



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS IPORÁ

BACHARELADO EM AGRONOMIA

**SISTEMA DE BOMBEAMENTO POR ENERGIA
FOTOVOLTAICA COM ACOPLAMENTO DIRETO À
IRRIGAÇÃO LOCALIZADA**

LUANNE MARTINS DE SIQUEIRA GAMA

Iporá, GO
2024

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS IPORÁ**

BACHARELADO EM AGRONOMIA

**SISTEMA DE BOMBEAMENTO POR ENERGIA FOTOVOLTAICA
COM ACOPLAMENTO DIRETO À IRRIGAÇÃO**

LUANNE MARTINS DE SIQUEIRA GAMA

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano (Campus Iporá), como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Vanessa Fátima de Grah Ponciano

Iporá – GO
Agosto, 2024

G184s Gama, Luanne Martins de Siqueira

Sistema de bombeamento por energia fotovoltaica com acoplamento direto à irrigação localizada / Luanne Martins de Siqueira Gama; orientadora Vanessa Fátima de Grah Ponciano. – Iporá, 2024.

25 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Instituto Federal Goiano, campus Iporá, 2024.

1. Painel fotovoltaico. 2. Irrigação. 3. Acoplamento direto. I. Ponciano, Vanessa Fatima de Grah, orient. II. IFGoiano III. Título.

CDU 626.83

Responsável: Ítala Moreira Alves (Bibliotecário-documentalista CRB-1 nº 2772)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO
CAMPUS IPORÁ

LUANNE MARTINS DE SIQUEIRA GAMA

**AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO
LOCALIZADA COM ACOPLAMENTO DIRETO A ENERGIA
FOTOVOLTAICA**

Trabalho de Curso defendido e APROVADO em 16 / 08 / 2024 pela banca examinadora constituída pelos membros:

Dr. ISAAC DE MATOS PONCIANO
Universidade Estadual de Goiás

Dra. SILVIA SANIELLE COSTA DE OLIVEIRA
IF Goiano – Campus Iporá

Dra. VANESSA DE FÁTIMA GRAHL PONCIANO - Orientadora
IF Goiano – Campus Iporá

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

LUANNE MARTINS DE SIQUEIRA GAMA

Matrícula:

2019105200240206

Título do trabalho:

SISTEMA DE BOMBEAMENTO POR ENERGIA FOTOVOLTAICA COM ACOPLAMENTO DIRETO À IRRIGAÇÃO LOCALIZADA

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 15 /09 /2024

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

IPORÁ - GO

Local

30 /08 /2024

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais



Documento assinado digitalmente
LUANNE MARTINS DE SIQUEIRA GAMA
Data: 30/08/2024 15:54:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



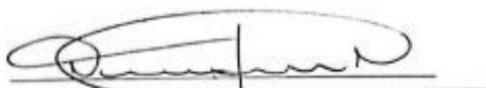
Documento assinado digitalmente
VANESSA DE FATIMA GRAH PONCIANO
Data: 02/09/2024 13:34:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos 16 dias do mês de AGOSTO do ano de dois mil e VINTE e QUATRO, realizou-se a defesa de Trabalho de Curso da acadêmica **LUANNE MARTINS DE SIQUEIRA GAMA**, do Curso de Bacharelado em Agronomia, matrícula 2019105200240206, cuja monografia intitula-se **“AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA COM ACOPLAMENTO DIRETO A ENERGIA FOTOVOLTAICA”**. A defesa iniciou-se às 15 horas e 10 minutos, finalizando-se às 16 horas e 30 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho aprovado com média 8,3 no trabalho escrito, média 8,9 no trabalho oral apresentando assim, média aritmética final de **8,6 pontos**, estando apta para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

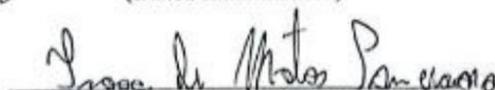
Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) acadêmico(a) deverá fazer a entrega da versão final corrigida em formato digital (Word e PDF) acompanhado do termo de autorização para publicação eletrônica (devidamente assinado pelo autor), para posterior inserção no Sistema de Gerenciamento do Acervo e acesso ao usuário via internet Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.



VANESSA GRATI PONCIANO
 (Presidente da Banca)



SILVIA SAMIELLE COSTA DE OLIVEIRA
 (Banca Examinadora)



ISAAC DE MATOS PONCIANO
 (Banca Examinadora)

Agradecimentos. Quero agradecer em primeiro lugar a Jesus Cristo, meu paizinho, que me deu forças, coragem, saúde e vida para continuar a vida e as oportunidades para aproveitá-las. Em segundo lugar agradeço imensamente a minha família linda e meu noivo que sempre me incentivaram a continuar, nos dias de choro e desespero. Obrigada mamãe e papai por estarem sempre do meu lado orando por mim e me ajudando em qualquer situação. Obrigada tia Luce e tio Mazim por terem me dado uma moradia e um suporte extremamente importante nessa fase da minha vida, principalmente tia Luce que sempre deu seus pulos, ficava sem, mas não me deixava faltar nada. Minha vizinha Maria, me ajudando emocional e financeiramente, sempre que pode, sai da sua casinha em Goiânia para vim aqui em Iporá para dar uma mão para mim e para tia Luce. Meus irmãos e meus tios sempre me ajudando da forma que podem para não me desamparar de cá. Não menos importante quero agradecer meu noivo, Fabiano, que sempre e em qualquer situação esteve ao meu lado, foi e é meu suporte quando quero desistir, suportou todos os dias de estresse ao meu lado e caminhou comigo. Quero agradecer o IF Goiano – Campus Iporá, por ter me dado a oportunidade de desenvolver esse trabalho na faculdade. E meu muito obrigada especial a professora Vanessa, que foi minha orientadora e me ensinou, me apoiou e o principal, me incentivou em todo o processo me mostrando que eu sou capaz e que se eu quiser, eu consigo alcançar meus objetivos e sonhos.

