

# **ANEXO I - A**

## **Caderno de Especificações**

### **Manutenção Preventiva de Usina Fotovoltaica da PRM-Serra Talhada**

#### **1. OBJETO**

A usina fotovoltaica da PRM-Serra Talhada possui a capacidade de geração de 80kVA. A manutenção preventiva/corretiva, sem o fornecimento de peças, contempla a limpeza do sistema (painéis solares, inversores, QDI, etc.), testes de comissionamento e conservação de cada componente e mão-de-obra para consertos e reposição de peças danificadas.

O fornecimento de peças novas é de responsabilidade do contratante (MPF), porém os materiais de consumo da atividade de manutenção é de responsabilidade da contratada, tais como: detergentes, solventes, estopas, espuma expansiva, limpa contato, solvente dielétricos, sacos de lixo, fitas isolantes, terminais conectores, etc.

As ferramentas de trabalho é de responsabilidade da contratada, tais como: vassouras, escadas, cordas de segurança, mangueiras de água, extensões elétricas, termógrafos, multímetros, lonas plásticas de proteção, fita de isolamento de segurança, etc.

Os equipamentos de proteção individual e coletivo (EPI e EPC) é de responsabilidade da contratada, tais como: cintos de segurança, cordas de segurança, fardamento, botas, luvas, óculos, etc.

Principais componentes da usina fotovoltaica de 80kVA:

- ➔ 02 inversores, fabricante Solis, de 40kW;
- ➔ 182 painéis solares, fabricante Jinko, 550W;
- ➔ 02 String Box, fabricante Clamper, 18 kA, 4E/4S, equipadas com DPS;
- ➔ 02 String Box, fabricante Clamper, 18 kA, 2E/2S, equipadas com DPS;
- ➔ 01 Quadro Elétrico, provido com disjuntores trifásicos de 175A e de 80A;
- ➔ Estrutura metálica para fixação dos painéis solares;
- ➔ Caixas de passagem;
- ➔ Eletroduto galvanizado;
- ➔ Cabo solar;
- ➔ Cabo EPR/XLPE;
- ➔ Cabo de aterramento;
- ➔ Caixa de aterramento com haste;

#### **2. PAINÉIS SOLARES**

## 2.1 Inspeção Visual

A inspeção visual será realizada para detectar problemas visíveis ou não conformidades existentes, e em seguida realizar o imediato ajuste ou conserto necessário:

- Procurar por sombras persistentes, rachaduras ou sinais de delaminação;
- Ajustar folgas da fixação nos trilhos;
- Troca de componentes danificados;
- Trocar conectores elétricos desgastados;
- Avaliar integridade e desgaste de cabos elétricos expostos a sol e chuva;
- Corrigir folgas e soldas de cabos elétricos em geral;
- Reparo nas conexões entre painel solar e cabo elétrico.

## 2.2 Limpeza dos Painéis Solares

O procedimento de limpeza dos módulos deve ser utilizando ar comprimido ou limpeza úmida, a depender do grau de sujidade.

Em caso de sujeira excessiva na superfície do módulo, lavá-los com água, detergente neutro e utensílio de limpeza não abrasivo (esponja), uma escova não condutora ou outro material suave para remoção de sujeira. Não raspar ou esfregar a sujeira seca, para não causar micro arranhões.

A limpeza será feita com a energia elétrica do sistema desligado, de preferência nas primeiras horas do dia, pois a limpeza feita em altas temperaturas pode danificar os módulos. Não realizar em dias chuvosos.

Não utilizar jato pressurizado, para não danificar os módulos. Utilize escovas ou vassouras específicas para limpeza de painéis solares, que contam com cerdas macias e um cabo extensor para alcançar todos os módulos.

Após a limpeza, enxaguar os módulos para remover resíduo de detergente ou sujeira. Não mergulhe o módulo, parcial ou totalmente, em água ou qualquer outra solução de limpeza.

**Atenção:** Não pulverizar água diretamente nas interfaces fechadas de módulo (caixa de junção, selo borda, conectores). Não escovar ou limpar a parte de trás dos módulos para evitar o estresse acidental dos cabos ou da caixa de junção.

