesmo eletroduto, o que pode causar danos aos equipamentos CA em caso de falha de isolamento dos cabos.

### 3.3 Crimpagem incorreta de conectores MC4 ou de terminais

A crimpagem de conectores MC4 e de terminais deve ser sempre realizada com os alicates crimpadores correspondentes. Uma crimpagem inadequada pode causar aumento da resistência na região do conector, fazendo com que o mesmo esquente e derreta. A Figura 7 apresenta duas fotos de falha de conectores MC4 por crimpagem inadequada.

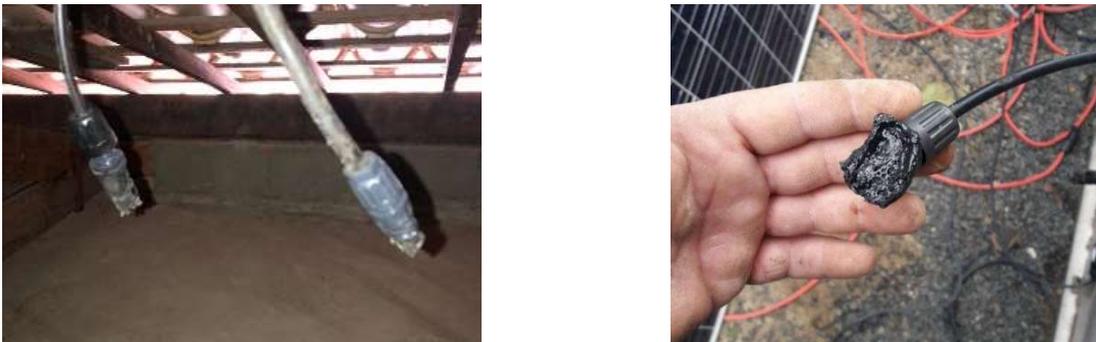


Figura 7 – Falha de conector MC4 por crimpagem incorreta e superaquecimento.

### 3.4 Aperto insuficiente ou excessivo de Bornes

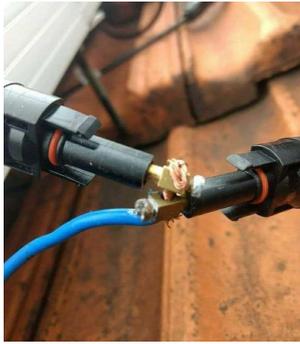
Da mesma forma, um aperto insuficiente ou excessivo dos bornes pode causar aumento da resistência nessa região, com o conseqüente aquecimento e possíveis danos ao equipamento. A Figura 8 apresenta duas falhas por aperto insuficiente dos bornes, uma em um medidor e outra em um controlador de carga. Para prevenir essas situações, a forma mais adequada é a utilização de um torquímetro e a inspeção posterior durante a operação através de câmera termográfica. Contudo, trata-se de dois equipamentos pouco utilizados em sistemas de menor porte. Para esses sistemas, o mais adequado é realizar um aperto firme e depois puxar com força para verificar se o fio está preso adequadamente.



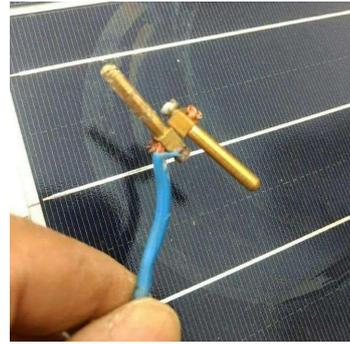
Figura 8 – (a) Falha em um medidor e (b) em um controlador de carga, ambos por torque insuficiente nos bornes.

### 3.5 Improvisos

Da mesma forma como na estrutura, também há improvisos na parte elétrica. A Figura 9 apresenta um conector Y improvisado utilizando pinos de tomada. Além desse exemplo, há diversos casos de improviso de conectores, especialmente para união do cabo de aterramento com a estrutura dos módulos fotovoltaicos.



(a)



(b)

Figura 9 – Improviso de um conector Y com pinos de tomada: (a) dentro e (b) fora dos conectores MC4.

### 3.6 Emendas inadequadas

Além dos conectores inadequados, há ainda emendas inadequadas, como apresentado na Figura 10. Trata-se de emendas feitas, muitas vezes, com fita isolante (Figura 10a), algo totalmente inadequado, especialmente para condutores que transportam tensão e potência elevados e para uso em ambiente externo. Outra situação é para correção de crimpagem ou para evitar a crimpagem de conectores (Figura 10b). Uma terceira situação em que são utilizadas emendas de forma inadequada está relacionada à medição incorreta do comprimento dos cabos.



