

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA:

Conhecimentos didático-pedagógicos
e o ensino-aprendizagem 2



Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2022

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA:

Conhecimentos didático-pedagógicos
e o ensino-aprendizagem 2



Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Ciências exatas e da terra: conhecimentos didático-pedagógicos e o ensino-aprendizagem 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências exatas e da terra: conhecimentos didático-pedagógicos e o ensino-aprendizagem 2 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0621-1

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.211222510>

1. Ciências exatas - Estudo e ensino. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 507

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

O e-book: “Ciências exatas e da terra: Conhecimento didático-pedagógicos e o ensino-aprendizagem 2” é constituído por seis capítulos de livros divididos em três áreas distintas: i) avaliação de processo de ensino-aprendizagem em ciências e matemática; ii) produtos naturais, biomassa vegetal, histórico do Córrego Alegre/MG e; iii) avaliação do efeito da inclinação do ângulo no desempenho de parâmetros elétricos de um módulo fotovoltaico.

O capítulo 1 avaliou questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) entre o período de 2016 a 2020 que aborda a função logarítmica, segundo os autores existe uma necessidade do professor de matemática conhecer melhor a estrutura das questões do ENEM, a fim de empregar metodologias mais efetivas e capazes de promover o protagonismo dos estudantes do ensino médio. O segundo capítulo procurou abordar o tema “adubos orgânicos” a partir de uma oficina sobre compostagem realizada no Instituto Federal de Goiás/*campus* Uruaçu, os autores concluíram que a oficina possibilitou complementar o processo de ensino-aprendizagem em Química para alunos do 2º ano do curso Técnico Integrado em Química.

O terceiro capítulo investigou a atividade antimicrobiana a partir de extratos das folhas e raízes da jaqueira (*Artocarpus heterophyllus Lamk*), os resultados apontaram a inibição de todas as cepas de *E. coli*, *L. monocytogenes* e *S. enteritidis* em função da elevada quantidade de fenóis totais (24,92%) e flavonóides (0,77%) presente nas folhas. O capítulo 4 apresentou um estudo de carbono e biomassa aérea a partir da espécie arbórea Guanandi (*Calophyllum brasiliense*) encontrado no município de Dueré/TO, os pesquisadores concluíram que o processo de decomposição da serrapilheira contribui diretamente para a transferência de carbono e retorno dos nutrientes para o solo.

O quinto capítulo buscou confirmar ou não a existência de um marco cartográfico em relação ao Córrego Alegre localizado na BR-153 entre as cidades de Frutal a Prata no estado de Minas Gerais, os pesquisadores concluíram que existe um Vértice próximo ao Córrego Alegre e que há a necessidade de se preservar e gerar um referencial histórico do nome Córrego Alegre. Por fim, o sexto capítulo estudou a influência da inclinação das estruturas fixas nos parâmetros elétricos de um módulo fotovoltaico localizado na região do Baixo Tocantins – PA (próximo a linha do equador) a partir da análise de parâmetros elétricos, os pesquisadores verificaram que as correntes e potência no ponto máximo caem gradualmente, enquanto ocorre um aumento gradual das tensões.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DAS QUESTÕES DE MATEMÁTICA DO ENEM (2016-2020) REFERENTE À FUNÇÃO LOGARÍTMICA

Fabricio da Silva Lobato

Alexandre Jules Aviz dos Santos Saraiva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2112225101>

CAPÍTULO 2..... 16

A COMPOSTAGEM COMO FERRAMENTA DE APREDIZAGEM

Antonio Pereira de Oliveira

Lidiane Maria dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2112225102>

CAPÍTULO 3..... 26

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE EXTRATOS ALCOÓLICOS DAS FOLHAS E RAÍZES DA JAQUEIRA (*Artocarpus heterophyllus Lamk.*), FRENTE AS CEPAS DE *L. monocytogenes*, *E. coli* e *S. enteritidis*

Leonardo Rocha dos Santos

Juliana Cristina da Silva Rebolho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2112225103>

CAPÍTULO 4..... 37

CARBONO E BIOMASSA AÉREA EM PLANTIOS DE *Calophyllum brasiliense* NO SUL DO TOCANTINS

Maria Cristina Bueno Coelho

Mauro Luiz Erpen

Juliana Barilli

Maurílio Antonio Varavallo

Mathaus Messias Coimbra Limeira

Marcos Giongo

Damiana Beatriz da Silva

Jair da Costa Oliveira Filho

Max Vinícios Reis de Sousa

Wádilla Moraes Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2112225104>

CAPÍTULO 5..... 56

DATUM CÓRREGO ALEGRE: O ESTADO DA ARTE DE SUA EXISTÊNCIA OU NÃO

Antônio Carlos Freire Sampaio

Adriany de Ávila Melo Sampaio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2112225105>

CAPÍTULO 6..... 71

EFEITO DO ÂNGULO DE INCLINAÇÃO NO DESEMPENHO E PARÂMETROS ELÉTRICOS

DE MÓDULO FOTOVOLTAICO: ESTUDO DE CASO PARA LOCALIDADES PRÓXIMA A LINHA DO EQUADOR

Silvio Bispo do Vale

Kayt Nazaré do Vale Matos

Wanderley Sena dos Santos

Tatiane Perna Rodrigues

Marinaldo de Jesus dos Santos Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2112225106>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 81