## 3. INVERSORES

A manutenção dos inversores fotovoltaicos e suas ventoinhas, parte essencial da manutenção, visa garantir a eficiência do sistema e prolongar a vida útil do equipamento, removendo-se a poeira e a sujeira que se acumula, o que pode impedir bom funcionamento do inversor.

A manutenção será dividida por etapas e realizada com o inversor desligado:

- a) Inspeção Visual:** Verificar existência de dano físico ou corrosão nas partes internas e externas, inclusive cabos elétricos, eletrodutos, suportes de fixação, realizar troca de componente defeituoso;
- b) Limpeza:** Remoção de poeira nos dissipadores de calor, ventoinhas e filtros para garantir a circulação eficiente do ar; utilizar pano úmido e sabão neutro para sujeiras mais intensas; evitar produtos químicos e abrasivos, para não danificar o inversor;
- c) Prevenção de Entrada de Animais:** Insetos, roedores e outros pequenos animais podem se alojar dentro dos inversores, causando curtos-circuitos e falhas nos componentes eletrônicos; utilizar espuma expansiva ou alguma fita adequada para vedar totalmente as entradas de cabos e evitar a infiltração de sujeira e animais.
- d) Oxidação nos componentes:** Procurar sinais de oxidação, geralmente com coloração esverdeada ou esbranquiçada, aplicar álcool isopropílico ou outro material adequado nas áreas oxidadas, seguido de uma escova macia ou pano limpo para remover a sujeira; em seguida, aplicar um produto anticorrosivo ou um protetor de contatos para evitar o retorno da oxidação;
- e) Torque de parafusos e conexões:** limpeza das conexões com limpa contato; utilizar torquímetro para garantir um aperto adequado nos parafusos e solucionar mau contato das conexões; marcar a porca e o parafuso com tinta lacre para facilitar a inspeção visual, permitindo identificar qualquer movimento ou perda do torque ideal;
- f) Terminais MC4 e conexões elétricas:** testar a qualidade da crimpagem, aplicando força moderada para verificar se o terminal permanece fixo ao cabo; conferir se a crimpagem apresenta deformidades, espaços excessivos ou sinais de derretimento ou carbonização; reparo de conexões elétricas do cabeamento CC; reaperto e verificação de conexões suspeitas.

## 4. STRING BOX

A manutenção será dividida por etapas:

- a) Medições e inspeção visual:** Medir tensões e checar a polaridade das strings; troca de componentes danificados;
- b) Cabos elétricos:** ajuste de folgas e soldas de cabos elétricos e eletrodutos, avaliar estado de conservação, efetuar reparo nas conexões;
- c) Limpeza:** Será realizada na caixa metálica externa e em todos os componentes internos (DPS, XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX, com vistas à remoção de toda sujeira e poeira, utilizando-se solventes dielétricos, estopas, pincéis, aspiradores e produto de limpeza adequado.

Produtos específicos para contatos elétricos, como o Limpa Contato Elétrico, são ideais para remover resíduos e garantir a continuidade elétrica.

- d) Prevenção de Entrada de Animais:** Insetos, roedores e outros pequenos animais podem se alojar dentro das string boxes, causando curtos-circuitos e falhas nos componentes eletrônicos; utilizar espuma expansiva ou alguma fita adequada para vedar totalmente as entradas de cabos e evitar a infiltração de sujeira e animais.
- e) Oxidação nos componentes:** Procurar sinais de oxidação, geralmente com coloração esverdeada ou esbranquiçada, aplicar álcool isopropílico ou outro material adequado nas áreas oxidadas, seguido de uma escova macia ou pano limpo para remover a sujeira; em seguida, aplicar um produto anticorrosivo ou um protetor de contatos para evitar o retorno da oxidação;
- f) Torque de parafusos e conexões:** aperto adequado nas conexões para evitar superaquecimento e falhas; limpeza das conexões com limpa contato; marcar a porca e o parafuso com tinta lacre para facilitar a inspeção visual, permitindo identificar qualquer movimento ou perda do torque ideal;
- g) Integridade dos DPS e disjuntores:** Avaliar o estado de conservação, fazer medições e substituí-los caso estejam queimados ou desgastados.