(a)



(b)

Figura 10 – (a) Emenda em dois cabos e (b) em um terminal MC4.

### 3.7 Desativação ou By-pass de equipamentos de segurança

Os dispositivos de segurança, como disjuntores e fusíveis, são essenciais para a segurança da instalação. A desativação desses dispositivos não é muito comum, mas ocorre, com grande risco para a instalação e para as pessoas. Sem esses dispositivos, deixa de haver proteção contra sobrecarga e curto circuito, podendo ocasionar superaquecimento e até mesmo incêndio. A Figura 11a apresenta a desativação forçada de um disjuntor, possivelmente por causa de um dimensionamento incorreto. A Figura 11b apresenta a substituição inadequada de dois fusíveis por barras de cobre, possivelmente pela indisponibilidade desses fusíveis.



(a)



(b)

Figura 11 – (a) Desativação de um disjuntor e (b) by-pass em um fusível.

### **3.8 Dimensionamento inadequado dos condutores**

O dimensionamento inadequado dos condutores pode gerar impedância elevada, especialmente no lado de corrente alternada, em que a tensão tende a ser mais baixa e a corrente mais alta. Tal impedância pode ser na rede interna ou mesmo na rede da concessionária. Essa última situação é relativamente comum na zona rural. Nos dois casos, essa impedância de entrada faz com que a tensão do inversor aumente para tentar injetar na rede. Com frequência o inversor acaba desarmando por sobretensão. Nesses casos, a impedância de entrada deve ser ajustada. Em alguns casos específicos, a tensão máxima do inversor pode ser aumentada e/ou a potência do sistema pode ser limitada. Contudo, isso só deve ser mantido por pouco tempo, até o ajuste da impedância de entrada.

### **3.9 Posicionamento inadequado do inversor**

Outra questão que ocorre com certa frequência é o posicionamento inadequado do inversor, seja em alturas muito elevadas ou em locais muito baixos, o que dificulta o manuseio do sistema. Ou ainda em locais com temperatura elevada durante o dia ou com pouca ventilação, o que faz com que o inversor limite sua geração por superaquecimento.

## **4 PROBLEMAS DE DESEMPENHO**

Problemas de desempenho são relativamente comuns em sistemas fotovoltaicos. Em pesquisa realizada pelos autores, cerca de 60% dos profissionais relatam já ter vivenciado reclamações de clientes, corretas ou não, relacionadas à geração dos sistemas fotovoltaicos.

### **4.1 Azimute ou inclinação inadequados**

Uma causa comum de problemas de desempenho é a utilização das configurações com maior geração no projeto e de menor geração na execução. Ou seja, no projeto é considerado que o sistema está direcionado para o norte e com a latitude do local. E, na instalação, o sistema acaba ficando direcionado para outro azimute e com outra inclinação e gerando menos. Isso é relativamente comum quando se utiliza os valores de referência de geração dos fornecedores. Nesses valores de referência, normalmente são apresentadas as melhores condições de geração.

Outra causa comum de problemas de desempenho é o direcionamento dos módulos para o sul, mesmo tendo telhados disponíveis para o norte, leste ou oeste. Ou ainda a utilização de telhados e de configurações com inclinação muito pequena, causando acúmulo de água e poeira e reduzindo a geração.

### **4.2 Configuração inadequada dos arranjos fotovoltaicos**

A utilização de uma configuração inadequada de arranjos fotovoltaicos pode causar diversos problemas. Um exemplo é a utilização de mais módulos em série do que comportado pelo inversor. Isso pode causar erros de sobretensão, caso o inversor possua essa proteção. Ou pode danificar permanentemente o inversor (queimar), se ele não tiver essa proteção.

Outro exemplo de configuração inadequada é a união de módulos com diferentes azimutes e inclinação dentro de um mesmo arranjo (string). Ou de dois ou mais arranjos (strings) com diferentes azimutes e inclinação dentro de um mesmo MPPT. Esse problema é particularmente frequente em inversores com 2 MPPT e 3 entradas.

Um último exemplo é a união de arranjos (strings) com número diferente de módulos no mesmo MPPT. Isso é particularmente perigoso, pois pode causar corrente reversa e gerar incêndio.

