
ARÉA TEMÁTICA: ENERGIAS RENOVÁVEIS

SISTEMA DE ATERRAMENTO PARA PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

José Felipe Souza de Almeida – wirelinux@gmail.com

Universidade Federal Rural da Amazônia

Rodrigo Otávio Silva da Costa– eng.rodrigocosta1@gmail.com

Universidade Federal Rural da Amazônia

Ketle Figueiredo Gonçalves – ketlefig@gmail.com

Universidade Federal Rural da Amazônia

Luana Helena Oliveira Monteiro – eng.luanamonteiro@gmail.com

Universidade Federal Rural da Amazônia

Glauber Tadaiesky Marques – gtadaiesky@hotmail.com

Universidade Federal Rural da Amazônia

Bruna Mykaelle Pereira Da Silva - mika_ely@hotmail.com

Universidade Federal Rural da Amazônia

Ana Carolina Santos dos Anjos – anacarolinaanjos21@gmail.com

Universidade Federal Rural da Amazônia

Adriano Anastácio Cardoso Gomes – eng.adrianocardoso@gmail.com

Universidade Federal Rural da Amazônia

1. RESUMO

Com o desenvolvimento tecnológico, a demanda por eletricidade aumentou. A energia solar vem como um meio alternativo para suprir as demandas de energia do planeta e antes disso, é necessário desenvolver um sistema que possa garantir sua proteção como sistemas de aterramento para painéis fotovoltaicos. O objetivo deste trabalho é apresentar um sistema de aterramento fotovoltaico composto de diferentes direções (D1, D2, D3, D4 e D5) da conexão de 25 hastes, com um arranjo geométrico fixo. Além disso, foram verificados artigos e outros trabalhos científicos como dissertações, teses e / ou legislação e normas brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) sobre Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas. Este trabalho é puramente experimental. Os testes que foram realizados sobre as geometrias de haste apresentadas, desempenham um papel muito importante na redução da resistência do sistema de aterramento da placa fotovoltaica. Portanto, um SPDA (Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas) de uma placa fotovoltaica depende do número de hastes aterradas.

Palavras-chave: Energia Fotovoltaica. Sistema de proteção. Energia Solar

2. INTRODUÇÃO/OBJETIVO

Com o advento do desenvolvimento de novas tecnologias, cresce a demanda por energia elétrica em todo mundo. Conseqüentemente, há a pressão da sociedade e de órgãos ambientais por fontes alternativas de energia, as quais agridam menos o meio ambiente, como, por exemplo, a energia solar (ASSAIFE, 2013).

Nesse sentido, a energia solar vem como uma opção que, no momento, atende as demandas da sociedade por um mundo mais sustentável. O aproveitamento da energia solar pode ser realizado sob diversas formas, em pequenas escalas, no caso de

instalações residências ou grandes escalas o caso de grandes usinas geradoras de energia fotovoltaicas (ASSAIFE, 2013).

Diante disso, há a necessidade de se desenvolver artifícios, os quais protejam os painéis fotovoltaicos como, por exemplo, os sistemas de aterramento. A norma ABNT NBR 5410:2004 trata do aterramento de sistemas elétricos de baixa tensão. O aterramento consiste na ligação intencional de estruturas ou instalações com a terra, com intuito de garantir o funcionamento adequado da instalação, com o objetivo de proporcionar um caminho preferencial às correntes elétricas de surto, falta ou fuga, de forma a evitar riscos para as pessoas e os equipamentos (PINHO;GUALDINO, 2014).

Além disso, os sistemas FV são capazes de produzir tensões e correntes perigosas no decorrer do tempo. Dessa forma, a fim de garantir a segurança do público utilizador da tecnologia solar, dos instaladores e de profissionais os quais eventualmente venham a realizar a manutenção de equipamentos, assuntos relacionados ao aterramento de sistema FV ganharam destaque no setor elétrico. Além disso, como os equipamentos utilizados nos sistemas de geração fotovoltaica são caros, é necessário protegê-los contra descargas atmosféricas e outros fenômenos transitórios (ASSAIFE, 2013).