“Deem graças em todas as circunstâncias, pois esta é a vontade de Deus para vocês em Cristo Jesus” 1 Tessalonicenses 5:18.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4 CONCLUSÕES	15
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

GAMA, Luanne Martins de Siqueira. **Sistema de bombeamento por energia fotovoltaica com acoplamento direto à irrigação**. 2024. 23p TCC (Curso de Bacharelado de Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Iporá, Iporá, GO, 2024.

Resumo. A energia solar fotovoltaica (FV) transforma a radiação solar diretamente em eletricidade, sendo uma solução renovável e de baixo impacto ambiental, suprindo a demanda energética e alcançando áreas remotas, podendo ser conectada à rede elétrica. Além de economizar nos custos de eletricidade, a energia solar é limpa, sustentável e contribui para a redução de emissões de CO₂, diversificando a matriz energética e reduzindo perdas na distribuição de energia. Na agricultura, o uso de energia fotovoltaica para o bombeamento de água é uma das utilizações mais promissoras dessa fonte energética. Esse sistema é ideal para pequenos produtores e agricultores familiares, incentivando a produção e gerando renda. O presente experimento, realizado no IF Goiano - Campus Iporá, entre maio e junho de 2024, utilizou dois tratamentos de irrigação: um com água de um reservatório elevado (energia gravitacional) e outro com sistema de bombeamento solar, utilizando painéis fotovoltaicos e uma motobomba submersa conectada a um datalogger para monitoramento. A agricultura familiar enfrenta desafios no fornecimento de energia elétrica, e a energia solar se apresenta como uma solução viável, promovendo o desenvolvimento sustentável e reduzindo as emissões de carbono.

Palavras-chave: Painel fotovoltaico, irrigação, acoplamento direto

Abstract. Photovoltaic solar energy (PV) converts solar radiation directly into electricity, offering a renewable, low environmental impact solution that meets energy demands and reaches remote areas, with the potential to be connected to the electrical grid. In addition to saving on electricity costs, solar energy is clean, sustainable, and contributes to reducing CO₂ emissions, diversifying the energy matrix, and reducing distribution losses. In agriculture, the use of photovoltaic energy for water pumping is one of the most promising applications of this energy source. This system is ideal for small producers and family farmers, encouraging production and generating income. The present experiment, conducted at IF Goiano - Campus Iporá, from May to June 2024, utilized two irrigation treatments: one with water from an elevated reservoir (gravitational energy) and another with a solar-powered pumping system, using photovoltaic panels and a submersible pump connected to a datalogger for monitoring. Family farming faces challenges in electricity supply, and solar energy presents itself as a viable solution, promoting sustainable development and reducing carbon emissions.

Keywords: Photovoltaic panel, irrigation, direct coupling.

1. INTRODUÇÃO

A energia solar fotovoltaica (FV) é gerada por meio da conversão direta da radiação solar em eletricidade. Por ser bastante promissora a energia solar se torna uma alternativa renovável, de baixo impacto ambiental, possibilitando atender a demanda de energia e alcançar locais com difícil acesso à energia elétrica, como as áreas rurais. Ademais, essa forma de energia possibilita instalações de pequeno porte em regiões afastadas, dispensando investimentos em linhas de transmissão e poderá ser integrada a rede elétrica. É um sistema vantajoso por diminuir os custos com eletricidade, produzir energia limpa, ser renovável e sustentável, contribuir na redução da emissão de CO₂, diversificar a matriz energética, aumentar o uso de energia renovável e reduzir perdas na transmissão e distribuição de energia elétrica (GASPARIN; LIMA; MICHELETTI; BURIN, 2021)

A utilização de energias renováveis é uma alternativa para bombeamento de água na irrigação (LOWITZSCH; HOICKA; VAN TULDER, 2020). Atuando de forma autônoma, o sistema de bombeamento solar para a irrigação surge como alternativa para regiões isoladas da rede elétrica, agregando valor na produção da cultura (TODDE et al., 2019). Nas áreas rurais, um dos principais usos da energia solar é o bombeamento de água, além de ser acessível é extremamente durável, tendo alto custo-benefício a longo prazo. Este sistema de bombeamento independe de fontes de combustível, necessita de pouca manutenção e é de fácil instalação e manuseio (SOARES; LIRA; PINHEIRO, 2022), com isso, para o pequeno produtor, este sistema, fomenta a produção aumentando a quantidade, gerando renda e melhorando a qualidade do produto, principalmente para o setor alimentício (CARRÊLO; ALMEIDA; NARVARTE; MARTINEZ-MORENO; CARRASCO, 2020), além de ser uma opção para diminuir a falta de energia elétrica não disponível em locais de difícil acesso (MACKMILL; OLDONI; ROSA; SIGALES; MEDEIROS; MACHADO, 2024). Para o dimensionamento do sistema de bombeamento é necessário uma potência hidráulica e incidência solar sobre os geradores fotovoltaicos para operar o sistema.

