

Tarcisio Dorn de Oliveira
(Organizador)

**GRUPO DE PESQUISA
ESPAÇO CONSTRUÍDO,
SUSTENTABILIDADE
E TECNOLOGIAS**



5 anos de trajetória

TARCISIO DORN DE OLIVEIRA
(ORGANIZADOR)

**GRUPO DE PESQUISA
ESPAÇO CONSTRUÍDO,
SUSTENTABILIDADE
E TECNOLOGIAS (GTEC)**

5 ANOS DE TRAJETÓRIA

Editora Ilustração
Cruz Alta – Brasil
2023



Copyright © Editora Ilustração

Editor-Chefe: Fábio César Junges

Revisão: Os autores

CATALOGAÇÃO NA FONTE

G892 Grupo de pesquisa espaço construído, sustentabilidade e tecnologias (GTEC) : 5 anos de trajetória / organizador: Tarcisio Dorn de Oliveira. - Cruz Alta : Ilustração, 2023. 373 p. : il. ; 23 cm

ISBN 978-65-85614-17-7

DOI 10.46550/978-65-85614-17-7

1. Educação. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Políticas públicas. 4. Tecnologias. I. Oliveira, Tarcisio Dorn de (org.).

CDU: 37

Responsável pela catalogação: Fernanda Ribeiro Paz - CRB 10/ 1720



Rua Coronel Martins 194, Bairro São Miguel, Cruz Alta, CEP 98025-057

E-mail: ilustracao@gmail.com

www.editorailustracao.com.br

Conselho Editorial



Dra. Adriana Maria Andreis	UFFS, Chapecó, SC, Brasil
Dra. Adriana Mattar Maamari	UFSCAR, São Carlos, SP, Brasil
Dra. Berenice Beatriz Rossner Wbatuba	URI, Santo Ângelo, RS, Brasil
Dr. Clemente Herrero Fabregat	UAM, Madri, Espanha
Dr. Daniel Vindas Sánchez	UNA, San Jose, Costa Rica
Dra. Denise Tatiane Girardon dos Santos	FEMA, Santa Rosa, RS, Brasil
Dr. Domingos Benedetti Rodrigues	SETREM, Três de Maio, RS, Brasil
Dr. Edegar Rotta	UFFS, Cerro Largo, RS, Brasil
Dr. Edivaldo José Bortoleto	UNOCHAPECÓ, Chapecó, SC, Brasil
Dra. Elizabeth Fontoura Dorneles	UNICRUZ, Cruz Alta, RS, Brasil
Dr. Evaldo Becker	UFS, São Cristóvão, SE, Brasil
Dr. Glaucio Bezerra Brandão	UFRN, Natal, RN, Brasil
Dr. Gonzalo Salerno	UNCA, Catamarca, Argentina
Dr. Héctor V. Castanheda Midence	USAC, Guatemala
Dr. José Pedro Bouffleur	UNIJUÍ, Ijuí, RS, Brasil
Dra. Keiciane C. Drehmer-Marques	UFSM, Santa Maria, RS, Brasil
Dr. Luiz Augusto Passos	UFMT, Cuiabá, MT, Brasil
Dra. Maria Cristina Leandro Ferreira	UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil
Dra. Neusa Maria John Scheid	URI, Santo Ângelo, RS, Brasil
Dra. Odete Maria de Oliveira	UNOCHAPECÓ, Chapecó, SC, Brasil
Dra. Rosângela Angelin	URI, Santo Ângelo, RS, Brasil
Dr. Roque Ismael da Costa Güllich	UFFS, Cerro Largo, RS, Brasil
Dr. Salete Oro Boff	IMED, Passo Fundo, RS, Brasil
Dr. Tiago Anderson Brutti	UNICRUZ, Cruz Alta, RS, Brasil
Dr. Vantoir Roberto Brancher	IFAR, Santa Maria, RS, Brasil

Este livro foi avaliado e aprovado por pareceristas *ad hoc*.