### **4.3 Modelagem incorreta do sistema**

Os sistemas fotovoltaicos devem ser modelados e simulados de forma adequada, especialmente se considerarmos o grande número de ferramentas computacionais gratuitas e de qualidade disponíveis atualmente, como o PVWatts e o SAM, ambos do NREL. Tal modelagem deve considerar os dados meteorológicos do local de instalação, o azimute e a inclinação corretos em que os módulos serão instalados. Deve considerar os demais efeitos, como as perdas do inversor, do cabeamento, dos conectores, do desvio do espectro padrão, da temperatura etc. Esses efeitos adicionais podem ser considerados de forma conjunta através da razão de performance (PR) ou de forma isolada.

### **4.4 Avaliação inadequada do sombreamento**

Em sistemas de microgeração e minigeração é relativamente comum a ocorrência de sombreamento. Contudo, tal sombreamento deve ser analisado de forma adequada e suas perdas devem ser devidamente quantificadas. Para tal, podem ser utilizados programas comerciais tradicionais, como o PVSyst e o PVSol ou programas gratuitos, como o SAM.

Adicionalmente, se essa sombra for muito heterogênea, deve ser avaliada a utilização de microinversores ou de otimizadores de potência. Caso sejam utilizados inversores convencionais (inversores string), deve ser deixada uma pequena margem de segurança para as perdas por sombreamento parcial.



Figura 12 – Sombra (a) de árvores e (b) de um prédio sobre o sistema fotovoltaico.

#### 4.5 Sujeira nos módulos fotovoltaicos

Ao longo do tempo, é comum que os módulos fotovoltaicos fiquem sujos, especialmente em períodos mais secos do ano e em regiões com baixa pluviosidade. Nesses casos, deve ser realizada a limpeza dos módulos com uma periodicidade superior ao usual. Tal periodicidade deve ser analisada de acordo com o tempo de acúmulo e com a perda de geração.



Figura 13 – Sujeira causada por (a) poeira e (b) fezes de animais em dois sistemas fotovoltaicos.

#### 4.6 Microfissuras

Ainda é relativamente comum ver instaladores pisando sobre os módulos (Figura 14a). Embora essa atitude não cause danos aparentes, pode causar microfissuras (Figura 14b), quebrando as células e reduzindo a geração. Tais danos podem ser agravados por outras situações, como a entrada de umidade no módulo.

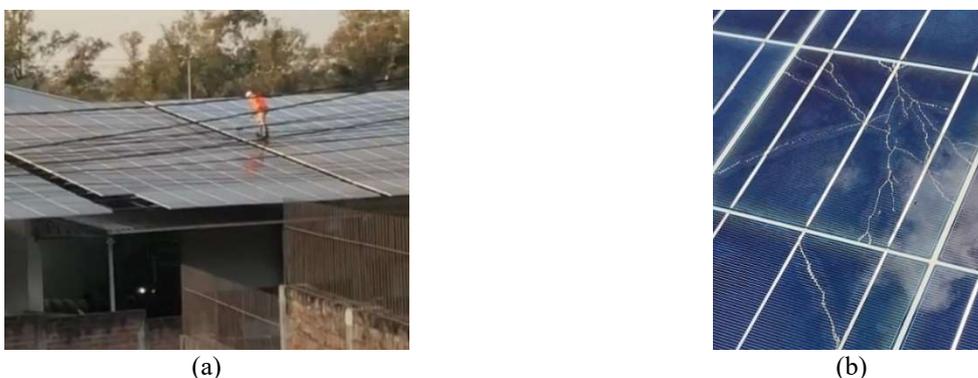


Figura 14 – (a) Deslocamento de instalador sobre o módulo e (b) dano causado por microfissuras.

#### 4.7 Fatores externos

Além dos fatores apresentados acima, há ainda diversas situações inusitadas que podem causar danos aos sistemas fotovoltaicos. Um exemplo são os disparos de armas de fogo (Figura 15a) ou mesmo o roubo de cabos e componentes do sistema fotovoltaico. Outro exemplo são os danos causados por insetos e por animais domésticos (Figura 15b). Tais danos podem ser prevenidos até certo ponto através de telas de proteção e cercas ou por apólices de seguro para a usina.



(a)



(b)

Figura 15 – (a) Dano em um módulo por projétil e (b) dano causado por animais.

#### 4.8 Diferença entre o Ano Meteorológico Típico e o Ano Corrente

A geração de energia elétrica em sistemas fotovoltaicos tem grande dependência do clima. Normalmente, o projeto de sistemas fotovoltaicos utiliza como base anos meteorológicos típicos. Contudo, pode haver diferenças de mais de 25% entre a irradiação em um ano meteorológico típico e a irradiação em um determinado mês. A fim de avaliar a geração naquele dia ou mês específico, pode ser utilizado o sistema proposto pelos autores (Santos *et al*, 2022) e disponibilizado gratuitamente em <http://solareduc.com/simulator/CalculateGeneration.php> (SolarEduc, 2022).