A gestão da irrigação é um processo que contribui para o sucesso da atividade agrícola, visando o uso eficiente da água ao atender as necessidades hídricas das plantas. O manejo da irrigação é uma atividade de extrema importância que proporciona o uso da água mais assertivo, considerando a demanda hídrica do vegetal, a gestão da água vai variar de acordo com o estágio de desenvolvimento da cultura, logo a irrigação não deve ser de maneira fixa, mas sim, flexível

(CRUZ, 2019). O manejo da irrigação busca proporcionar a melhoria na produtividade e qualidade do produto, além de reduzir gastos com energia elétrica e, principalmente, de água; e ainda minimiza condições que são favoráveis a doenças e pragas. Com isso, o manejo permite uma colheita menos arriscada e mais produtiva, o que proporciona ao pequeno produtor um maior retorno econômico (CUNHA, 2019).

A irrigação aumenta a eficácia no uso do solo e fertilizantes, assegura colheitas em períodos de seca, reduz o consumo de energia e desperdício de água, além de diminuir os custos de produção e aumentar a renda dos pequenos produtores, promovendo o desenvolvimento rural. A adesão do agricultor familiar às práticas de manejo da irrigação é crucial para sua permanência na agricultura, sendo a falta de conhecimento uma barreira para muitos (SOBRINHO et al., 2019). A agricultura familiar, regida por características específicas como gestão familiar e diversidade de produção, é essencial para a economia brasileira, contribuindo para o abastecimento interno, geração de empregos e exportações. Contudo, desafios como o fornecimento de energia elétrica na zona rural persistem, com a energia solar sendo uma solução viável dada a vantagem climática do Brasil (CRUZ; JESUS; BACHA; COSTA, 2020).

A utilização dessa energia renovável para o sistema de irrigação com motobomba permite melhoria social, qualidade de vida e diminuição no custo energético, além de favorecer o desenvolvimento sustentável, gerar renda ao produtor, amenizar o pico de demanda de energia e ainda reduzir as emissões de carbono (ROSAS-FLORES; ZENÓN-OLVERA; GÁLVEZ, 2019).

Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho do bombeamento com energia fotovoltaica no acoplamento direto a um sistema de irrigação localizada para pequenos produtores.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi realizado no campo experimental da Fazenda Escola do IF Goiano – Campus Iporá (16°25' 29" S, 51°09'04" W e altitude de 584 m). A coleta dos dados foi realizada durante os meses de maio a junho 2024. A cidade de Iporá apresenta duas estações bem definidas sendo que a estação úmida ocorre durante os meses de outubro a março e corresponde à primavera e verão, e os meses de abril a setembro são relativos ao período de seca, caracterizado pelas estações outono e inverno.

O sistema de geração fotovoltaica era composto por dois painéis, orientados para o norte, conectado a bomba solar; um outro um gerador fotovoltaico estava conectado a um sistema eletrônico de aquisição e processamento de dados (Datalogger). A motobomba solar de diafragma Sun21-BSD-6024 ficava submersa em um reservatório de alimentação. Utilizou-se dois tratamentos: irrigação com água disponível de um reservatório de água elevado (energia gravitacional) e irrigação acoplada diretamente a um sistema de bombeamento movido com energia solar (energia fotovoltaica), conforme croqui abaixo (Figura 1).