SUMÁRIO

PREFÁCIO I	15
------------------	----

Helena Copetti Callai

PREFÁCIO II	21
-------------------	----

Andréa Quadrado Mussi

APRESENTAÇÃO	23
--------------------	----

Tarcisio Dorn de Oliveira

PARTE 1: DESENVOLVIMENTO, TECNOLOGIAS E SUSTENTABILIDADE

Capítulo 1 - A ABSORÇÃO DE CONHECIMENTO E A CONFIGURAÇÃO ORGANIZACIONAL: UM ESTUDO DE CASO EM UMA ORGANIZAÇÃO ESTRUTURA SIMPLES	37
---	----

Gabriela Cappellari

Jorge Oneide Sausen

Gloria Charão Ferreira

Graziela Schmitz

Capítulo 2 - ACÚSTICA COMO CONDICIONANTE NO PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO URBANO	53
--	----

Tenile Rieger Piovesan

Camila Lopes de Oliveira

João Silvio Zanetti Neto

Capítulo 3 - A SUSTENTABILIDADE EM PROJETOS DE OBRAS PÚBLICAS: PROPOSTA DE PROJETO PARA DECRETO EXECUTIVO MUNICIPAL.....69

Ângela Paulina Grandeaux Pisani

Gabriela Meller

Willian Magalhães de Lourenço

Eduardo Rizzatti

Capítulo 4 - CAPACIDADE ADAPTATIVA: UMA ANÁLISE DO SEU DESENVOLVIMENTO NO SEGMENTO METALMECÂNICO..... 89

Gabriela Cappellari

Jorge Oneide Sausen

Ariosto Sparemberger

Graziela Schmitz

Capítulo 5 - DESIGN, TEORIA E CIÊNCIA..... 103

Simone Lehnhart Vargas

Capítulo 6 - EFEITO DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS EM SISTEMA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA..... 115

Eduardo Jonathan Ramos e Silva Sampaio

Amanda Vielmo Sagrilo

Reinaldo de Jesus da Costa Farias

Eronдина Azevedo de Lima

Capítulo 7 - IDENTIDADE CRIATIVA APLICADA À PELE: DESENVOLVIMENTO DE UMA REVISTA DE ILUSTRAÇÕES PARA TATUAGEM..... 129

Mariana Petry Biondo

Diane Meri Weiller Johann

PARTE 2: ESPAÇO CONSTRUÍDO, GESTÃO SOCIAL E CIDADANIA

Capítulo 8 - ALIMENTAÇÃO COMO DIREITO SOCIAL: PROGRAMAS E AÇÕES RELEVANTES DE POLÍTICAS PÚBLICAS ENTRE AS DÉCADAS DE 1970 E 2020..... 147

Daniel Hedlund Soares das Chagas

Sandra Vidal Nogueira

Tarcisio Dorn Oliveira

Capítulo 9 - ARQUITETURA COMO PODER DE TRANSFORMAÇÃO SOCIAL: CASA DE ACOLHIMENTO LGBTQIA+ EM SITUAÇÃO DE VULNERABILIDADE..... 163

Geovane Schulz Rodrigues

Matheus Cargnelutti de Souza

Capítulo 10 - CULTURA E DEMOCRACIA: OS VALORES DE AUTO-EXPRESSÃO..... 177

Carla Raquel Adams Osinski

Vera de Lurdes Gubiani

Ivann Carlos Lago

Capítulo 11 - DIÁLOGO ENTRE OS CONCEITOS DE POLÍTICAS PÚBLICAS E O DESENVOLVIMENTO LOCAL ... 195

Carla Raquel Adams Osinski

Edemar Rotta

Vera de Lurdes Gubiani

Capítulo 12 - DO PROJETO À OBRA: LIÇÕES E DESAFIOS DO RESTAURO DO PALÁCIO DA INTENDÊNCIA DE CRUZ ALTA/RS..... 215

Gabriela Soares

Mateus Veronese Corrêa da Silva

Ricardo Medeiros de Moraes

Capítulo 13 - EL PAPEL DE LA UTOPIA EN LA DEFINICIÓN
DEL MODELO DE CIUDADELA UNIVERSITARIA
LATINOAMERICANO 229

Fabio Andrés Vinasco Nustes

Cristhian Moreira Brum

Estevan de Bacco Bilheri

Capítulo 14 - FERRAMENTAS DIGITAIS PARA A PRESERVAÇÃO
DO PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO 249

