

Procedimento Lavagem de Módulos

HLXBR - PRC – O&M - 002

junho 10, 2024

	Nome	Função	DATA
Elaborado por	Marcos Rodrigues Diego Ricaldi	Operador do CIC	06/06/2024
Validado por	Alexsandro Cândido	Especialista de O&M	07/06/2024
Aprovado por	Eduardo Oliveira	Gerente de O&M	07/06/2024

ÍNDICE

1	Objetivo.....	4
2	Siglas e Definições	4
3	Papéis e Responsabilidades	5
3.1	Segurança do Trabalho e Meio Ambiente (HSE)	5
3.2	Controle de Qualidade	6
3.3	Técnico Líder de O&M	7
3.4	Equipe de Produção	7
4	Manutenção	8
5	Diretrizes de Limpeza de Módulos	8
5.1	Aviso de Segurança	8
5.2	Aviso de Manuseio.....	9
5.3	Preparação da Operação.....	10
5.4	Métodos de Limpeza.....	10
5.4.1	Ar comprimido.....	10
5.4.2	Limpeza molhada	11
6	EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES.....	12
	Pré-execução.....	12
6.1	12
6.2	Execução	13
6.3	Pós-execução	13
7	EPIS necessários	13
	REGISTRO E MONITORAMENTO.....	16

1 OBJETIVO

O objetivo principal da limpeza de módulos fotovoltaicos é garantir a máxima eficiência na geração de energia solar. Sujeira, poeira, detritos e outros resíduos podem acumular-se na superfície dos módulos fotovoltaicos ao longo do tempo, reduzindo a quantidade de luz solar que atinge as células fotovoltaicas e, consequentemente, a produção de energia.

A limpeza regular remove esses resíduos, permitindo que os módulos capturem mais luz solar e gerem mais energia.

2 SIGLAS E DEFINIÇÕES

APR	Análise Preliminar de Risco
CIC	Centro Integrado de Controle
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
HSE	Segurança do Trabalho e Meio Ambiente
NR	Norma Regulamentadora
O&M	Operação e Manutenção
PT	Permissão de Trabalho
UFV	Usina Fotovoltaica

3 PAPÉIS E RESPONSABILIDADES

A divisão das funções e suas respectivas responsabilidades estão descritas a seguir e resumidas na tabela abaixo:

Área	Responsabilidade	Prazo
HSE	Procedimentos de Segurança	-
Terceiros	Empresa executora	-
CIC	Autorização de execução de serviço	Tempo real
O&M	Instrução de Trabalho e Procedimentos	-
Terceirizada	Execução das atividades em campo	Tempo real
Supervisor	Supervisão das atividades	Tempo real
Qualidade	Controle da qualidade dos serviços executados	Tempo real

3.1 Segurança do Trabalho e Meio Ambiente (HSE)

- Elaborar/revisar procedimentos de trabalho quando necessário e comunicar ao coordenador de segurança sobre as alterações para que seja adotada as medidas necessárias;
- Identificar os perigos e riscos envolvidos nas atividades;
- Controlar o uso de equipamentos de proteção individual e coletiva;
- Estabelecer e manter as medidas de controle de segurança e saúde dos trabalhadores envolvidos na atividade e em torno dela;
- Orientar os colaboradores sobre os riscos inerentes as atividades desse procedimento, bem como realizar o Diálogo Diário de Segurança e, divulgar a APR (Análise Preliminar de Riscos);
- Realizar inspeções diárias em campo e, liberar as frentes de serviço;
- Responsável pela guarda e arquivo dos registros de SMS gerados, incluindo elaboração e fechamento de data-book final;

- Elaborar/ revisar procedimentos de trabalho quando necessário e enviar para aprovação do Responsável de Meio Ambiente, de Saúde e Segurança do Trabalho e Site Manager;
- Classificar os resíduos gerados e destiná-los corretamente; divulgar as planilhas de aspectos e impactos ambientais;
Descarte de resíduos: Implemente um plano adequado para o descarte de resíduos vegetais, garantindo que eles sejam removidos da área de forma segura e ambientalmente responsável.
- NR10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança dos trabalhadores que direta, ou indiretamente, interajam em instalações elétricas.
- NR06 – é a lei que discorre sobre as regras a respeito do uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI) em todas as áreas do ambiente de trabalho. Ela tem o objetivo principal de preservar a segurança e saúde dos colaboradores.
- Descarte de resíduos: Implemente um plano adequado para o descarte de resíduos vegetais, garantindo que eles sejam removidos da área de forma segura e ambientalmente responsável.

3.2 Controle de Qualidade

- O Controle de Qualidade da prestadora de serviço de O&M deve manter a implantação desse procedimento, assim como, toda a documentação gerada deve ser controlada atendendo todos os requisitos contratuais e legais;
- Ministrando treinamentos para melhoria da qualidade das atividades;

- Elaborar/revisar procedimentos de trabalho quando necessário e enviar para aprovação do Responsável de Meio Ambiente, Saúde e Segurança do Trabalho e Gerente de O&M;
- Acompanhar a elaboração dos registros de inspeção e relatórios pertinentes e, caso necessário abrir não conformidades.