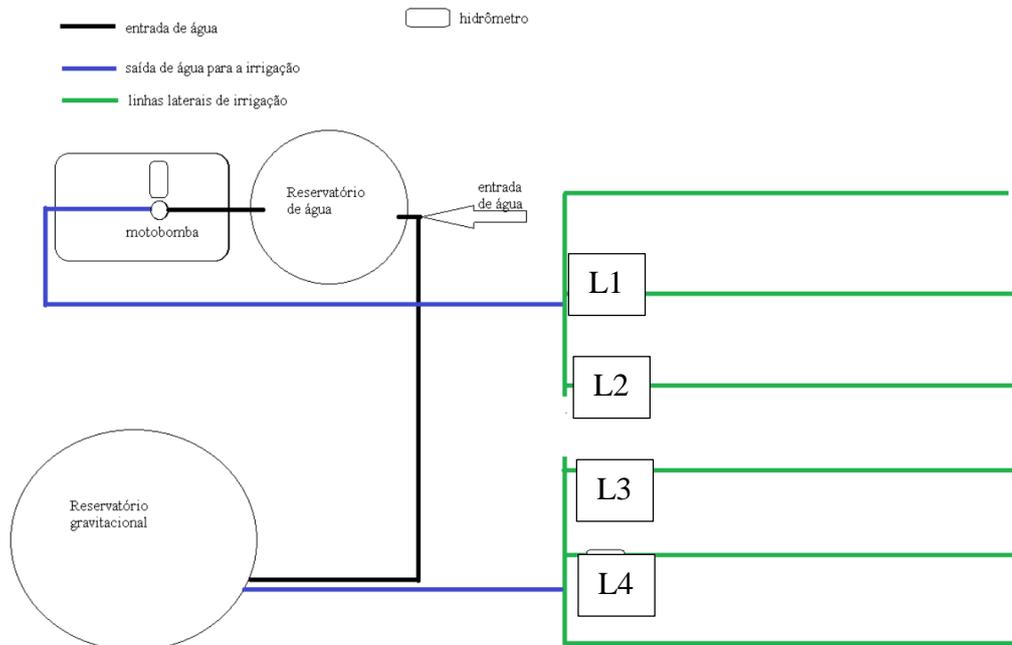


Figura 1. Croqui da área experimental com as seis linhas de irrigação para a cultura da melancia.

As especificações técnicas da motobomba utilizada no sistema de bombeamento conectado a energia FV e do gerador FV, estão descritas na Tabela 1 e Tabela 2, respectivamente.

Tabela

1.

ESPECIFICAÇÕES	DESCRIÇÃO
Vazão	36 a 420 L/h
Motor	Ímã permanente com escovas, protegido termicamente
Potência máxima de consumo	120W
Alimentação	12Vcc~ 24Vcc
Corrente máxima de operação	5A em 24Vcc/ 10A em 12Vcc
Elevação máxima (MCA)	60m
Submersão máxima	20m
Conexão de saída	1/2 polegada tipo farpa
Filtro	Tela de aço inoxidável de malha 50
Material de corpo	Corpo e prendedores em aço inoxidável
Peso líquido	4,0 kg

Especificações técnicas da motobomba solar de diafragma Sun21-BSD-6024.

Tabela 2. Especificações técnicas do gerador solar fotovoltaico Risen RSM36-6-150P (150 Wp), retiradas do catálogo do fabricante.

ESPECIFICAÇÕES	NÚMERO	UNIDADE
Máxima potência (Pm)	150	Watts
Voltagem de máxima potência (Vm)	18,3	Volts
Voltagem de circuito aberto (Voc)	22,3	Volts
Corrente máxima da potência (Im)	8,2	Amps
Corrente do curto-circuito (Isc)	8,81	Amps
Eficiência do gerador	15,15	%
Temperatura máxima (TNOC/NOCT)	45± 2	°C
Código IP da caixa de junção	IP 67,3	diodos

No sistema de bombeamento foi instalado um manômetro do tipo Bourdon e um registro de gaveta para controle da vazão. O sistema fotovoltaico acionava a motobomba, posteriormente a água era direcionada a um reservatório de água de alimentação/estabilização e bombeava água diretamente para um sistema de irrigação localizada (Figura 2).



Figura 2 – Fotos da motobomba submersa (foto esquerda) instalada no reservatório de água azul e projeto instalado a campo com sistema de gotejamento acoplado a motobomba solar (foto esquerda)

Os dados foram registrados por meio de um datalogger da FieldLogger, com entradas analógicas e digitais, com fonte de alimentação auxiliar de 24 v. Foram coletados os dados de: irradiância solar na horizontal - ITH ($W m^{-2}$), irradiância solar inclinada dos geradores FV (que estão orientados ao norte com ângulo de 16° , de acordo com a latitude local) - ITA ($W m^{-2}$), volume de bombeamento (L), pressão (mca) e potência (W). Abaixo estão descritos os sensores que foram utilizados:

- Piranômetros: quantifica a irradiância solar total horizontal e inclinada, modelo Apogee SP 110 SS. O piranômetro faz a medição da irradiância global total, não distinguindo entre a radiação difusa, que é aquela que se fraciona entre as nuvens, poeira e outros objetos em suspensão, e a radiação direta.

- Hidrômetro contador de pulsos: com vazão nominal de $5 m^3 h^{-1}$, vazão máxima de $10 m^3 h^{-1}$, com sinal seco, 1 pulso equivalente a 1 litro, corrente máxima de 60 mA e tensão máxima de 24 Vcc.

A vazão da motobomba ($L min^{-1}$) foi calculada por meio do volume bombeado a cada 15 minutos (intervalo de tempo entre as leituras do hidrômetro). A potência hidráulica e o rendimento do sistema de bombeamento foram calculados conforme Equações 1 e 2, respectivamente.

$$P_H = \gamma Q H \quad (1)$$

em que, P_H é a potência hidráulica (Watts), γ é o peso específico da água ($9810 N m^{-3}$), Q é a vazão da motobomba ($m^3 s^{-1}$) e H é a altura manométrica da motobomba (m).

$$\eta_B = \frac{P_H}{P_F} \quad (2)$$

em que, η_B é o rendimento do bombeamento (%), P_H é a potência hidráulica da motobomba (W) e P_F é a potência da motobomba fornecida pelo fabricante.