ÍNDICE REMISSIVO..... 82

EFEITO DO ÂNGULO DE INCLINAÇÃO NO DESEMPENHO E PARÂMETROS ELÉTRICOS DE MÓDULO FOTOVOLTAICO: ESTUDO DE CASO PARA LOCALIDADES PRÓXIMA A LINHA DO EQUADOR

Data de aceite: 03/10/2022

Data de submissão: 04/08/2022

Silvio Bispo do Vale

Universidade Federal Pará (UFPA)/Campus
Universitário de Ananindeua/Curso de
Engenharia de Energia. Ananindeua - PA,
Brasil
<https://lattes.cnpq.br/4884492375891611>

Kayt Nazaré do Vale Matos

Universidade Federal Pará (UFPA)/Campus
Universitário de Ananindeua/Curso de
Engenharia de Energia. Ananindeua - PA,
Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7752671042255946>

Wanderley Sena dos Santos

Universidade Federal Pará (UFPA)/Grupo de
Estudos e Desenvolvimento de Alternativas
Energéticas (GEDAE)
Belém, PA, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3054455732410054>

Tatiane Perna Rodrigues

Universidade Federal Pará (UFPA)/Grupo de
Estudos e Desenvolvimento de Alternativas
Energéticas (GEDAE)
Belém, PA, Brasil
<https://lattes.cnpq.br/1572403024575162>

Marinaldo de Jesus dos Santos Rodrigues

Universidade Federal Pará (UFPA)/Grupo de
Estudos e Desenvolvimento de Alternativas
Energéticas (GEDAE)
Belém, PA, Brasil
orcid.org/0000-0003-2707-9735

RESUMO: A potência entregue por um módulo fotovoltaico depende de vários fatores e um deles é o seu ângulo de inclinação em relação a horizontal. Embora pequenas alterações no ângulo de inclinação possam não causar grande diferença na sua produção diária, mas quando se refere a produção mensal ou anual, mesmo uma pequena diferença na sua inclinação pode resultar em perdas significativas de geração de energia elétrica. Nesse sentido o presente artigo tem por objetivo realizar uma análise da influência da inclinação de estruturas fixas nos parâmetros elétricos de módulo fotovoltaico ao longo do ano. A análise é realizada para ângulos que variam de 0° a 70°. Um estudo de caso no Baixo Tocantins - PA (região Norte do Pará) é considerado. A partir dos parâmetros elétricos do módulo considerado, as correntes (curto-circuito e no ponto de máxima potência), a potência no ponto de máxima potência caem gradualmente com o aumento do ângulo de inclinação, enquanto que as tensões (circuito aberto e no ponto de máxima potência) aumentam gradualmente.

PALAVRAS-CHAVE: Ângulo de inclinação de módulos fotovoltaicos; parâmetros elétricos, otimização da produção de energia elétrica.

EFFECT OF TILT ANGLE ON THE
PERFORMANCE AND ELECTRICAL
PARAMETERS OF PV MODULE: CASE
STUDY FOR LOCATIONS CLOSE TO THE
EQUATOR

ABSTRACT: The power supplied by a photovoltaic module depends on several factors, and one of them is its tilt angle in relation to the horizontal. Although small changes in the tilt

angle may not make much difference in your daily production, but when it comes to monthly or annual production, even a small difference in your tilt angle can result in significant losses in generating electricity. In this sense, this paper aims to conduct a analysis of the influence of the tilt of fixed structures on the electrical parameters of a photovoltaic module throughout the year. The analysis is performed for tilt angle ranging from 0° to 70° . A case study in Baixo Tocantins - PA (Northern Pará region) is considered. From the electrical parameters of the module considered, the currents (short-circuit and at the point of maximum power), the power at the point of maximum power, fall gradually with the increase of the angle of inclination, while the voltages (open circuit and in the maximum power point) increase gradually.

KEYWORDS: Tilt angle on photovoltaic module performance, electrical parameters, optimization of electrical energy production.

1 | INTRODUÇÃO

A potência de saída de um módulo fotovoltaico (M_{FV}) depende, principalmente de dois fatores: temperatura da célula e irradiância solar incidente no módulo [1]. Dentre eles, o mais determinante, para avaliar em termos de desempenho da planta fotovoltaica é a irradiância solar. É fundamental que os M_{FV} sejam instalados corretamente para receber o máximo da luz solar. Para capturar a intensidade máxima de irradiação o módulo deve estar voltado para a normal aos raios solares incidente [2].

A determinação de uma inclinação ótima depende das técnicas de montagem, topografia do terreno e condições climáticas [3]. Convencionalmente, os M_{FV} são alinhados com a latitude da região [4]. Dois ângulos principais são usados para definir a orientação do sistema fotovoltaico: ângulo de inclinação e ângulo de azimute, em que o ângulo de inclinação é o ângulo vertical entre a horizontal e a superfície dos M_{FV} [5]. Hussein et al. [6] relataram que a máxima eficiência, potência no ponto de máxima potência (P_{PMP}) e a corrente de curto-circuito (I_{SC}) dos M_{FV} aumenta com a quantidade de irradiação interceptada pelo módulo, que depende principalmente de sua orientação (inclinação e azimute).