Este trabalho tem como objetivo apresentar um projeto de malha de aterramento fotovoltaico compostas por diferentes direções (D1, D2, D3, D4 e D5) da conexão de 25 hastes, com disposição geométrica fixa. Além disso, foi verificado artigos e outros trabalhos científicos tais como dissertações, teses e/ou legislações e as normas brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) sobre Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas.

3. METODOLOGIA

Com o intuito de atender ao objetivo de apresentar os sistemas de aterramento e proteção contra descargas atmosféricas em painéis fotovoltaicas, realizou-se uma revisão bibliográfica, que é um método que permite a inclusão de estudos de diferentes abordagens do assunto, com o objetivo de definir conceitos, rever teoria, analisar evidências e questões metodológicas de um tema específico (GIL, 2002).

A pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins,

jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc., até meios de comunicação orais: rádio, gravações em fita magnética e audiovisuais: filmes e televisão. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates que tenham sido transcritos por alguma fonte, quer publicadas, quer gravadas (MARCONI; LAKATOS, 2003).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na proposta desse trabalho, todos os testes foram realizados em uma malha aterrada, construída nas dependências da Universidade Federal Rural da Amazônia, em área de terra firme, localizada nas coordenadas geográficas $1^{\circ} 27' 33.26''\text{S}/48^{\circ} 26' 13.26'' \text{O}$. Com relação ao tipo de solo, destaca-se nessa região o latossolo amarelo distrófico. Vale ressaltar que o valor da resistividade medido foi de $1.220 \Omega \cdot \text{m}$. No projeto da malha de terra, contou-se com o dimensionamento de $10 \times 10 \text{ m}^2$, geometricamente retangular, com espaçamento entre hastes de 2,5 m, totalizando 25 hastes de 2,4 m de comprimento e raio 10 mm, cada uma feita de aço com revestimento de cobre. Os resultados dos experimentos, são mostrados no desenvolvimento deste texto. O local onde a malha de aterramento está construída é mostrado na Fig. 1.



Figura 1. Área de testes experimentais em uma malha de aterramento.

As medidas de resistência do solo foram obtidas com o uso de um Terrômetro digital, modelo MTD-20Kwe. A Fig. 2, ilustra a geometria da malha utilizada neste trabalho e medida em várias direções.

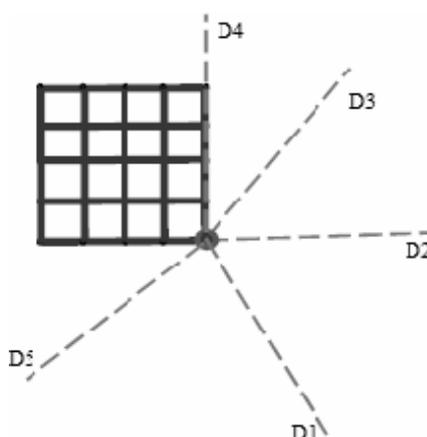


Figura 2. Ilustração da malha de aterramento contendo 25 hastes e 5 direções escolhidas para medições da resistência.

Na Tabela I estão discriminadas as resistências medidas para as diferentes direções (D1, D2, D3, D4 e D5) da conexão de 25 hastes, com disposição geométrica fixa. Conforme mostrado na Figura 2, esta composição representa todas as hastes da malha conectadas eletricamente. A Fig. 4 mostra os valores de resistência obtidos em direções diferentes para a conexão de 25 hastes em *grid*. De praxe, isto é feito com o objetivo de validar os experimentos de resistência deste tipo de estrutura elétrica aterrada. Assim, fez-se medidas em cinco direções (D) diferentes, relativas a haste de referência.