O tempo de bombeamento foi determinado de acordo com o tempo de irrigação diário para a cultura da melancia, e o tempo de irrigação calculado a partir da leitura diária de um termômetro instalado na área, que registrou a temperatura máxima e mínima e aplicando na equação de Hargreaves-Samani, para o cálculo da evapotranspiração. As linhas de irrigação eram acionadas sempre das 10h às 15h pois era o horário de melhor eficiência solar, o que beneficiava o melhor funcionamento da motobomba.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de radiação solar que atinge a superfície é afetada por diversos fatores, como a elevação solar, a nebulosidade e a profundidade ótica da atmosfera. Dias com baixa nebulosidade, a radiação direta representa de 60 a 87% da radiação global. Quando ocorre o surgimento de nuvens (nebulosidade), a proporção da radiação direta diminui a

dependem do tipo de nuvem, e este é o principal fator que reduz a radiação solar global na superfície, principalmente em regiões de baixa latitude, desempenhando um papel crucial no balanço de energia da Terra (CAMPOS, 2018).

A totalidade da radiação (ITH) recebida por uma superfície horizontal no solo, depois de passar pelos efeitos de espalhamento, reflexão e absorção atmosférica que alteram a irradiância extraterrestre (BECERRA-RONDON, DUCATI E HAAG, 2020), enquanto o ITA é dependente do ITH pois é o resultado pela irradiância solar horizontal e o ângulo de inclinação (GRAH, 2015). Os dias apresentados nos gráficos a seguir (Figura 3) foram selecionados para mostrar como se comportou a irradiância solar nos dias nublados, dias de céu limpo e dias que as nuvens tamparam o sol em um intervalo de tempo no momento da irrigação; e como a vazão, potência e pressão reagem com diferentes incidências solares.

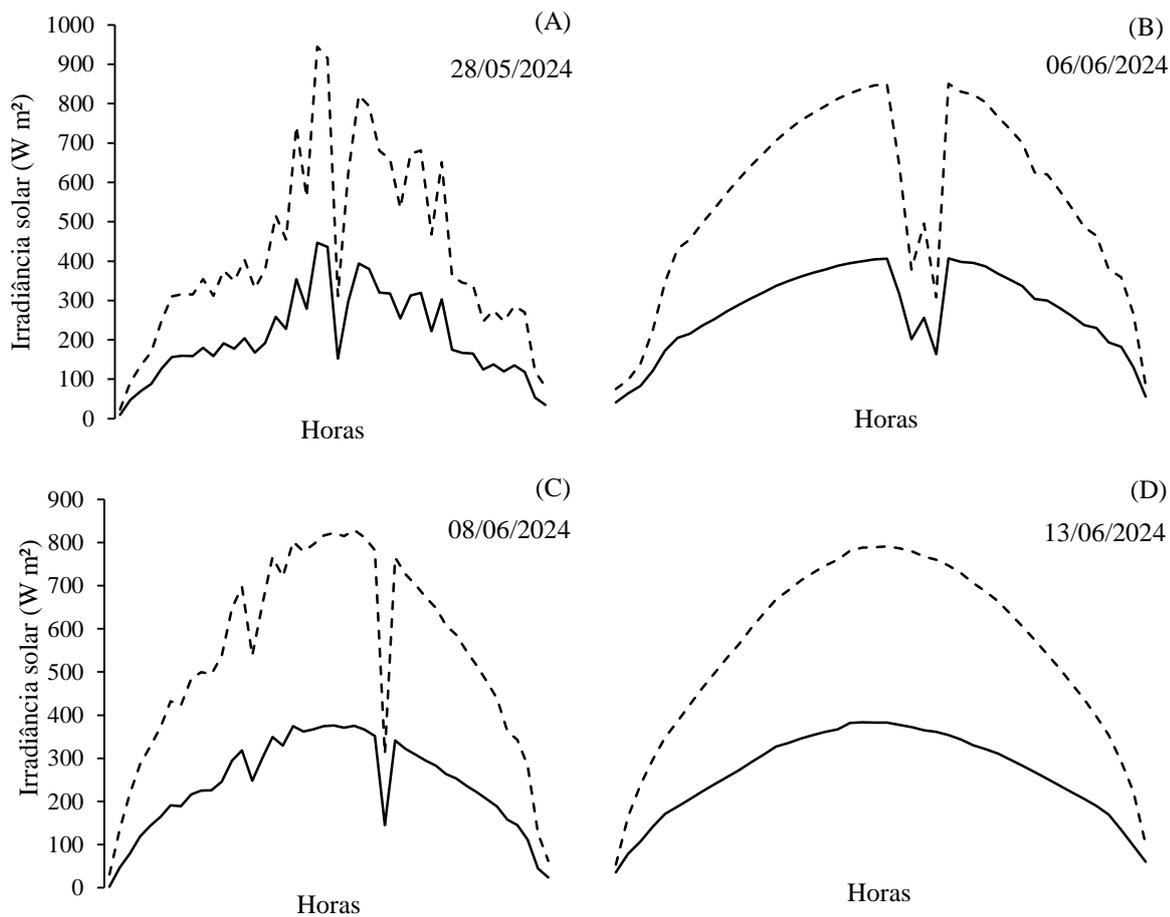


Figura 3 - Dados de Irradiância solar na horizontal (ITH), linha contínua; e Irradiância solar inclinada igual ao painel fotovoltaico (ITA), linha pontilhada. Coleta realizada entre os meses de maio e junho de 2024. (A) 28/05/2024 entre 07:32h e 17:47h representando um dia nublado. (B) 06/06/2024 entre 07:03h e 17:48h e o dia (C) 08/06/2024 entre 07:01h e 17:46h representando dias com passagem de nuvens. (D) 13/06/2024 entre 07:03h e 17:48h representando um dia ensolarado sem presença de nuvens.