Patricia Viana Pereira de Lima

Paula Weber Prediger

Fernanda da Rosa Zanetti

Tarcisio Dorn de Oliveira

Capítulo 15 - FRAGILIDADE DA DEMOCRACIA
E A IMPLEMENTAÇÃO DOS OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: UMA REVISÃO..... 261

Darlan Nei Writzl

Capítulo 16 - NEUROARQUITETURA E BIOFILIA NA PRÁTICA
PROJETUAL: CASA-LAR PARA O MUNICÍPIO DE IJUÍ/RS 283

Caroline Prediger Da Pieve

Tarcisio Dorn de Oliveira

Capítulo 17 - O ESPAÇO HABITADO COMO MERCADORIA:
UMA ESTRATÉGIA DE ENSINO 299

Evandro Zanini Moura

PARTE 3: EDUCAÇÃO, ENSINO E APRENDIZAGEM

Capítulo 18 - A VISÃO DA EXTENSÃO E DA PESQUISA À LUZ DAS TIC	321
---	-----

Barbara Gündel

Edson Luiz Padoin

Fabiana Diniz Kurtz

Táise Neves Possani

Capítulo 19 - ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS DE ENSINO HÍBRIDO PARA ENGENHARIA CIVIL	335
---	-----

Amanda Vielmo Sagrilo

Elaise Gabriel

Gabriela Meller

Eduardo Jonathan Ramos e Silva Sampaio

Capítulo 20 - UNIVERSO ÁGUA: JOGO DIDÁTICO PARA APRENDER E ENSINAR CIÊNCIAS NOS ANOS INICIAIS	349
---	-----

Sandra Cadore Peixoto

Elisandra Pinto Mossi

Valdir Pretto

POSFÁCIO	359
----------------	-----

Walter Frantz

SOBRE OS AUTORES	363
------------------------	-----

SOBRE O ORGANIZADOR	373
---------------------------	-----

Capítulo 6

EFEITO DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS EM SISTEMA DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA

Eduardo Jonathan Ramos e Silva Sampaio

Amanda Vielmo Sagrilo

Reinaldo de Jesus da Costa Farias

Erondina Azevedo de Lima

Considerações iniciais

Avalia-se o rendimento de sistemas fotovoltaicos frequentemente em condições de teste padrão (STC), porém, diversos fatores externos afetam a operação dos módulos ao longo do tempo. Entre esses fatores, destacam-se a variação da temperatura do ar e a umidade relativa, que podem influenciar significativamente a geração de energia do sistema fotovoltaico (JATOI; SAMO; JAKHRANI, 2018).

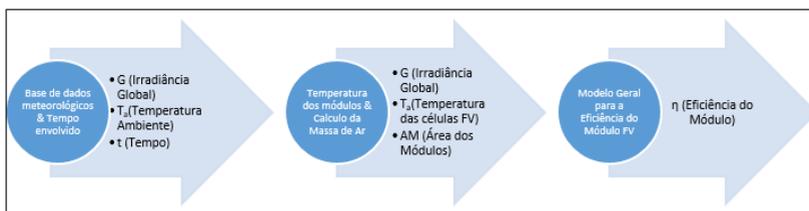
A incorporação de fatores dependentes de temperatura e irradiação são comumente exploradas em projetos de sistemas fotovoltaicos (ANDO JUNIOR; BECERRA-DÍAZ, 2021). A falta de um detalhamento operacional correto amplia a ocorrência de falhas no projeto. Estes desacertos, por sua vez, são muitas vezes imperceptíveis até mesmo para as melhores ferramentas de simulação computacional. Segundo Jošt *et al.* (2020), degradação, variações climáticas fora de curvas de previsão, mau uso e outras variáveis nem sempre podem ser detalhadas com total assertividade e, portanto, são muitas vezes resumidas em coeficientes de perda e tratados como antevisões intuitivas.

De acordo com Haedrich (2019), a otimização de projetos fotovoltaicos deve ser realizada de modo a compreender o ambiente

em que serão expostos e as condições a que serão submetidos. A autora ressalta que, embora seja importante considerar as condições do STC, elas não devem ser as únicas consideradas na análise.