Se o ângulo de incidência da irradiância diferir substancialmente da reflexão de incidência normal, as perdas podem se tornar significativas que, por sua vez, diminuem a geração de eletricidade [7].

Caracterizar e avaliar o desempenho de M_{FVs} sob irradiação é desempenhar um papel significativo na pesquisa fotovoltaica. Nesse sentido, os esforços e técnicas devem ser dedicados a identificar um conjunto de parâmetros metodológicos que possam ser quantitativamente correlacionados com o desempenho real dos M_{FVs} , usando técnicas e abordagem que possibilite a caracterização do local em estudo.

Além disso, identificar as características de desempenho dos M_{FVs} é útil na modelagem de seu desempenho anual. As informações fornecidas pelos fabricantes de M_{FVs} são, normalmente, limitadas a coeficientes de temperatura, I_{SC} , tensão de circuito aberto (V_{oc}) e a P_{PMP} nas condições nominais. Essas informações, embora úteis na análise do desempenho do M_{FV} para classificação, são insuficientes para prever o desempenho

anual em condições operacionais reais.

Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo fazer uma avaliação do efeito do ângulo de inclinação de um M_{FV} no seu desempenho ao longo do ano. Para isso foram calculados valores de irradiação incidente em várias inclinações da superfície com orientação fixa (voltada para norte geográfico). Um estudo de caso é considerado na localidade do baixo Tocantins-PA, na cidade de Abaetetuba.

2 | MATERIAS E MÉTODOS

Foi desenvolvido um estudo de caso para a cidade de Abaetetuba-PA. A sede municipal tem as seguintes coordenadas geográficas $01^{\circ} 43' 24''$ de latitude Se $48^{\circ} 52' 54''$ de longitude. A Figura 1 mostra a variação do ângulo de inclinação para um M_{FV} genérico para a cidade de Abaetetuba-PA.

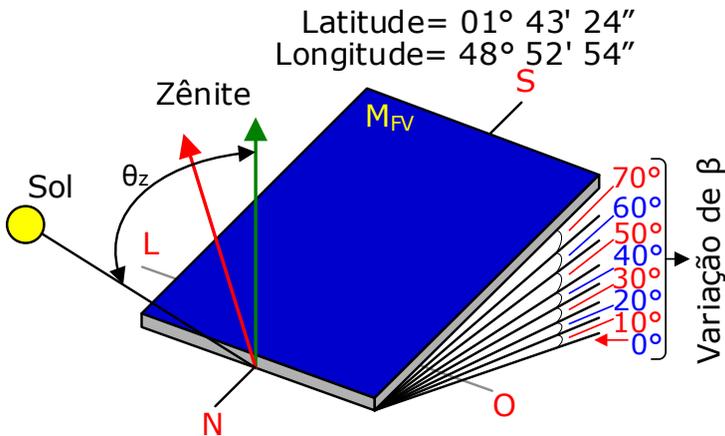


Figura 1 - Ângulo de inclinação de um M_{FV} fixo localizado em Abaetetuba-PA.

A média mensal da radiação solar total diária (\bar{H}_T) em uma superfície inclinada pode ser estimada por:

$$\bar{H}_T = \bar{H}_B + \bar{H}_D + \bar{H}_R \quad (1)$$

Onde \bar{H}_B , \bar{H}_D e \bar{H}_R representam radiação direta, difusa e refletida, respectivamente. De acordo [8] as componentes da radiação direta e difusa podem ser escritas pelas seguintes Equações:

$$\bar{H}_B = (\bar{H} - \bar{H}_d)\bar{R}_b \quad (2)$$

$$\bar{H}_D = R_d\bar{H}_d \quad (3)$$

Onde \bar{H} e \bar{H}_d representam a média mensal da radiação global e difusa em uma superfície horizontal, e \bar{R}_b e \bar{R}_d são as razões entre a radiação diária média mensal direta e

diusa em uma superfície inclinada em relação a uma superfície horizontal, respectivamente. Para uma superfície inclinada localizada no hemisfério sul e voltada para o Equador (ângulo azimutal $\lambda = 180^\circ$), \bar{H}_B é estimada por:

$$\bar{H}_B = \frac{\cos(\phi+\beta) \cos \delta \sin \omega_s + (\pi/180) \omega_s \sin(\phi+\beta) \sin \delta}{\cos \phi \cos \delta \sin \omega_s + (\pi/180) \omega_s \sin \phi \sin \delta} \quad (4)$$