A partir desses dados, é possível observar a oferta de energia em dias ensolarados e em dias nublados. Como a bomba solar utilizada estava em acoplamento direto a irrigação, a oferta de energia é um fator determinante na operação do sistema de irrigação.

Os dados mostram o ITH e ITA em climas e dias diferentes, a figura D mostra um dia propício com ótimas radiações solares, com maiores potências no intervalo das 10:02h da manhã até 15:17h da tarde, tendo seu pico 12:03h com 374,5 W/m² (ITH) e 436,5 W/m² (ITA).

Nas figuras A, B e C é possível observar a frequência de nuvens, principalmente A e C que foram dias nublados e com baixa irradiação solar, porém mesmo com muitas nuvens, nesses dias houve uma alta irradiação solar em intervalos em que se tinha pleno sol. Na figura A os primeiros raios solares surgiram as 07:32h da manhã com ITH de 9,5 W/m² e ITA de 14 W/m², tendo sua maior potência 12:17h com 446,5 W/m² (ITH) e 498 W/m² (ITA). Dias nublados podem variar a quantidade de insolação recebida em uma determinada área da superfície terrestre. As nuvens causam variações na intensidade da radiação solar que chega a superfície, explicando a oscilação da radiação incidente em uma região,

complementarmente apenas uma parte da radiação irá atingir a superfície terrestre por causa da forma com que a atmosfera permite que a radiação a atravesse (CAMPOS E ALCANTARA, 2016).

Diferentemente as figuras B e C apresentaram sua incidência solar no horário regular, mas em comparação houve uma frequência maior de nuvens, mostrados na figura C por ser um dia nublado. A figura B teve seu início as 07:03h da manhã com 10,5 W/m² (ITH) e 34,5 W/m² (ITA) e seu pico as 13:48h com 375,5 W/m² (ITH) e 442,5 W/m² (ITA), enquanto a figura C iniciou-se as 07:01h da manhã com 2,5 W/m² de ITH e 28 W/m² de ITA e apresentou seu pico 12:31h com ITH de 376 W/m² e ITA de 446 W/m². A quantidade de luz solar que chega a uma superfície horizontal pode variar em função da redução causada ao atravessar a atmosfera, influenciada por fatores como, nuvens e poeira, segundo Campos e Alcântara (2016), em dias nublados é esperado que a intensidade da luz do sol seja menor, afetando negativamente o desempenho dos geradores fotovoltaicos.

Nas análises dos dados de irradiância solar horizontal e inclinada, observa-se, que mesmo com incidência solar tardia e, por vezes, uma irradiância menor, o sistema é eficiente pois fornece a quantidade necessária para o funcionamento da irrigação de acordo com a potência hidráulica da motobomba, pois estão dispostos corretamente e aproveitam toda a irradiação solar disponível. Semelhante ao trabalho de Gomes et al. (2020) desenvolvido em Alagoas, há uma comparação entre a potência fotovoltaica gerada, irradiância solar e a temperatura do módulo fotovoltaico onde em um determinado dia do experimento a irradiância mostrou uma oscilação entre 8:00 e 12:30h que refletiu na potência gerada. Essa oscilação é um fenômeno onde as nuvens concentram a irradiância em determinadas regiões. Os painéis fotovoltaicos aumentam a temperatura com a irradiância e, conseqüentemente afeta a geração fotovoltaica. A ocorrência de nuvens os geradores mantiveram sua eficiência e potência de saída pois o painel foi resfriado pelo vento diminuindo a irradiação incidente. (GOMES et al., 2020).

A temperatura é um parâmetro que condiciona a eficiência das placas de forma significativa, com isso, é possível observar que a eficiência de um módulo fotovoltaico aumenta conforme a temperatura se eleva, mas isso ocorre apenas até a temperatura operacional máxima da célula. Após ultrapassar esse limite, a geração de energia da placa diminui gradativamente, podendo até danificar as células (NJOK; OGBULEZIE, 2019).

A irradiância solar horizontal e inclinada dos geradores FV influenciam diretamente na pressão, no volume, vazão e potência do sistema de bombeamento de água e conseqüentemente na irrigação. Em dias com radiações solares menores como apresentado na figura B e C, a potência é menor e conseqüentemente a pressão e a vazão diminuem. Em sistemas de irrigação localizada a redução da pressão faz com que a gota de água caia mais devagar e com menor frequência exigindo um maior tempo de irrigação. Em uma configuração autônoma, o sistema fotovoltaico de bombeamento opera conectando a energia diretamente à bomba d'água em corrente contínua. A tensão e a corrente do terminal correspondem àquelas do módulo fotovoltaico. Assim, a vazão da bomba varia conforme o nível de radiação solar incidente no módulo fotovoltaico (CHANDEL; NAIK E CHANDEL, 2017).

De acordo com a afirmação da pressão e vazão ser consequência da oferta de energia a Tabela 3 apresenta os valores de vazão, potência e pressão das linhas de irrigação de acordo com a incidência solar oferecida já demonstradas nos gráficos anteriores.