TABELA I. VALORES DE RESISTÊNCIA (Ω) MEDIDOS COM 25 HASTES NO INTERIOR DA ESTRUTURA, EM DIFERENTES DIREÇÕES.

Distância	25 Hastes

(m)	D1 (SE)	D2 (NE)	D3 (N)	D4 (NW)	D5 ((SW)
16	67	67	76	83	123
17	65	70	76	70	112
18	70	73	92	77	109
19	74	73	89	78	113
20	80	77	86	77	113
21	83	82	76	92	135
Média	73,2	73,7	82,5	79,5	117,5

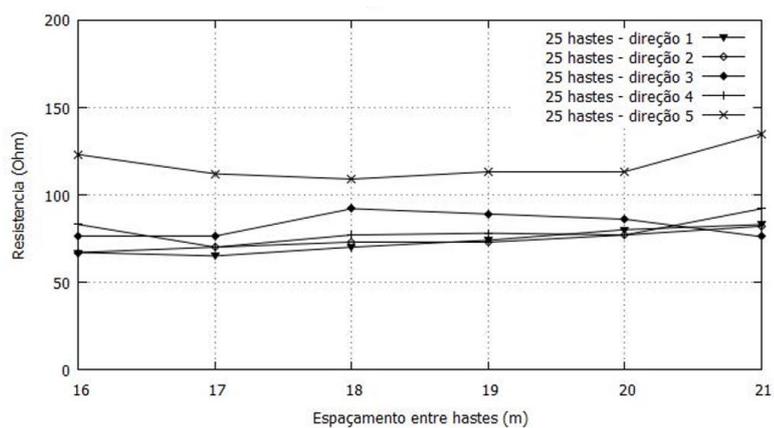


Figura 4. Direções de medições de resistência para o grid de 25 hastes.



Figura 5. Imagem de uma placa fotovoltaica aterrada na malha de terra proposta neste trabalho.



Figura 6. Imagem do ponto de referência de conexão malha de terra/sistema fotovoltaico.

A resistência da estrutura metálica foi medida para as conexões de hastes da Fig. 4. Para garantir um valor médio da resistência medida, foram feitas medições nas direções. Vale ressaltar que este experimento foi realizado em pleno verão amazônico, sem chuvas e, portanto, com solo extremamente seco. Assim, as Figuras 5 e 6, mostram as imagens de um sistemas fotovoltaico aterrado, conforme as especificações de baixa resistência em um sistema de proteção contra distúrbios eletromagnético.

5. CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Este trabalho é de cunho puramente experimental. Os testes que foram realizados nas geometrias das hastes apresentadas, desempenharem um papel de suma importância para a redução da resistência do sistema de aterramento da placa

fotovoltaica. Sendo assim, um SPDA de uma placa fotovoltaica malmente depende do número de hastes aterradas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABB, 2010, Technical Application Papers No. 10, “**Photovoltaic Plants.**”

ASSAIFE, B.M. “**Aterramento de Proteção de Sistema Fotovoltaicos.**” Rio de Janeiro: UFRJ, 2013.

BEZERRA, S.R.C. “**Avaliação de Sistemas de Aterramento Considerando a Utilização de Condutores e Hastes Envolvidos em Concreto**”. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós Graduação em Energia). São Paulo: USP, 2011.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELETRONICS ENGINEERS. “**IEE Std 80: Guide for Safety in AC Substation Grounding**”. Piscataway, 2000.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. “**Técnicas de pesquisa.**” São Paulo: Atlas, 2003.

MATOS; DIAS; MATTOS JUNIOR. “**A evolução dos para-raios.**” Revista Pensar: Engenharia. V1. No. 2, 2013.

MANCILHA, K.C. “**Aplicação de Energia Fotovoltaica para Prédios Administrativos e Áreas Industriais.**” Juiz de Fora: UFJF, 2013.

PINHO; GUALDINO. “**Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos.**” CEPTEL- CRESESB. Rio de Janeiro, 2014.