Onde β é o ângulo de inclinação (ver Figura 1), ϕ é a latitude, δ é a declinação, ω_s é a hora angular do pôr sol dada pela seguinte Equação:

$$\omega_s = \cos^{-1}(-\tan \phi \tan \delta) \quad (5)$$

A hora angular do pôr sol para uma superfície inclinada (ω'_s) é dada por:

$$\omega'_s = \min \left\{ \begin{array}{l} \cos^{-1}(-\tan \phi \tan \delta) \\ \cos^{-1}(-\tan(\phi + \beta) \tan \delta) \end{array} \right. \quad (6)$$

A declinação pode ser determinada por:

$$\delta = 23,45 \operatorname{sen} \left[\frac{360(284+n)}{365} \right] \quad (7)$$

Onde n é o dia médio de cada mês. Os métodos para estimar o valor do fator \bar{R}_d são classificados como isotrópicos ou anisotrópicos. Os modelos isotrópicos são aqueles que consideram que a intensidade de radiação difusa no céu é uniforme. O fator \bar{R}_d pode ser determinado por [9]:

$$R_d = \left(\frac{1+\cos \beta}{2} \right) \quad (8)$$

Considerando a refletância difusa ρ da radiação solar total para os arredores, a radiação refletida na superfície inclinada é:

$$\bar{H}_R = \bar{H}_\rho \left(\frac{1-\cos \beta}{2} \right) \quad (9)$$

Então, a radiação total em uma superfície inclinada de acordo com [9] é:

$$\bar{H}_T = (\bar{H} - \bar{H}_d) \bar{R}_b + \bar{H}_d \left(\frac{1+\cos \beta}{2} \right) + \bar{H}_\rho \left(\frac{1-\cos \beta}{2} \right) \quad (10)$$

Através desta equação, a dependência da radiação solar total em relação ao ângulo β pode ser calculada através dos valores disponíveis de radiações diárias global e difusa.

O outro fator que determina a potência de saída de um M_{FV} é a temperatura de que pode ser obtida a partir da temperatura ambiente. A relação entre as temperaturas pode ser obtida através da Equação (11) de acordo com [10].

$$T_{cel. (\beta)} = T_a + \bar{H}_T \left(\frac{T_{NOC}-20}{800 \text{ W/m}^2} \right) \cdot 0,9 \quad (11)$$

Onde, T_a é a temperatura ambiente medida em ($^\circ\text{C}$); T_{NOC} é a temperatura nominal de operação da célula ($^\circ\text{C}$), normalmente fornecida pelo fabricante de M_{FVs} .

A máxima potência do M_{FV} pode ser calculada a partir da Equação (12) de acordo com [11]:

$$P_{PMP}(T_{cel. \beta}) = P_{FV}^0 \frac{\bar{H}_T}{\bar{H}_{T_{ref.}}} [1 - \gamma(T_{cel.} - T_{ref.})] \quad (12)$$

Onde, γ coeficiente que relaciona a variação da P_{PMP} com a temperatura, P_{FV}^0 é a potência nominal fornecida pelo fabricante, $T_{ref.}$ é a temperatura na condição de ensaio (25 °C) e $\bar{H}_{T_{ref.}}$ é a irradiância na condição de ensaio (1000 W/m²). A Figura 2 mostra as curvas corrente versus tensão (IV) e potência versus tensão (PV).

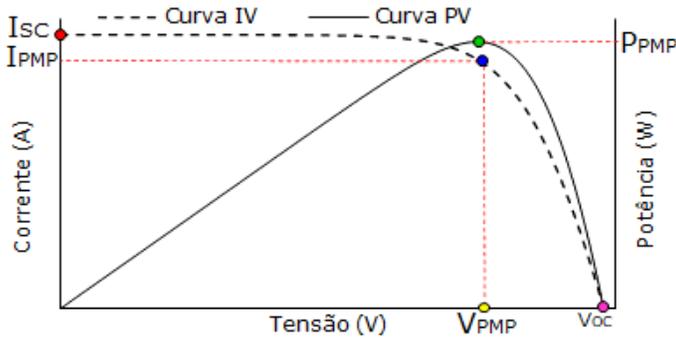


Figura 2 - Curvas corrente e potência versus tensão.

Na Figura 2 o ponto em destaque verde representa a P_{PMP} . Este ponto corresponde ao produto das coordenadas tensão no ponto de máxima potência (V_{PMP}) e a corrente no ponto de máxima potência (I_{PMP}) (ponto na cor azul). Os valores de V_{PMP} , I_{PMP} , I_{SC} e V_{oc} podem ser estimados através das seguintes Equações (13), (14), (15) e (16) de acordo com [9], respectivamente

$$V_{OC}(T_{cel. \beta}) = V_{OC.ref.} [1 - \mu(T_{cel. (\beta)} - T_{ref.})] \quad (13)$$

$$V_{PMP}(T_{cel. \beta}) = V_{PMP.ref.} [1 - \mu(T_{cel. (\beta)} - T_{ref.})] \quad (14)$$

$$I_{SC}(T_{cel. \beta}) = \frac{\bar{H}_T}{\bar{H}_{T_{ref.}}} I_{SC.ref.} [1 + \alpha(T_{cel. (\beta)} - T_{ref.})] \quad (15)$$

$$I_{PMP}(T_{cel. \beta}) = \frac{\bar{H}_T}{\bar{H}_{T_{ref.}}} I_{PMP.ref.} [1 + \alpha(T_{cel. (\beta)} - T_{ref.})] \quad (16)$$

Onde o sub índice “ref.” indica a grandeza fornecida pelos fabricantes de M_{FVs} . Os coeficientes μ e α relacionam as variações da tensão e corrente com a temperatura, respectivamente. A Tabela 1 mostra as grandezas elétricas do M_{FV} utilizado nesse estudo de caso.