Tabela 3 – Dados coletados de vazão das linhas laterais de gotejamento (L1= linha lateral 1; L2= linha lateral 2; L3= linha lateral 3 e L4= linha lateral 4); vazão da motobomba (Q_{MB}) em L/min; potência da motobomba (P_{MB}) em Watts; pressão da motobomba (H_{MB}) em mca e altura da caixa d'água (H_{disponível}) em mca.

	Vazão L1	Vazão L2	Vazão L3	Vazão L4	Q _{MB}	P _{MB}	H _{MB}	H _{disponível}
28/05	0,368	0,011	0,701	0,378	1,42	0,4	2,45	7,4
06/06	0,485	0,101	0,707	0,354	1,47	0,78	3,07	7,4
08/06	0,487	0,139	0,640	0,299	1,42	0,19	0,8	7,4
13/06	0,490	0,165	0,896	0,642	1,75	1,91	6,74	7,4

A tabela das linhas de irrigação, é possível observar o volume do bombeamento (L) a cada 15 minutos que é igual a vazão, e apresentados dados de pressão e potência que são influenciados pela incidência solar, indicados no intervalo de 10h da manhã as 15h da tarde.

As vazões L1 e L2, são as de acoplamento direto e L3 e L4 são as vazões que vinham da caixa d'água mostradas no gráfico 1, comparadas com as outras vazões que tiveram dias nublados (figura A e C) e passagem de nuvens (figura B), o dia de céu limpo teve maiores vazões tanto do acoplamento direto quanto da caixa d'água (GOMES et al., 2020).

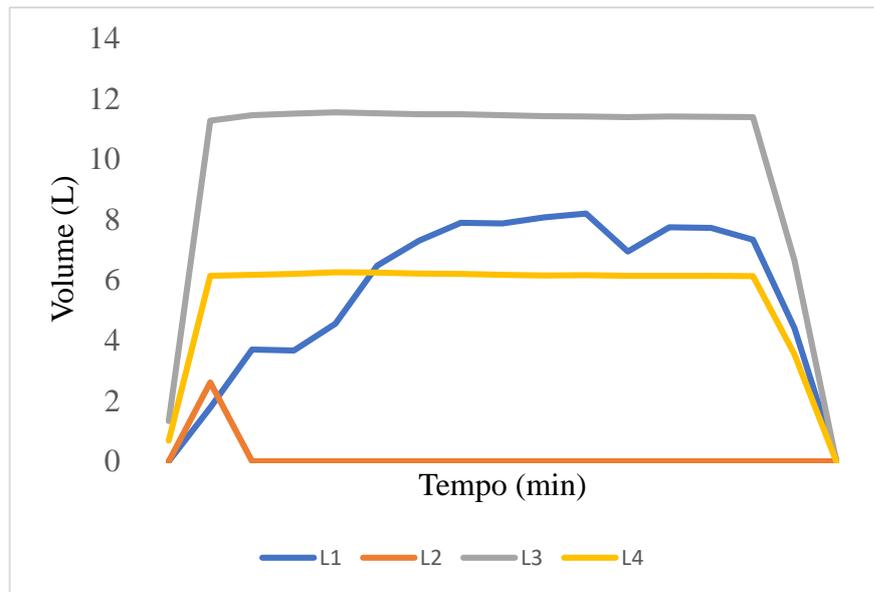


Gráfico 1 – Vazão das linhas de irrigação do dia nublado (28/05)

De acordo com o gráfico 1, observa-se que L3 e L4 têm uma vazão e uma pressão estável pois são as linhas conectadas a uma caixa d'água, utilizadas na irrigação por gotejamento empregando a gravidade. Ademais, na tabela 3 observa-se que as linhas 3 e 4 proporcionaram as maiores vazões. Enquanto as linhas de acoplamento direto evidenciaram instabilidade ao longo do dia e menores vazões, uma vez que, dependiam da luz solar para o funcionamento da irrigação. Niedzialkoski et al. (2012) observaram que o volume de água bombeado por sistemas fotovoltaicos tende a aumentar conforme a radiação solar se intensifica. Da mesma forma, Kolling et al. (2004) determinaram que a vazão da motobomba é fortemente influenciada pelos níveis de radiação solar, pois a atividade do sistema de bombeamento em função da irradiação solar aumenta até atingir um ponto máximo, após atingir o ponto máximo sua eficiência começa a diminuir. Isso ocorre porque a motobomba possui uma potência elétrica máxima e, portanto, uma vazão máxima, enquanto a irradiação solar continua a aumentar sem restrições. Assim, haverá um momento em que a energia hidráulica atingirá seu limite, mesmo com o aumento contínuo da irradiação solar, resultando na queda do rendimento do sistema.

Em um trabalho realizado na Índia, onde o objetivo foi apresentar uma revisão atualizada sobre os estudos de desempenho de sistemas de bombeamento de água com acoplamento direto conectados aos painéis fotovoltaicos, Chandel et al. (2017) obteve o desempenho mensal do sistema de bombeamento medido em dias de sol durante julho de 2013 a maio de 2014, no qual o volume do sistema é máximo durante o mês de maio, com 15,55 L/min, e mínima no mês de novembro, com 11,91 L/min com uma média de irradiação de 800 W/m². Diferente do trabalho conduzido por Chandel et al. (2017), o presente trabalho apresentou maiores resultados em L3 e L4, visto na tabela 1, todavia as linhas de acoplamento direto (L1 e L2) não apresentaram boas vazões mesmo com ótimas incidências solares, devido à baixa eficiência da motobomba que não entregou os resultados esperados.

