



ESTUDO DE ANÁLISE TERMOGRÁFICA DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS NA USINA DO IFNMG CAMPUS MONTES CLAROS

FREITAS, I.S.O.¹; MARTINS, A.A.G.²; PIMENTA, N.C.S.²; RIBEIRO, A. H. S. A.²; SOUZA, D.F.²

¹Docente do IFNMG – *Campus Montes Claros*; ²Discente do curso superior em Engenharia Elétrica IFNMG – *Campus Montes Claros*.

Introdução

O superaquecimento em usinas fotovoltaicas pode ser um problema sério, causando perdas de desempenho, encurtando a vida útil dos equipamentos e até gerando riscos de incêndio. Diversas causas como falta de manutenção, erros de instalação, defeitos de fabricação e danos no transporte, podem contribuir para esse aumento de temperatura. Detectar o superaquecimento é dificultado devido à falta de acesso aos componentes e aos sinais invisíveis imediatos.

Para resolver esse problema, a termografia, que utiliza câmeras para gerar imagens térmicas, é uma solução eficaz. Essa técnica permite a detecção de pontos quentes e problemas de sombra ou obstrução por sujeira nos módulos. A termografia ajuda a identificar anomalias antes que se tornem falhas graves, permitindo uma manutenção mais rápida, barata e eficiente, garantindo o desempenho adequado das usinas fotovoltaicas.

Material e Métodos

A realização do procedimento de análise termográfica dos módulos fotovoltaicos foi realizada na usina do IFNMG campus Montes Claros. Para a realização das medições, é necessário que, no momento da avaliação, a irradiância solar esteja acima do valor mínimo de 600 W/m², como consta NBR 16274/2014. Além disso, os módulos avaliados possuem 72 células que são conectadas em série e 3 diodos bypass que são conectados em paralelo a cada 24 células.

Antes de se iniciar as medições, foi colocado o módulo na condição de curto-circuito, para ocorrer a circulação de corrente, com o intuito de provocar o seu aquecimento para a verificação de possíveis anomalias, rachaduras ou degradação. Permanecendo o módulo nessas condições, foi exposto à radiação solar por um período de 25 minutos. Após esse período, foi utilizada a câmera termográfica “PTi120”, da *Fluke*, posicionada a uma distância aproximada de 1,5 m do painel, o que possibilitou a obtenção da temperatura através da radiação infravermelha emitida pelo módulo.

Em seguida, foi realizada a sobreposição de uma célula com auxílio de uma folha de papel para simular o efeito de sombreamento no módulo. 25 minutos após, foi efetuada a análise termográfica dos pontos quentes e a atuação dos diodos de bypass, com medição simultânea da irradiância.

Após o ensaio do sombreamento parcial, foi simulado o acúmulo de sujeira no módulo. Para reproduzir essa condição foi utilizada uma tira de papelão que, quando o painel estiver na posição retrato, ocorrerá o sombreamento em uma *string*.

Cabe-se destacar a situação de quando um número significativo de células ficam sombreadas, a corrente tende a fluir além da capacidade nominal da célula, o que causa a ativação do diodo de bypass, desviando parte da corrente. Esse mecanismo de correção evita o superaquecimento das células, prevenindo danos permanentes.



Resultados e Discussão

A Figura 1 exibe imagens capturadas pela câmera termográfica, em que foi feito o sombreamento em, pelo menos, uma célula que é parte do circuito do diodo de bypass. Foram registrados a temperatura, a irradiação e o horário, conforme detalhado na Tabela 1. A temperatura máxima detectada coincidiu com a temperatura da célula sombreada, indicando que houve o superaquecimento esperado devido à passagem de corrente elétrica acima da capacidade nominal da célula. Isso também evidenciou o não funcionamento do diodo de bypass. No entanto, essa falta de ativação do diodo era esperada, pois apenas um número reduzido de células estavam sob sombras. Durante o teste com simulação do acúmulo de sujeira, foi usada uma longa peça de papelão para criar cenários de instalação horizontal e vertical. Os dados resultantes estão exibidos na Tabela 2.

A análise desses dados revelou que as células se aqueceram a ponto de ultrapassar a Temperatura Nominal de Operação da Célula (*NOCT*), que é de 45°C, de acordo com as especificações normativas da indústria. Mais uma vez, a temperatura máxima medida coincidiu com o *hotspot* detectado, indicando que quando a sujeira se acumula na região dos diodos de bypass, especialmente quando o módulo é instalado verticalmente, ocorre superaquecimento, que pode resultar em danos permanentes ao módulo. Portanto, é requerida a limpeza regular, especialmente em áreas com alta concentração de poeira, sendo fundamental para preservar a eficiência e prolongar a vida útil dos módulos fotovoltaicos.

Considerações finais

Conforme análise evidenciada, o surgimento de *hotspots* apresentam uma situação nociva à preservação e operação dos sistemas fotovoltaicos, comprometendo a geração e podendo causar sérios impactos econômicos na unidade geradora, além do desgaste acentuado dos painéis e até risco de ignição. Por outro lado, o acúmulo de sujidades e matéria orgânica seca pode comprometer ainda mais esta situação, como esclarecido. Portanto, é requerida a limpeza regular, especialmente em áreas com alta concentração de poeira, sendo fundamental para preservar a eficiência e prolongar a vida útil dos módulos fotovoltaicos.