Parâmetros elétricos	CS3K-300
P_{PMP} (W)	300
V_{PMP} (V)	32,7
I_{PMP} (A)	9,18
V_{oc} (V)	39,3
I_{SC} (A)	9,65

TABELA 1 - Figura 1- Parâmetros elétricos do M_{FV} utilizado.

3 | ANÁLISE DE RESULTADOS

Nesta seção o efeito da variação do ângulo β é avaliado nos parâmetros elétricos de M_{FV} . A Figura 3 mostra os valores de \bar{H}_T , dados reais e estimados, para a cidade de Belém-PA e Abaetetuba-PA, respectivamente.

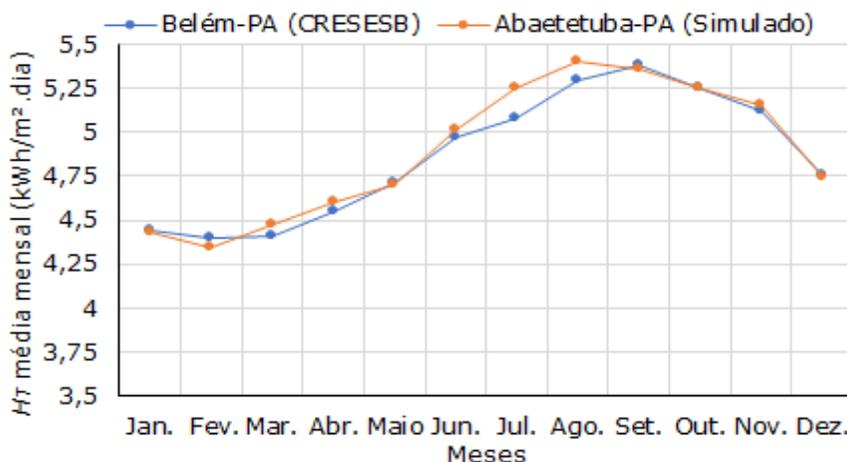


Figura 3 - Média mensal da radiação total diária para a cidade de Belém-PA (dados do CRESESB) e Abaetetuba-PA (dados estimados)

A estimativa de \bar{H}_T foi realizada através da Equação 10 e os métodos desenvolvidos por [12]. Foram realizadas simulações para a média mensal de cada mês. Os valores obtidos para a cidade de Abaetetuba-PA foram comparados com os valores disponibilizados pelo Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (CRESESB disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata> para a cidade de Belém-PA. A Figura 4 mostra os valores \bar{H}_T estimados de para cidade de Abaetetuba-PA em função do ângulo β para cada mês do ano.

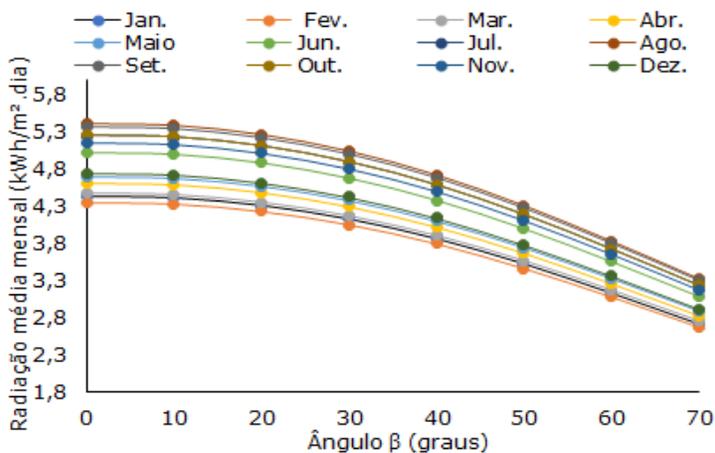


Figura 4 – Estimativa de \bar{H}_T em função do ângulo de inclinação

Os valores da temperatura ambiente foram obtidos de CRESESB e a partir da Equação (11) foram estimados os valores de $T_{cel.(\beta)}$. Como pode se observar na Figura 5 os valores de $T_{cel.(\beta)}$ são plotados também em função do ângulo de inclinação do M_{FV} que variam de 0° a 70° .