## 5. QUADRO ELÉTRICO

A manutenção será dividida por etapas:

- a) Dispositivos e Cabos:** ajuste de folgas e soldas de disjuntores, DPS, barramento, cabos elétricos, conexões, eletrodutos externos, avaliar estado de conservação, efetuar reparos e troca de componentes;
- b) Limpeza:** Será realizada na caixa metálica externa e em todos os componentes internos (barramentos, conexões, disjuntores, etc.), com vistas à remoção de toda sujeira e poeira, utilizando-se solventes dielétricos, estopas, pincéis, aspiradores e produto de limpeza adequado. Produtos específicos para contatos elétricos, como o Limpa Contato Elétrico, são ideais para remover resíduos e garantir a continuidade elétrica;
- c) Prevenção de Entrada de Animais:** Insetos, roedores e outros pequenos animais podem se alojar dentro das string boxes, causando curtos-circuitos e falhas nos componentes eletrônicos; utilizar espuma expansiva ou alguma fita adequada para vedar totalmente as entradas de cabos e evitar a infiltração de sujeira e animais.

- d) Oxidação nos componentes:** Procurar sinais de oxidação, geralmente com coloração esverdeada ou esbranquiçada, aplicar álcool isopropílico ou outro material adequado nas áreas oxidadas, seguido de uma escova macia ou pano limpo para remover a sujeira; em seguida, aplicar um produto anticorrosivo ou um protetor de contatos para evitar o retorno da oxidação;
- e) Torque de parafusos e conexões:** aperto adequado nas conexões para evitar superaquecimento e falhas; reparo nas conexões de disjuntores, DPS e barramentos; limpeza das conexões com limpa contato; utilizar torquímetro para garantir um aperto adequado nos parafusos e solucionar mau contato das conexões; marcar a porca e o parafuso com tinta lacre para facilitar a inspeção visual, permitindo identificar qualquer movimento ou perda do torque ideal;
- f) Integridade dos DPS e disjuntores:** Avaliar o estado de conservação, fazer medições e substituí-los caso estejam queimados ou com sinais de perda de eficiência.
- g) Inspeção final:** Após a limpeza e manutenção, inspecione o quadro para garantir que não há resíduos, que os componentes estão em bom estado e que a energia pode ser religada com segurança.

## 6. ATERRAMENTO

### 6.1 Inspeção Visual

É primordial a empresa avaliar se existe algum componente do Sistema de SPDA na cobertura que esteja em posição inadequada de forma a afetar as placas e os componentes da Usina Fotovoltaica, e comunicar aos fiscais do MPF. Caso seja necessário, a empresa fará os ajustes necessários, seguindo a orientação do MPF.

Todos os dispositivos metálicos presentes na usina são, obrigatoriamente, aterrados, tornando-os mais seguros para os operadores. Verificar se existe algum elemento do sistema que esteja desprovido de aterramento e comunicar aos fiscais do MPF para adoção de medidas. Caso seja necessário complementar o aterramento, a empresa contratada fará a instalação dos materiais, que serão comprados pelo MPF.

Sobre a usina fotovoltaica, será avaliado o estado de conservação de todos os cabos de aterramento, realizada a sua medição, verificada as conexões, os parafusos, a caixa de aterramento, a conexão split bolt da haste, as conexões aos barramentos de terra, o aterramento de string box e inversores e demais componentes.

### 6.2 Cabos de Aterramento

Serão avaliados, um a um, os seguintes trechos de cabos de aterramento:

- ➔ O cabo que começa no painel solar e se conecta à string box;
- ➔ O cabo que começa no painel solar e se conecta ao inversor;
- ➔ O cabo que começa no inversor e se conecta ao barramento do Quadro Distribuição;
- ➔ O cabo que começa no barramento do Quadro Distribuição e vai para o QGBT;
- ➔ O cabo que começa no QGBT e vai para a caixa de aterramento na área externo;
- ➔ A integridade da caixa de aterramento (tampa, alvenaria, reboco, etc.);
- ➔ A integridade da conexão entre cabo e haste de cobre nas caixas de aterramento;
- ➔ A integridade dos cabos expostos a sol e chuva.