O estudo apresenta uma conclusão satisfatória diante do objetivo proposto e revela a importância de uma compreensão mais aprofundada do comportamento dos módulos fotovoltaicos em diferentes condições, se mostrando crucial para avanços tecnológicos e para assegurar a eficácia das usinas solares.

Agradecimentos

Agradecemos à IFNMG e ao professor Igor Sérgio pelo suporte técnico prestado para o desenvolvimento deste trabalho.

Referências

GARCIA, Sérgio Boscato et al. Análise por termografia de módulos fotovoltaicos com células solares com base e diferentes malhas de metalização posterior. In: IV Congresso Brasileiro de Energia Solar e V Conferência Latino-Americana da ISES, 2012.

SILVEIRA, G. A importância da análise termográfica em sistemas fotovoltaicos. Disponível em: <<https://canalsolar.com.br/a-importancia-da-analise-termografica-em-sistemas-fotovoltaicos/>>. Acesso em: 10 set. 2023.



Tabela 1. Dados analisados do ensaio de sombreamento.

	Hora (h:min)	Irradiância (W/m ²)	Temperatura média do módulo (C°)	Temperatura máxima detectada (C°)
Figura 1A	9:40	447	50,83	57,70
Figura 1B	13:40	375,7	39,23	42,40
Figura 1C	14:06	640,5	53,43	85,50
Figura 1D	14:32	688,2	49,27	55,10

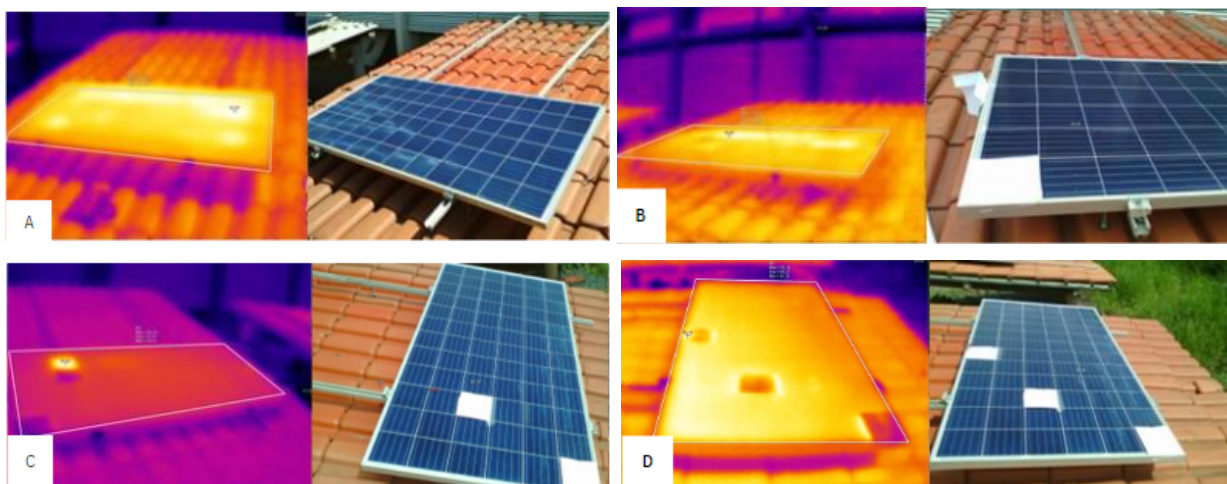


Figura 1. Estímulo de pontos quentes (*hotspots*) no módulo. Fonte: acervo pessoal (2023).

Tabela 2. Dados analisados do ensaio de simulação de sujidade.

	Hora (h:min)	Irradiância (W/m ²)	Temperatura média do módulo (C°)	Temperatura máxima detectada (C°)
Figura 2A	15:00	547,8	41,55	54,80
Figura 2B	15:20	656,3	51,22	102,30

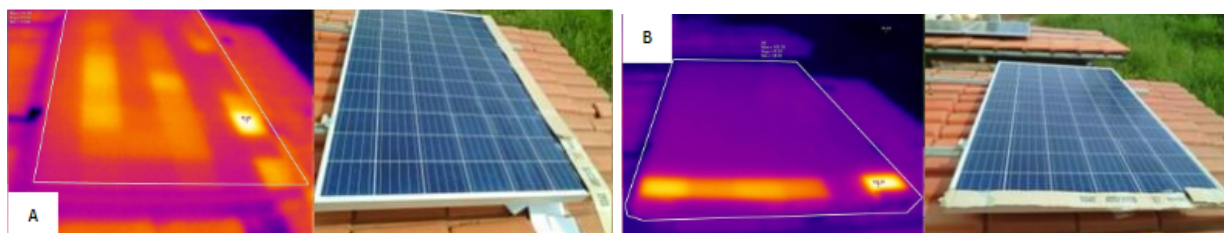


Figura 2: Caracterização de acúmulo de sujidade. Fonte: acervo pessoal (2023).