#### 4.9 Subdimensionamento excessivo do inversor

A potência efetivamente gerada pelos módulos fotovoltaicos é, normalmente, cerca de 20% inferior ao seu valor nominal. Desse modo, uma prática comum é a utilização de inversores com uma potência nominal inferior à potência dos módulos ou, de forma equivalente, a utilização de uma potência de módulos em torno de 20% superior à potência dos inversores. Por projeto, os inversores suportam, em alguns casos, uma potência dos módulos até 80% superior à sua potência nominal. Contudo, essa prática faz com que o inversor acabe limitando a geração do sistema fotovoltaico.

### 5 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

A seguir é apresentado o Diagrama de Ishikawa para cada um dos três tipos de problema. O diagrama de Ishikawa também é conhecido como Diagrama de Causa e Efeito e Diagrama Espinha de Peixe. O diagrama foi desenvolvido com o objetivo de representar a relação entre um “efeito” e suas possíveis “causas”. Ele foi proposto inicialmente pelo engenheiro químico Kaoru Ishikawa em 1943 e aperfeiçoado nos anos seguintes. Em sua estrutura, as prováveis causas dos problemas são classificadas como sendo de seis tipos diferentes:

- Método: toda a causa envolvendo o método que estava sendo executado no trabalho;
- Material: toda causa que envolve o material que estava sendo utilizado no trabalho;
- Mão-de-obra: toda causa que envolve uma atitude do colaborador (ex: procedimento inadequado, pressa, imprudência, ato inseguro etc);
- Máquina: toda causa envolvendo a máquina que estava sendo operada;
- Medida: toda causa que envolve os instrumentos de medida, sua calibração, a efetividade de indicadores em mostrar as variações de resultado, se o acompanhamento está sendo realizado, se ocorre na frequência necessária, etc.
- Meio ambiente; toda causa que envolve o meio ambiente em si (poluição, calor, poeira, etc.) e, o ambiente de trabalho (layout, falta de espaço, dimensionamento inadequado dos equipamentos, etc.).

Na construção dos diagramas a seguir, foram considerados não apenas os problemas mais comuns, mas diversos outros problemas também. Foram gerados três diagramas, um para cada classe de problemas: Estruturais, Elétricos e de Desempenho. A Figura 16 apresenta o diagrama de Ishikawa para os Problemas Estruturais. A Figura 17 apresenta o

diagrama de Ishikawa para os Problemas Elétricos. A Figura 18 apresenta o diagrama de Ishikawa para os Problemas de Desempenho.

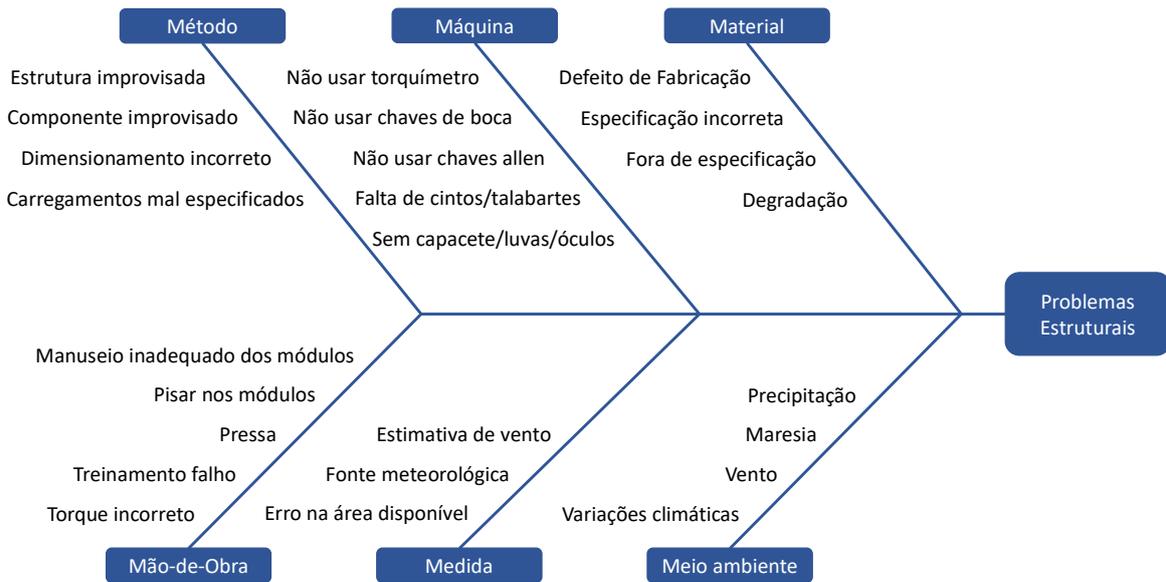


Figura 16 – Diagrama de Ishikawa para os problemas estruturais.