3.3 Técnico líder de O&M

- Supervisionar os serviços na frente das atividades em conformidade com projeto e normas descritas neste procedimento;
- Manter a área limpa e organizada, garantindo a segurança dos operadores, equipamentos ou ambiente; executar os serviços em conformidade com este procedimento;
- Orientar os colaboradores sobre os riscos envolvidos e o cumprimento do procedimento. Seguir recomendações de HSE e Qualidade;
- Reportar, caso haja, divergência ou interferência com relação as especificações do projeto.

3.4 Equipe de Produção

- Executar as atividades de acordo com o procedimento;
- Conhecer todos os possíveis riscos juntamente com a supervisão de frente de serviço;
- Participar do diálogo diário de segurança e, cumprir as orientações de segurança e meio ambiente e aos requisitos deste procedimento.
- certifique-se de que todos os trabalhadores envolvidos estejam usando os equipamentos de proteção individual (EPIs) adequados, como luvas, óculos de proteção, capacetes e botas de segurança.

4 MANUTENÇÃO

A manutenção regular é necessária para manter os módulos livres da neve, excrementos de pássaros, sementes, pólen, folhas, galhos, manchas de terra e poeira.

Módulos com inclinação suficiente (pelo menos 15°), geralmente podem não precisar de limpeza (a chuva terá um efeito de autolimpeza). Se o módulo estiver sujo, lave com água e um implemento de limpeza não abrasivo (esponja) durante a parte fria do dia. Não raspe ou esfregue a sujeira seca, pois isso pode causar micro arranhões.

Para se proteger contra choques elétricos ou ferimentos, inspeções elétricas ou mecânicas e manutenção devem ser realizadas apenas por pessoal qualificado.

5 DIRETRIZES DE LIMPEZA DE MÓDULOS

Este manual abrange os requisitos para o procedimento de limpeza dos módulos solares fotovoltaicos.

O objetivo dessas diretrizes de limpeza é fornecer informações gerais para a limpeza dos nossos módulos. Os usuários do sistema e os instaladores profissionais devem ler essas orientações com atenção e seguir rigorosamente estas instruções.

O não cumprimento dessas instruções pode resultar em morte, ferimentos ou danos aos módulos fotovoltaicos. Danos induzidos por procedimentos de limpeza inadequados anularão a garantia solar.

5.1 Aviso de Segurança

As atividades de limpeza criam risco de danificar os módulos e componentes da fileira de módulos, bem como aumentar o potencial risco de choque elétrico.

Módulos trincados ou quebrados representam um risco de choque elétrico devido às correntes de fuga, e o risco de choque é aumentado quando os módulos estão molhados. Antes de limpar, inspecione minuciosamente os módulos para identificar rachaduras, danos e conexões soltas.

A tensão e a corrente presente em uma fileira de módulos durante o dia são suficientes para causar um choque elétrico letal.

Certifique-se de que o circuito está desconectado antes de iniciar o procedimento de limpeza, pois o contato com o vazamento de peças eletricamente ativas pode resultar em ferimentos. Certifique-se de que a fileira de módulos foi desconectada a outros componentes ativos (como inversor ou *combiner boxes*) antes de começar com a limpeza.

Use proteção adequada (roupas, luvas isoladas etc.).

A limpeza lateral traseira dos módulos não é necessária. Se for desejado a limpeza da parte traseira de um módulo, deve-se tomar cuidado para garantir que não haja danos causados ao *backsheet* traseiro, simplesmente limpando o contaminante à mão ou com uma esponja macia.

5.2 Aviso de Manuseio

Use uma solução de limpeza adequada e equipamentos de limpeza adequados. Não utilize produtos de limpeza abrasivos ou elétricos no módulo.

Atenção especial deve ser tomada para evitar que o *backsheet* traseiro do módulo ou a moldura entrem em contato com objetos pontiagudos, pois os arranhões podem afetar diretamente a segurança do produto.

Não use produtos de limpeza abrasivos, desengordurantes ou qualquer substância química não autorizada (por exemplo, óleo, lubrificante, pesticida, gasolina, óleo de flor branca, óleo ativo, óleo de temperatura de molde, óleo de máquina (como KV46), graxa (como Molykote EM-SOL, etc.), óleo lubrificante, óleo antiferrugem, óleo de carimbo, manteiga, óleo de cozinha, álcool propílico,

álcool etílico, óleo essencial, água de fixação óssea, água Tianna, agente desmoldante (como Pelicoat S-6, etc.), cola e cola de envasamento que pode gerar gás oxima (como KE200, CX-200, Chemlok, etc.), TBP (plastificante), agentes de limpeza, pesticidas, decapantes, adesivos, antiferrugem, desincrustante, emulsionante, cortante óleos e cosméticos etc.) no módulo.

Não utilize soluções corrosivas de limpeza que contenham ácido fluorídrico, álcali, acetona ou álcool industrial. Somente substâncias explicitamente aprovadas pelo fabricante podem ser usadas para módulos de limpeza.