Realizar o serviço acompanhando o projeto executivo, a fim de localizar todos os pontos de aterramento existente e inspecionar cada um deles.

Corrigir folgas e solturas de cabos de cobre nú, cabos elétricos e demais componentes.

### **6.3 Medições**

Para garantir que o aterramento atende as normas vigentes, é necessário efetuar as medições de cada ponto de aterramento, com entrega de relatório fotográfico e de informações.

A resistência de isolamento merece uma especial atenção. Medir a resistência de isolamento e verificar se o isolamento está adequado entre partes condutoras de corrente e a estrutura de strings, inversores, quadro elétrico, painéis solares e demais componentes do sistema.

Observação: Os inversores, antes de se conectarem com a rede elétrica, realizam um teste de resistência de isolamento automaticamente e estão programados para serem acionados somente quando a resistência de isolamento for superior a 1 MΩ. Caso haja alguma não conformidade, os inversores acusam no display.

Condições necessárias para realização do ensaio: A resistência de isolamento sofre forte influência da umidade do ambiente. Quanto mais úmido o ambiente, menor é o valor da resistência de isolamento, por isso é a situação mais propícia para a realização deste ensaio, dentro do possível. Para minimizar o risco de choque elétrico pelo gerador fotovoltaico, o ensaio pode ser realizado ao amanhecer, entardecer ou durante a noite.

As normas recomendam a sua realização em caráter preventivo e após a ocorrência de: DPS atuado, módulos fotovoltaicos avariados, inversores com defeito ou caso o inversor esteja se desconectando da rede por apresentar baixa resistência de isolamento ou quando detectado alguma falha no monitoramento.

### **6.4 Caixas de Aterramento**

Avaliar integridade de caixas de aterramento, efetuar reparos de alvenaria e tampa, efetuar vedação da tampa para impedir entrada de água, avaliar e consertar conectores e haste de cobre; troca de componentes danificados.

## **7. INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA**

Em sistemas fotovoltaicos, problemas elétricos podem gerar pontos quentes e diminuir o desempenho do sistema ou até mesmo causar algum dano permanente. A finalidade da termografia é detectar variações anormais de temperatura, que podem indicar problemas de: mau funcionamento dos módulos; rupturas em células ou no vidro do módulo; módulos avariados ou desconectados; falha no diodo de by-pass; resistência elevada em pontos de solda; falhas ou má conexão de componentes da string box e quadro CA.

A termografia será realizada por câmera infravermelha, visando detectar variações anormais de temperatura e existência de pontos quentes nos elementos que compõem os quadros elétricos, string boxes, inversores, placas solares, Disjuntores, DPS, Barramentos, Condutores em geral, Cabos elétricos, Conexões, Sistema de comunicação, etc.

Deverá ser apresentado relatório de termografia.

## **8. PREVENÇÃO DE UMIDADE**

Avaliar falha na vedação contra águas de chuva, nos eletrodutos que vem da cobertura e entram na laje de concreto e se conecta aos string boxes e inversores no térreo. Aplicar selante em caso de sinais de infiltração de água.

Avaliar integridade de caixas de inspeção externas de aterramento e selar as tampas que apresentem falha de vedação.

Avaliar se existe presença de umidade excessiva no interior dos inversores, string box e quadros elétricos.

## **9. RELATÓRIOS E ART**

Será entregue pelo responsável técnico a Anotação de Responsabilidade Técnica e:

- Relatório das medições termográficas;
- Relatório das medições de resistência de aterramento
- Relatório de manutenção, com check-list das rotinas realizadas, descrição das não-conformidades encontradas e relato das correções realizadas.

Todos os relatórios devem conter o registro fotográfico das atividades.

Todos os relatórios devem conter um parecer conclusivo do responsável.