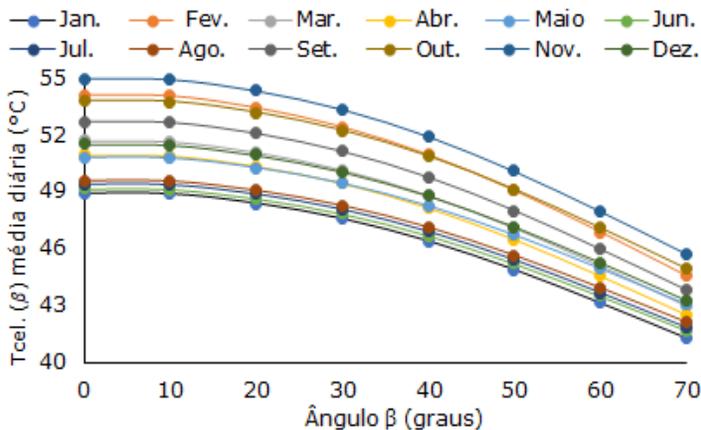


Figura 5 – Estimativa da temperatura de célula em função do ângulo β.

A partir dos valores estimados nas Figuras 4 e 5 e da Equação 12 é possível estimar a energia média mensal ($E_{M_{FV}}$) de um M_{FV} pode produzir caso seja instalado na cidade de Abaetetuba-PA com ângulos de inclinação variando de 0° a 70° tal como pode ser observado na Figura 6.

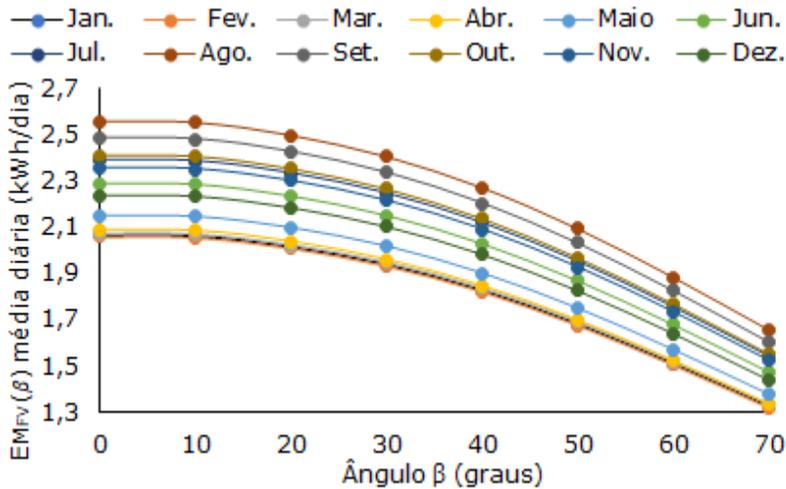


Figura 6 - Estimativa da energia média mensal em M_{FV} em função do ângulo β para a cidade de Abaetetuba-PA.

Os parâmetros V_{oc} , V_{PMP} , I_{SC} e I_{PMP} são mostrados nas Figuras 7 e 8, respectivamente.

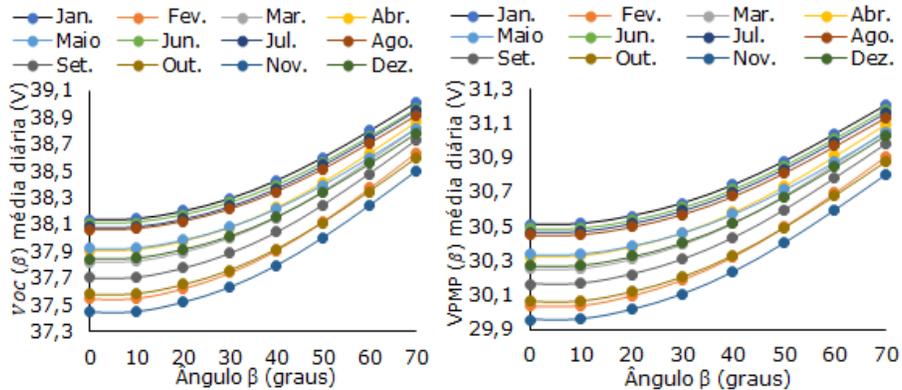


Figura 7 - Estimativa da tensão de um M_{FV} em função do ângulo β para a cidade de Abaetetuba-PA.

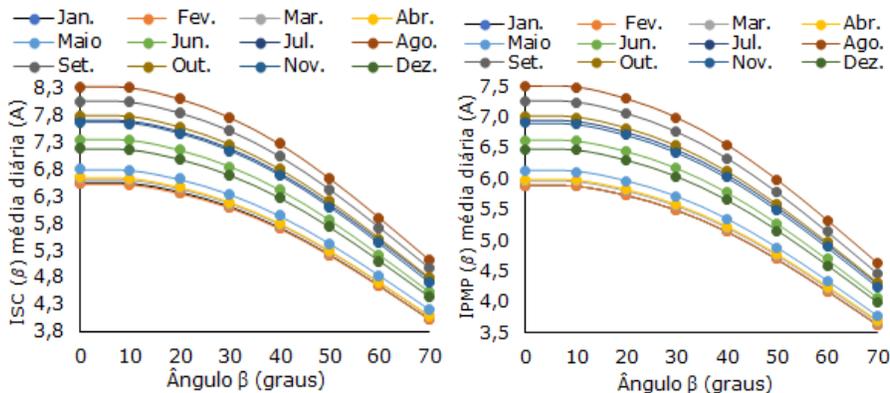


Figura 8 - Estimativa da corrente de um M_{FV} em função do ângulo β para a cidade de Abaetetuba-PA.