## 6 PREVENÇÃO DESSES PROBLEMAS

Para prevenir esses problemas, o primeiro passo é a realização do projeto de sistemas fotovoltaicos seguindo as normas adequadas. Serão tratadas brevemente a NBR-16690, a NBR-16274. Além disso, é importante que os profissionais envolvidos, tanto para o projeto quanto na instalação, tenham recebido treinamento adequado para as atividades que irão desempenhar.

### 6.1 NBR-16690

A “NBR-16690 - Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos — Requisitos de projeto” (ABNT, 2019) é a norma mais importante no projeto de sistemas fotovoltaicos conectados à rede. Ela apresenta os requisitos de projeto de um sistema fotovoltaico nos seus diferentes aspectos. Apresenta inicialmente os requisitos para conexão de módulos em série, em paralelo e em série-paralelo e em relação ao desempenho do sistema. Também apresenta requisitos mecânicos relacionados à força do vento, ao carregamento mecânico e à corrosão. Apresenta ainda os requisitos para os dispositivos de proteção, tanto em corrente contínua quanto em corrente alternada. Alguns exemplos são o requisito de isolamento dupla ou reforçada para o lado de corrente contínua, uso de fusíveis para sistemas com mais de três arranjos, proteção contra baixa isolamento e proteção contra corrente residual. Outro aspecto importante diz respeito aos laços no cabeamento, para reduzir as tensões induzidas no sistema por descargas eletromagnéticas.



Figura 17 – Diagrama de Ishikawa para os problemas elétricos.

## 6.2 NBR-16274

A “NBR-16274:2014, Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho” apresenta inicialmente os requisitos de documentação do sistema. A seguir, são apresentadas as questões mais relacionadas ao comissionamento, que são os pontos de verificação e os procedimentos de ensaio. Os ensaios categoria 1 avaliam o aterramento e os parâmetros de corrente e tensão, bem como o isolamento do sistema e as proteções. Os ensaios categoria 2 englobam a determinação da curva IxV e inspeção termográfica. Finalmente, é indicado um procedimento para avaliação de desempenho utilizando piranômetros e módulos de referência.

## 6.3 Outras normas

Além da NBR-16690 e da NBR-16274, é recomendável consultar ainda outras normas aplicáveis a sistemas elétricos. A primeira delas é a “NBR 5410, Instalações elétricas de baixa tensão” (ABNT, 2004), que apresenta as diretrizes de projeto para os sistemas elétricos. Outra é a “NBR 5419, Proteção contra descargas atmosféricas” (ABNT, 2005), uma vez que esses sistemas tendem a ser muito expostos a descargas atmosféricas e ao campo elétrico gerado por elas. A última é a “NBR 6123, Forças devidas ao vento em edificações” (ABNT, 1988), para o dimensionamento das cargas de vento sobre as estruturas de suporte dos módulos fotovoltaicos.

## 7 CONCLUSÃO

O aumento rápido no número de instalações fotovoltaicas nem sempre tem sido acompanhado por uma qualidade compatível. O presente artigo apresentou inicialmente diversos problemas comuns em instalações fotovoltaicas. Tais problemas foram classificados em três grupos: estruturais, elétricos e de desempenho. A seguir, foram apresentados três Diagramas de Ishikawa, um para cada grupo de problemas. Finalmente, foram apresentadas algumas diretrizes para prevenção desse tipo de problema em novas instalações.

### Agradecimentos

Os autores agradecem a empresa SyraSolar por financiar o trabalho e por fornecer acesso às informações de seus projetos e a outros recursos, sem os quais o presente trabalho não poderia ter sido realizado. Agradecem ainda ao grupo Barbaridades Fotovoltaicas, no qual são compartilhados diversos aprendizados sobre sistemas fotovoltaicos, tais como aqueles apresentados nesse artigo.