Modelos matemáticos são frequentemente utilizados para uma análise mais detalhada das variáveis envolvidas em um projeto de sistema fotovoltaico. Durisch *et al.* (2006) já tentaram prever algumas dessas variáveis, propondo um modelo matemático que recebe como entrada as informações apresentadas na Figura 1.

Figura 1 - Cobertura da residência



Fonte: Os autores (2023).

A conclusão do trabalho desenvolvido por Mekhilef, Saidur e Kamalisarvestani (2012), demonstrou que a combinação de poeira, umidade e ar em movimento trazem à tona modificações no rendimento das células fotovoltaicas acarretando em perda de eficiência. Desse modo, esse estudo ressalta a importância da análise simultânea de variáveis independentes, pois demonstra que interrelação dessas variáveis causam alterações na capacidade de geração energética do sistema fotovoltaico. Vale destacar que essas alterações encontradas foram diferentes daquelas vistas durante a análise das variáveis de modo isolado.

Kempe e Wohlgemuth (2013) realizaram a avaliação da degradação dos equipamentos fotovoltaicos, quando submetidos à variação de temperatura e umidade. Para tal, eles fizeram uma avaliação que colocava os módulos fotovoltaicos à estresses gerados por cargas e condições climáticas simuladas para assim verificarem o ponto de fratura dos equipamentos e conseguirem fazer previsões por meio de curvas de modelos matemáticos. Como

conclusão, comprovaram que os processos de degradação térmicos e hidrolíticos (acarretados pela umidade), criam condições de magnitudes diferentes na degradação, a depender do ponto de avaliação do material analisado, mas que no geral, o sistema é afetado e planejado para falhar a partir dos 25 anos de vida útil sugeridos sob condições normais de uso.

Experimentos como os realizados por Rouholaminia *et al.* (2014), buscam sistematizar e avaliar melhor os projetos de sistemas fotovoltaicos, permitindo uma previsão mais bem elaborada de dimensionamento, demanda de manutenção e dos parâmetros que vão influenciar a performance da geração. Foram capazes de avaliar a velocidade do vento, a temperatura dos módulos e a temperatura ambiente. Como resultado, eles perceberam que a temperatura deles diminui em 6% caso exista vento no local. Além disso, perceberam que com maior depósito de poeira sobre os módulos, menor será o rendimento.

Michels (2010), por meio de outro experimento, comprovou que há a interferência direta da temperatura no rendimento das placas fotovoltaicas. Isto é acarretado pela diminuição da tensão de funcionamento e consequentemente da potência da geração. Ele alerta e sugere que para otimizar o sistema, deve-se focar na dissipação do calor.

A hipótese levantada é que as análises de temperatura e umidade fornecem dados relevantes para a geração de energia em um sistema fotovoltaico. A identificação destes fatores externos, e sua inserção nos modelos matemáticos permitem que haja uma estimativa eficiente e condizente com a realidade da produção energética proporcionada por estes sistemas. Portanto, o estudo do local alvo e sua condição climática é de extrema importância, para que a análise de eficiência energética ocorra adequadamente, diminuindo assim, as imprecisões identificadas nos modelos gerados com base nas condições de teste padrão.

Devido a isso, o presente capítulo tem como objetivo geral avaliar a influência das variações de temperatura e umidade no

desempenho energético de um sistema fotovoltaico. Com este fim, foram coletados dados das variáveis climáticas citadas no período de 04 a 09 de setembro de 2021.

Além do objetivo geral, este capítulo tem como objetivos específicos:

- Realizar a caracterização do sistema fotovoltaico em estudo, incluindo a análise das características elétricas dos módulos fotovoltaicos e do inversor solar.
- Realizar medições da temperatura e umidade do ambiente ao longo do tempo, utilizando um sensor específico para este fim, a fim de quantificar e analisar as variações dessas variáveis ao longo do tempo;
- Coletar dados de geração do sistema fotovoltaico em estudo, utilizando o monitoramento remoto oferecido pelo inversor solar;
- Analisar os dados coletados para avaliar a correlação entre as variáveis de temperatura e umidade e a geração de energia elétrica pelo sistema fotovoltaico.

Metodologia

O desenvolvimento metodológico deste estudo ocorreu por meio da divisão em três frentes: caracterização do sistema fotovoltaico, medições e coleta de dados, além da comparação dos efeitos da temperatura e umidade na geração.