5.3 Preparação da Operação

A sujeira perceptível deve ser esfregada por um instrumento de limpeza suave (pano macio, esponja ou escova com cerdas macias). Certifique-se de que escovas ou ferramentas de agitação não são abrasivas para vidro, EPDM, silicone, alumínio ou aço.

Realizar as atividades de limpeza evitando as horas mais quentes do dia, a fim de evitar estresse térmico no módulo. Os fabricantes sugerem que a limpeza dos módulos seja realizada durante o início da manhã e à noite com baixa irradiação e baixa temperatura dos módulos.

5.4 Métodos de Limpeza

5.4.1 Ar comprimido

O fabricante recomenda limpar a sujeira macia (como poeira) em módulos apenas com pressão de ar. Esta técnica pode ser aplicada desde que o método seja eficiente o suficiente considerando as condições existentes.

5.4.2 Limpeza molhada

Se a superfície do módulo apresentar uma sujeira excessiva, um pincel não condutor, esponja ou outro método de agitação leve podem ser usados com cautela. Certifique-se de que quaisquer escovas ou ferramentas de agitação sejam construídas com materiais não condutores para minimizar o risco de choque elétrico e que não sejam abrasivos ao vidro ou à estrutura de alumínio.

Se a graxa estiver presente, um agente de limpeza ambientalmente amigável pode ser usado com cautela. O fabricante recomenda o seguinte a ser usado:

- Características da água
 - Água com baixo teor mineral
 - Água de pH quase neutra: 5~7
 - Cloro ou Sal: 0 – 3.000 mg/L
 - Turbidez: 0 – 30 NTU
 - Condutividade: 1500~3000 $\mu\text{s}/\text{cm}$
 - Sólidos totais dissolvidos: $\leq 1000 \text{ mg/L}$
 - Dureza da água: 0 – 40 mg/L
- Irradiância: Menor que 200 W/m^2
- A pressão máxima da água recomendada:
 - Canadian Solar: 4 MPa (40 bar). Considerar da Risen Solar
 - Longi Solar: Não especificado. Considerar da Risen Solar
 - Risen Solar: 700 kPa (7 bar)

6 EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES

6.1 Pré-execução

- Preparação para início da atividade: Sinalizar ao CIC sobre a mobilização da atividade; colocar todos os EPIs necessários a execução das atividades conforme item 5.x; preencher a APR e a PT;
- Inspeção visual nos equipamentos: Verificar se há módulos fotovoltaicos danificados, realizar registro fotográfico e reportar ao supervisor da atividade. Em caso de módulo danificado:
 - Disponibilidade de troca: em casos em que seja possível a substituição imediata dos módulos, realizar a troca antes do início da lavagem;
 - Indisponibilidade de troca: nos casos em que não há módulo disponível e/ou equipe para a realizar a substituição, a equipe de limpeza deverá pular a mesa fotovoltaica com módulo danificado e prosseguir a lavagem nas demais. Notificar ao supervisor e ao CIC a mesa pulada.
- Inspeção visual da área de atuação: Realizar inspeção na área delimitada para a presença de animais. Caso haja animais no local, proceder da seguinte maneira:
 - Disponibilidade de manejo: realizar o manejo ou captura do espécime em local adequado
 - Indisponibilidade de manejo: Sinalizar ao supervisor e ao CIC e aguardar autorização para prosseguir com a atividade em outra região
- Antes de começar qualquer trabalho nos módulos fotovoltaicos, certifique-se de que estejam em modo de lavagem, em um ângulo determinado pelo fabricante.

6.2 Execução

- Molhe os módulos com água limpa para soltar a sujeira superficial, conforme especificações descritas no item 5.4.2;
- Use uma solução detergente suave, se necessário, para remover. Atentar-se para as especificações descritas no item 5.2;
- Utilize escovas ou escovões de cerdas macias para limpar os módulos, trabalhando de cima para baixo e em movimentos horizontais ou verticais, dependendo da orientação dos módulos;
- Evite aplicar pressão excessiva que possa danificar os módulos, mas assegure-se de remover toda a sujeira e detritos;
- Diferença de temperatura recomendada entre a água utilizada e a superfície do painel é inferior a 20°C.

6.3 Pós-execução

Após a finalização da lavagem, realizar uma verificação minuciosa nos módulos lavados para identificar se ficaram vestígios de sujeira. Caso sim, realizar limpeza pontual para remoção da sujeira.

7 EPIS NECESSÁRIOS

Para a realização das atividades é necessário que os colaboradores estejam devidamente paramentados com os EPIs e Vestimentas necessárias:

- Botas de segurança Proteção NR10
- Perneira de proteção
- Colete refletivo
- Luvas de segurança
- Óculos de proteção

Capacete de segurança



Bota de Segurança NR10



Perneira de proteção



Colete refletivo



Luvas de segurança



Óculos de proteção



Capacete de proteção

REGISTRO E MONITORAMENTO

Descrição	Data
Versão Inicial	06/06/24