Como pode ser observado a radiação total tem seu valor reduzido gradativamente em função do ângulo β com valores críticos a partir de 20° . O melhor mês de produção de energia elétrica ocorre em agosto. O mesmo efeito é observado para a temperatura de célula. Porém, com a diminuição da temperatura de célula ocorre um aumento gradativo da tensão, tanto de V_{oc} quanto de V_{PMP} . A Tabela 2 mostra os dados analisados para o melhor mês (agosto) de todos os parâmetros.

β ($^\circ$)	0	10	20	30	40	50	60	70
E_{MFV} (kWh/dia)	2,6	2,6	2,5	2,4	2,3	2,1	1,9	1,7
I_{SC} (A)	8,3	8,3	8,1	7,8	7,3	6,6	5,9	5,1
I_{PMP} (A)	7,5	7,5	7,3	7,0	6,5	6,0	5,3	4,6
T_{cel} ($^\circ C$)	49	49	48	48	46	45	43	41
V_{oc} (V)	38,1	38,1	38,2	38,3	38,4	38,6	38,8	39,0
V_{PMP} (V)	30,5	30,5	30,6	30,6	30,7	30,9	31,0	31,2

TABELA 1 - Dados analisados para o melhor mês (agosto) de todos os parâmetros.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, um dos objetivos principais foi avaliar o impacto da inclinação de M_{FVs} na irradiação e temperatura de célula, e nos parâmetros elétricos dos M_{FV} . Além disso, foi realizado uma análise demonstrando qual inclinação do M_{FV} deve estar no período de maior incidência solar durante os meses, determinando assim uma orientação da estrutura fixa que otimize a produção de energia elétrica.

Foi encontrado ângulo ótimo para cada mês, bem como um ângulo ótimo para um ano. Os parâmetros calculados a partir dos dados mostraram o comportamento dos parâmetros elétricos de um módulo genérico para todo o ano. Para validar a metodologia

desenvolvida, foram extraídos dados da incidência de radiação da cidade de Belém-PA como referência.

REFERÊNCIAS

- [1] SALIH. **Effect of Tilt Angle Orientation on Photovoltaic Module Performance**. ISESCO Centre for Promotion of Scientific Research (ICPSR). 10,2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/260532829_Effect_of_Tilt_Angle_Orientation_on_Photovoltaic_Module_Performance
- [2] HAFEZ, *et al.* **Tilt and azimuth angles in solar energy applications – A review**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Volume 3, Issue 3, July 2022, Pages 278-290. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.131>
- [3] A.A BABATUNDE, *et al.* **Analysis of the impact of dust, tilt angle and orientation on performance of PV Plants**. Renew. Sust. Energ. Rev. 90 (2018) 1017-1026. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.102>
- [4] KADIR BAKIRCI. **General models for optimum tilt angles of solar panels: Turkey case study**. Renew. Sust. Energ. Rev. 16 (2012) 6149–6159. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.07.009>.
- [5] A.A BABATUNDE, *et al.* **Evaluation of field data and simulation results of a photovoltaic system in countries with high solar radiation**. Turk. J. Elec. Eng. Comp. Sci. 23 (2015) 1608–1618. <https://doi.org/10.3906/elk-1402-313>
- [6] H.M.S. HUSSEIN, *et al.* **Performance evaluation of photovoltaic modules at different tilt angles and orientations**. Energy Convers. Manag. 45 (2004). <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2003.11.013>
- [7] N. MARTIN, J.M. RUIZ. **Calculation of the PV modules angular losses under field conditions by means of an analytical model**. Sol. Energy Mater Sol. Cells 70 (2001)25–38.[https://doi.org/10.1016/S0927-0248\(00\)00408-6](https://doi.org/10.1016/S0927-0248(00)00408-6)
- [8] DUFFE, J.; Beckman, W. **Solar Engineering of Thermal Processes**. 2nd ed.; John Wiley and Sons: New York, NY, USA, 1991.
- [9] Liu, B., Jordan, R., 1961. Daily insolation on surfaces tilted towards equator. Trans. ASHRAE, vol. 10, pp. 53–59.
- [10] ROBERTO Zilles. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.
- [11] LUIS NARVARTE and EDUARDO LORENZO. **Tracking and ground cover ratio**. Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 16 (2008), pp. 703-714. <https://doi.org/10.1002/pip.847>
- [12] RODRIGUES, M. J. S, VALE, S.B., TATIANE PERNA . **Análise Do Ângulo De Inclinação Solar De Painéis Fotovoltaicos Para Localidades No Baixo Tocantins-Pa**. As engenharias agregando conhecimento em setores emergentes de pesquisa e desenvolvimento. 1ed.Ponta Grossa, Paraná: Atena Editora, 2021, v. , p. 105-106. <https://sistema.atenaeditora.com.br/index.php/admin/api/artigoPDF/45139>