O sistema fotovoltaico foi constituído por doze módulos fotovoltaicos de 385 Wp conectados, totalizando 4,62 kWp de potência instalada. Ele localiza-se na cidade do Riacho Fundo em Brasília, Distrito Federal. As características elétricas e físicas foram fornecidas pelo fabricante dos módulos (Canadian Solar) a partir de condições normais de operação, com radiação solar de 1000 W/m² e temperatura de 25°C e espectro de 1,5 AM.

As especificações fornecidas pelo fabricante foram apresentadas pelos datasheets extraídos diretamente dos websites

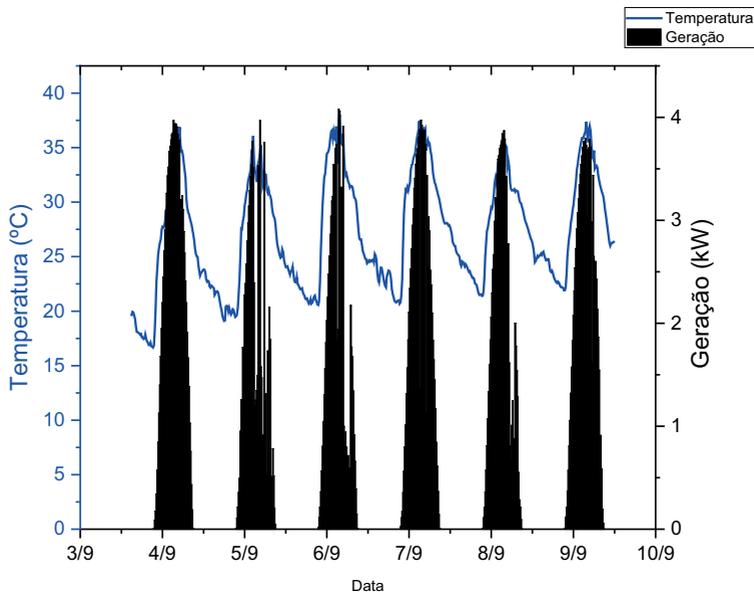
das empresas responsáveis pelo inversor solar e pelos módulos fotovoltaicos (Fronius e Canadian Solar, respectivamente). A marca e modelo dos equipamentos são 1 Inversor Fronius PRIMO 4.0-14,0 KW 220V MONOFÁSICO e 12 Módulos Canadian Solar CS3U-385MB-A.

Para a coleta de dados de temperatura e umidade, utilizou-se o sensor Hobo MX230, que permitiu a aferição do comportamento dinâmico das variáveis ao longo do tempo no período de 04 a 09 de setembro de 2021. O equipamento foi instalado a 1,6 metros do chão e protegido pelo suporte desenvolvido de acordo com a pesquisa de Valin e Santos (2020). Após a medição, os dados foram extraídos para uma planilha Excel. Já os dados de geração do sistema fotovoltaico foram coletados por meio do monitoramento remoto oferecido pelo inversor solar da Fronius. A plataforma de monitoramento da empresa pode ser acessada por meio do site *solarweb.com* ou pelo aplicativo dedicado da empresa.

A comparação dos efeitos da temperatura e umidade na geração foi conduzida mediante análise dos dados coletados durante o período de estudo. Nesse contexto, foram construídas curvas representativas da relação entre a geração de energia e a temperatura do ambiente, bem como entre a geração de energia e a umidade relativa do ar.

Resultados e discussão

A análise dos dados foi realizada mediante a construção de curvas para cada uma das variáveis apresentadas. Foram elaboradas curvas para a relação entre a geração de energia e a temperatura e entre a geração de energia e a umidade relativa do ar. Adicionalmente, foram identificados os valores máximo e mínimo das curvas da geração de energia versus umidade relativa do ar e da temperatura para os dias 04 e 08 de setembro de 2021, respectivamente. Essas curvas possibilitaram a visualização do comportamento das variáveis ao longo do tempo. A Figura 2 ilustra a relação entre o avanço da temperatura e a geração de energia elétrica pelo sistema fotovoltaico.