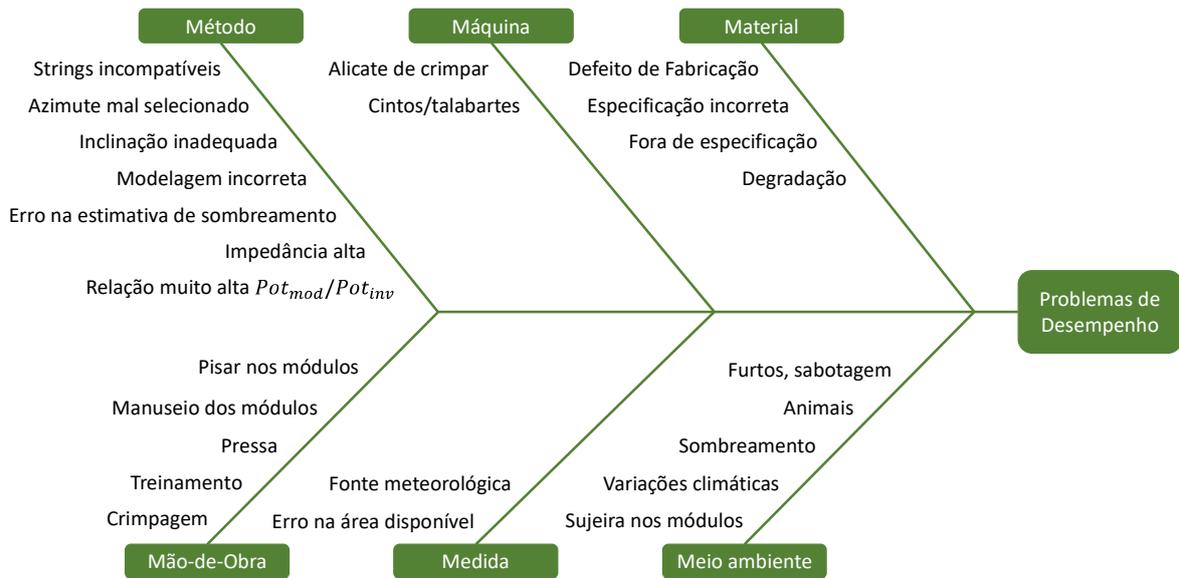


Figura 18 – Diagrama de Ishikawa para os problemas de desempenho.

## REFERÊNCIAS

- ABNT, 1988. ABNT NBR 6123:1988, Forças devidas ao vento em edificações.
- ABNT, 2004. ABNT NBR 5410:2004, Instalações elétricas de baixa tensão.
- ABNT, 2005. ABNT NBR 5419:2005. Proteção contra descargas atmosféricas
- ABNT, 2014. ABNT NBR-16274:2014, Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho
- ABNT, 2019. ABNT NBR 16690:2019, Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos — Requisitos de projeto.
- Santos, H., Vassalo, P., Araújo, M. Ouverney, F (2020). Contornando as Limitações da NBR-16274:2014 na Avaliação de desempenho e no ajuste das Simulações de Sistemas Fotovoltaicos de Pequeno e Médio Porte. In: CBENS, 2020.
- Santos, H., Vassalo, P., Araújo, M. Ouverney, F, Regnier, L. (2020). Que Fonte de Dados Meteorológicos Utilizar no Brasil? Que Incerteza Esperar? Uma Comparação entre Diferentes Abordagens e Variadas Fontes de Dados. In: CBENS, 2020.
- Santos, H., Vassalo, P., Motta, A., Pimental, M. (2022). Meu Sistema Fotovoltaico está Gerando Corretamente? Análise de Desempenho e Identificação de Problemas em Sistemas de Micro e Minigeração. In: CBENS, 2022.
- SolarEduc, 2022. Avaliador de Geração. Disponível em <http://solareduc.com/simulator/CalculateGeneration.php>. Acesso em 13/01/2022.

## PROBLEMS IN MICRO AND MINIGENERATION PHOTOVOLTAIC INSTALLATIONS: WHY DO THEY OCCUR AND HOW TO PREVENT?

**Abstract.** The constant increases in the cost of electricity and the reduction in the price of photovoltaic systems have caused the number of installations in Brazil to increase exponentially. However, this rapid increase in the number of installations is often associated with a reduction in the quality of installations. This article aims to present these problems and indicate how to prevent them or how to remedy them. Such problems can be divided into three groups: 1) Structural, 2) Electrical and 3) Performance. For each group, an Ishikawa Diagram was constructed, with the respective root causes.

**Key words:** Failures, NBR 16690, NBR-16274.