SOBRE O ORGANIZADOR

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA - Técnico em Química pelo Colégio Profissional de Uberlândia (2008), Bacharel em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (2010), Bacharel em Química pela Universidade de Uberaba (2011), em Ciências Biológicas (2021) e em Física (2022) pela Faculdade Única. Especialista em Metodologia do Ensino de Química e em Ensino Superior pela Faculdade JK Serrana em Brasília (2012), especialista em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal do Triângulo Mineiro (2021), especialista em Ciências Naturais e Mercado de Trabalho (2021) pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Mestre em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (2015), com ênfase no desenvolvimento de um bioadsorvente para remoção de íons As(V), Sb(III) e Se(IV) em diferentes matrizes aquáticas. Doutorado em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (2018), com ênfase em Processos Oxidativos Avançados [fotocatálise heterogênea ($\text{TiO}_2/\text{UV-A}$ e $\text{TiO}_2/\text{Solar}$, $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV-C}$) para remoção de contaminantes de preocupação emergente (CPE) em diferentes matrizes aquáticas. Realizou o primeiro estágio de Pós-Doutorado (de maio de 2019 a junho de 2021) na Universidade Federal de Uberlândia com ênfase na aplicação de novos agentes oxidantes utilizando radiação solar para remoção de CPE em efluentes de uma estação de tratamento de esgoto. Atualmente está realizando sua segunda Prática de Pós-Doutorado (julho de 2021 - atual) na UFU na mesma linha de pesquisa. Atuei durante 11 anos como técnico químico no Instituto Federal de Goiás, tendo sido responsável pela análise de parâmetros físico-químicos e biológicos de água e efluentes de estação de tratamento de efluentes. Atualmente, vem atuando nas seguintes linhas de pesquisa: (i) Desenvolvimento de novas metodologias para tratamento e recuperação de resíduos químicos gerados em laboratórios de instituições de ensino e pesquisa; (ii) estudos de acompanhamento do CPE; (iii) Desenvolvimento de novas tecnologias avançadas para remoção de CPE em diferentes matrizes aquáticas; (iv) Aplicação de processos oxidativos avançados ($\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV C}$, $\text{TiO}_2/\text{UV-A}$ e foto-Fenton e outros) para remoção de CPE em efluentes de estação de tratamento de efluentes para reuso; (v) Estudo e desenvolvimento de novos bioadsorventes para remediação ambiental de CPE em diferentes matrizes aquáticas; (vi) Educação Ambiental e; (vii) alfabetização científica e processos de alfabetização na área de Ciências Naturais, especialmente biologia e química.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adubo orgânico 16, 17, 18, 19, 23
Amostragem 39, 40, 41, 42, 45
Amostras 31, 43, 44, 45
Antibióticos 26, 28
Antimicrobianos 26, 27, 28
Antisséptica 26, 27
Árvores 37, 38, 39, 41, 42, 45, 49, 53, 54

B

Bactérias patogênicas 26, 28
Base nacional curricular comum 2
Biomassa 37, 38, 41, 42, 43, 44, 45, 49, 50, 51, 53, 54, 55

C

Calophyllum brasiliense 37, 38, 39
Clorofila 20
Clorose 19, 20
Compostagem 16, 17, 19, 21, 22, 23, 24
Composteira 18, 22, 23, 24
Compostos fenólicos 29, 32, 33, 34, 35
Contextualização 4, 6, 24
Córrego Alegre 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70

E

Educação ambiental 16, 17, 18, 21, 24, 25, 81
Energia elétrica 71, 79
Ensino-aprendizagem 24
Enterococcus faecalis 33
Escherichia coli 30, 33, 34
Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) 2, 3, 15
Extratos alcoólicos 26, 30

F

Flavonóides 26, 29, 34

Folhas 19, 20, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 38, 41, 43, 64

Função logarítmica 1, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14

I

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 69, 70

Interdisciplinaridade 4, 6, 7, 10, 12, 14

Irradiação 72, 73, 79

J

Jaqueira 26, 27, 30, 31, 33, 34

L

Lixo 17, 18, 19, 21, 25

M

Macronutrientes 19, 20

Matemática 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 14, 56, 59, 81

Meio ambiente 16, 17, 18, 21

Micronutrientes 19, 20, 21

Microrganismos 26, 27, 28, 33

Módulo fotovoltaico 71, 72

P

Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) 2, 21

Parâmetros elétricos 71, 76, 79

Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) 17, 18

R

Radiação solar 29, 73, 74, 81

Raízes 20, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34

Reciclagem 17, 18, 19, 25

Recursos naturais 38

Resíduos 17, 18, 19, 21, 25, 81

S

Serrapilheira 45, 50

Sistemas Geodésicos de Referência (SGR) 56

Staphylococcus aureus 33, 36

T

Terpenos 27, 33

Triângulo Mineiro 59, 60, 61, 81

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA:

Conhecimentos didático-pedagógicos
e o ensino-aprendizagem 2



 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br


Ano 2022

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA:

Conhecimentos didático-pedagógicos
e o ensino-aprendizagem 2



 www.arenaeditora.com.br
 contato@arenaeditora.com.br
 @arenaeditora
 www.facebook.com/arenaeditora.com.br


Ano 2022