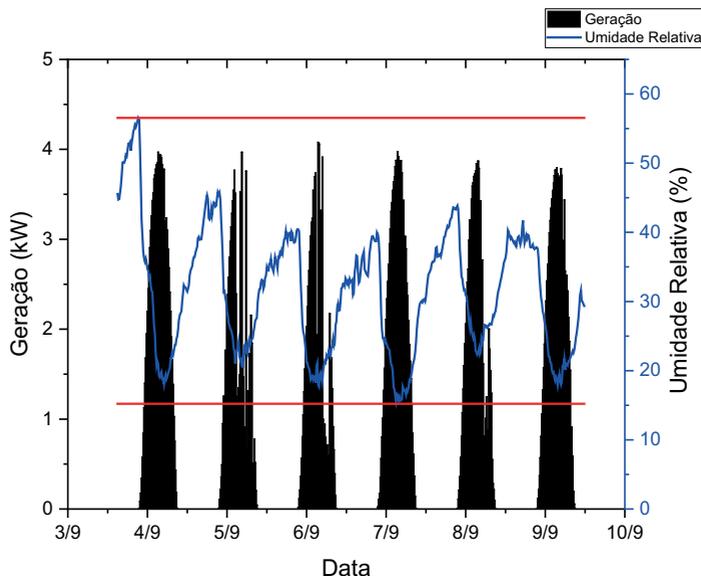
Figura 2 - Geração *vs* Temperatura

Fonte: Os autores (2023).

Observou-se que há uma relação direta entre a variação da temperatura e a geração de energia, sendo que os picos de geração ocorrem nos momentos de maior temperatura. Tal observação permite inferir que a variação da temperatura foi um fator relevante para o desempenho da geração de energia pelo sistema fotovoltaico em estudo.

A relação entre a geração e a umidade relativa foi analisada, conforme apresentado na Figura 3, que indica que os pontos de maior geração correspondem aos pontos de menor umidade relativa durante o dia.

Figura 3 - Geração vs Umidade Relativa



Fonte: Os autores (2023).

As afirmações elencadas por Mekhilef, Saidur e Kamalisarvestani (2012) dizem que todas as análises de condições climáticas devem ser realizadas de forma concomitante, a menos que sejam realizadas em um ambiente controlado, pois a forma como o sistema em estudo foi afetada pelas diferentes variáveis pode influenciar os resultados obtidos.

A partir dos dados de temperatura do ar e umidade relativa registrados, foi identificado que o dia 06 de setembro de 2021, às 12:45, apresentou a maior temperatura, com valor de 38,02 °C. Em relação à temperatura média, o dia 07 de setembro de 2021 obteve o maior valor, com 28,57 °C, enquanto o dia 04 de setembro de 2021 apresentou a menor temperatura média, com 25,16 °C. Quanto à umidade relativa média, o dia 04 de setembro de 2021 registrou o maior valor, com 35,15%, e o dia 07 de setembro de 2021 obteve o menor valor, com 27,95%. No que diz respeito à geração de energia elétrica, o dia 04 de setembro de 2021

apresentou o maior valor, com 33 kW de potência, enquanto o dia 08 de setembro de 2021 registrou a menor geração, com 20,83 kW.

Na Tabela 1 foram expostos os dados resumidos apresentados, sendo que os valores máximos foram destacados em azul e os valores mínimos em verde.

Tabela 1 - Dados medidos de temperatura (°C), umidade relativa (%) e geração (kW)

Data	Temperatura Máxima	Temperatura Média	Umidade Relativa Média	Geração
-	(°C)	(°C)	(%)	(kW)
04/09/2021	36,89	25,16	35,15	33,00
05/09/2021	36,08	26,20	32,82	28,92
06/09/2021	38,02	27,72	29,36	26,28
07/09/2021	37,44	28,57	27,95	22,22
08/09/2021	35,41	27,71	33,26	20,83
09/09/2021	37,37	28,25	29,35	20,00

Fonte: Os autores (2023).

Foi possível observar que o dia de maior geração de energia elétrica (33 kW) está associado ao dia de maior umidade relativa (35,15%), o que corrobora com as conclusões de Michels (2010) sobre a relação entre a menor temperatura média e a eficiência do sistema fotovoltaico. Outros fatores que influenciariam a eficiência do sistema fotovoltaico e que foram elencados pelos autores foram a velocidade do vento e a quantidade de poeira sobre as placas, variáveis sugeridas para estudos posteriores, que afetam a dissipação de calor e a limpeza das placas, conforme alertado por Rouholaminia *et al.* (2014). Além desses fatores, destaca-se a provável influência do material do equipamento.

De acordo com Tang *et al.* (2021), o impacto negativo das

altas temperaturas no desempenho de sistemas fotovoltaicos foram amplamente mapeados, levando a uma queda na eficiência da geração de energia elétrica. Isso justifica-se devido à dependência da tensão e corrente gerada pela célula fotovoltaica em relação à temperatura, que resulta em uma diminuição da tensão da célula à medida que sua temperatura aumenta, reduzindo assim a eficiência do sistema como um todo. Adicionalmente, altas temperaturas levam à degradação dos materiais utilizados na fabricação das células fotovoltaicas, agravando ainda mais o desempenho do sistema. Portanto, a compreensão dos efeitos das altas temperaturas na geração de energia elétrica torna-se crucial a fim de otimizar o projeto e a manter a eficiência do sistema operacional em condições extremas.

Conforme destacado por Mekhilef, Saidur e Kamalisarvestani (2012), a umidade relativa foi mostrado como um fator relevante que afeta o desempenho de sistemas fotovoltaicos. Altas umidades relativas podem causar a formação de condensação dentro do sistema, aumentando a resistência elétrica e resultando em perdas significativas de energia. Ademais, altas umidades podem induzir a formação de hotspots, que são regiões localizadas de aquecimento excessivo nas células solares, levando a uma redução na eficiência. Dessa forma, a consideração dos níveis de umidade relativa mostrou-se como decisivo durante o projeto e operação de sistemas fotovoltaicos para garantir a máxima eficiência e vida útil do sistema.

A análise desses dados forneceu informações importantes sobre o desempenho do sistema fotovoltaico, indicando a relação entre a temperatura e a geração de energia elétrica, assim como a influência da umidade relativa na eficiência do sistema. Além disso, os dados se mostraram como passíveis de serem utilizados como referência para avaliar a necessidade de aprimoramentos no sistema, como a limpeza das placas ou a análise da influência da velocidade do vento na dissipação de calor. Portanto, a análise de dados como esses foi fundamental para aprimorar a eficiência de sistemas fotovoltaicos e garantir um melhor aproveitamento da

energia solar.

Considerações Finais

A partir da realização dos objetivos específicos deste capítulo houve a caracterização de um sistema fotovoltaico, com análise de suas características elétricas e de desempenho. A partir da coleta de dados de temperatura, umidade e geração de energia elétrica, foi possível identificar correlações entre essas variáveis e a eficiência do sistema. Observou-se que a menor temperatura média esteve relacionada ao aumento da geração de energia elétrica, indicando a importância do controle de temperatura na manutenção da eficiência do sistema. Além disso, os dados sugerem que a umidade relativa também é uma variável relevante, com a maior geração de energia elétrica ocorrendo no dia com maior umidade relativa.

Esses resultados podem ser úteis na otimização do projeto e operação de sistemas fotovoltaicos, especialmente em regiões com variações climáticas significativas. A consideração dessas variáveis pode levar a uma melhoria na eficiência e viabilidade dos sistemas, tornando-os mais adequados para as condições ambientais locais.

Os resultados também mostraram a importância da coleta de dados precisos e contínuos para a análise da eficiência do sistema. A medição da temperatura, umidade e geração de energia elétrica ao longo do tempo foi fundamental para uma avaliação precisa do desempenho do sistema e para identificar correlações entre as variáveis. A utilização de sensores adequados e sistemas de monitoramento confiáveis foram, portanto, essenciais para a obtenção de dados precisos e confiáveis.

Destaca-se que a análise realizada neste estudo é apenas um primeiro passo na compreensão das correlações entre as variáveis ambientais e a eficiência do sistema fotovoltaico. Estudos futuros podem considerar outras variáveis, como a velocidade do vento e a cobertura de nuvens, para fornecer informações mais detalhadas e precisas sobre o desempenho do sistema em diferentes condições

ambientais. Além disso, a análise de dados de longo prazo pode ajudar a entender melhor a variação sazonal da eficiência do sistema, bem como seu comportamento ao longo de vários anos.

Outro ponto importante a ser considerado foi a importância da manutenção adequada do sistema. A análise realizada neste estudo destaca a importância do controle da temperatura e da umidade para a manutenção da eficiência do sistema. Avalia-se como essencial que os sistemas fotovoltaicos sejam mantidos adequadamente, com limpeza regular dos painéis solares e monitoramento constante das condições ambientais. A falta de manutenção adequada pode levar a uma redução na eficiência do sistema e, conseqüentemente, a perdas financeiras para os proprietários.

Em conclusão, a análise realizada neste estudo identificou correlações entre as variáveis de temperatura, umidade e geração de energia elétrica em um sistema fotovoltaico. Os resultados destacam a importância do controle da temperatura e da umidade para a manutenção da eficiência do sistema, bem como a necessidade de coleta de dados precisos e contínuos para uma avaliação precisa do desempenho do sistema. A consideração dessas variáveis pode levar a uma melhoria na eficiência e viabilidade dos sistemas, tornando-os mais adequados para as condições ambientais locais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da empresa MR Energia.

Referências

ANDO JUNIOR, O. H.; BECERRA-DÍAZ, C. Investigation of the effect temperature on the performance of the photovoltaic solar design for the western Region of Paraná - Brazil. **DYNA**, v. 88, n. 217, p. 185–199, 22 maio 2021.

DURISCH, W., BITNAR, B., MAYOR, J., KIESSA, H., LAMB, K., CLOSE, J. Efficiency model for photovoltaic modules and

demonstration of its application to energy yield estimation. *Solar Energy Materials & Solar Cells*. The University of Hong Kong. Hong Kong, 2006.

HAEDRICH, Birgit Ingrid. **Modelling and analysis of the impact of module design, materials and location on the annual yield of a crystalline solar module**. Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy. The Australian National University, Canberra, 2019.

JATOI, A.R.; SAMO, S.R.; JAKHRANI, A.Q. Influence of Temperature on Electrical Characteristics of Different Photovoltaic Module Technologies. **Int. Journal of Renewable Energy Development**, 7(2), 85-91, 2018.

JOŠT, M. *et al.* **Perovskite Solar Cells go Outdoors: Field Testing and Temperature Effects on Energy Yield**. *Advance Energy Materials*, Berlin, 2020.

KEMPE, M.; WOHLGEMUTH, J. **Evaluation of temperature and humidity on PV module component degradation**. 2013 IEEE 39th Photovoltaic Specialists Conference (PVSC), 2013, pp. 0120-0125, doi: 10.1109/PVSC.2013.6744112.

MEKHILEF, S.; SAIDUR, R.; KAMALISARVESTANI, R. Effect of dust, humidity and air velocity on efficiency of photovoltaic cells. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Volume 16, Issue 5, 2012, Pages 2920-2925.

MICHELS, Roger Nabeyama *et al.* A influência da temperatura na eficiência de painéis fotovoltaicos em diferentes níveis de incidência da radiação solar. **Revista Agrogeoambiental**, [S.l.], dez. 2010. Disponível em: <http://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/288>. Acesso em: 31 out. 2021. doi:<http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v2n32010288>.

PANJWANI, M.; NAREJO, G. **Effect of Humidity on the Efficiency of Solar Cell (photovoltaic)**. Department of Electronic Engineering. NEDUET. Pakistan, 2014.

ROUHOLAMINIA, A.; POURGHARIBSHAHI, H., ABDOLZADEH, M.; FADAEINEDJADC, R. (2014). **Temperature of a photovoltaic module under influence of different environmental conditions:** experimental investigation. *International Journal of Ambient Energy*. 37. 10.1080/01430750.2014.952842.

TANG, S.; XING, Y.; CHEN, L.; SONG, X.; YAO, F. (2021). Review and a novel strategy for mitigating hot spot of PV panels. **Solar Energy**, 214, 51-61. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.11.047>

VALIN, M.; SANTOS, F. **Análise da utilização de abrigos termo-higrométricos alternativos para transectos móveis.** Engineering Sciences. Mato Grasso, 2020.