4. CONCLUSÕES

De acordo com as condições e com os parâmetros adotados para o funcionamento do experimento, a motobomba não se mostrou apropriada para uso em sistemas irrigados por gotejamento com acoplamento direto ao sistema de geração de energia fotovoltaica.

REFERÊNCIAS

ABINEE -ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira. [S.l.: s.n.], p. 1-176, 2012. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/informac/arquivos/profotov.pdf>. Acesso em: 16 de mai. 2024.

RONDÓN, A. C. B.; DUCATI, J. R.; HAAG, R. ANÁLISE ANUAL DAS COMPONENTES DIRETA, DIFUSA E GLOBAL DA RADIAÇÃO SOLAR EM PORTO ALEGRE, RS. VIII Congresso Brasileiro de Energia Solar – Fortaleza, 01 a 05 de junho de 2020.

- CARRÊLO, I. B.; ALMEIDA, R. H.; NARVARTE, L.; MARTINEZ-MORENO, F.; CARRASCO, L. M. Comparative analysis of the economic feasibility of five large-power photovoltaic irrigation systems in the Mediterranean region. *Renewable Energy*, v.145, p.2671-2682, 2020.
- CAMPOS, M. S.; ALCANTARA, L. D. S. Interpretação dos Efeitos de Tempo Nublado e Chuvoso Sobre a Radiação Solar em Belém/PA Para Uso em Sistemas Fotovoltaicos. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 31, n. 4(suppl.), 570-579, 2016.
- CAMPOS, L. S. I. PREVISÃO DE IRRADIÂNCIA SOLAR NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL EMPREGANDO O MODELO DE MESOESCALA WRF AJUSTADO POR REDES NEURAIS ARTIFICIAIS (RNAs). UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO MAR ENGENHARIA AMBIENTAL, 2018.
- CHANDEL, S. S.; NAIK, M. N.; CHANDEL, R. Review of performance studies of direct coupled photovoltaic water pumping systems and case study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 163-175, 2017
- CUNHA, M. M. Desenvolvimento de um sistema embarcado para realização de manejo de irrigação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão / SE, 2019.
- CRUZ, J. P. H, Crescimento e eficiência no uso da água de cafeeiro submetido a estratégias de manejo da irrigação, Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2019.
- CRUZ, N. B., JESUS, J. G., BACHA, C. J. C., COSTA, E. M. Acesso da agricultura familiar ao crédito e à assistência técnica no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v. 59, n. 3, e226850, p. 1-20, Epub 02 nov. 2020.
- GASPARIN, F. B., LIMA, V. O. D.; MICHELETTI, D. H.; BURINA, E. L. K. A Influência de Políticas Públicas para o Progresso da Geração Solar Fotovoltaica e Diversificação da Matriz Energética Brasileira. *Rev. Virtual Quim.*, p. 1-5, 2021.
- GRAH, V. F. Avaliação do posicionamento dos geradores fotovoltaicos com sistema rastreador manual aplicado ao bombeamento de água para irrigação. Universidade de São Paulo. Escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2015.
- KOLLING, E. M., SOUZA, S. N. M., RICIERI, R. P., SAMPAIO, S. C., DALLACORT, R. ANÁLISE OPERACIONAL DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO DE BOMBEAMENTO DE ÁGUA. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v.24, n.3, p.527-535, set./dez. 2004.
- LOWITZSCH, J.; HOICKA, C. E.; VAN TULDER, F. J. Renewable energy communities under the 2019 European Clean Energy Package— Governance model for the energy clusters of the future? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.122, p.1-13, 2020.
- MACKMILL, L. B., OLDONI, A., ROSA, D. S., SIGALES, M. S., MEDEIROS, F. A., MACHADO, A. L. T. Projeto Informacional de uma Unidade Móvel Fotovoltaica, em Sistema Off-Grid, para Fornecer Energia Elétrica a Produtores da Agricultura Familiar. *Ensaios e Ciências*, v.28, n.1, 2024, p.106-116.
- MELO, G. C. G., BASTOS, I. G. P., BARBOZA, E. A., ARAÚJO, I. B. Q., BRITO, D. B. Sistema de baixo custo para monitoramento climático e de geração de mini e microgeração fotovoltaica. VIII Congresso Brasileiro de Energia Solar – Fortaleza, 01 a 05 de junho de 2020.
- NIEDZIALKOSKI, R. K., NOGUEIRA, C. E. C., AVACI, A. B., SIQUEIRA, J. A. C., MENEZES, M. J. S., OLIVEIRA, N. N. P. Avaliação de um sistema fotovoltaico utilizado para o bombeamento de água em Cascavel/PR. *Acta Iguazu*, Cascavel, v.1,n.3,p. 44-49, 2012
- NJOK, A. O., OGBULEZIE, J. C. The Effect of Relative Humidity and Temperature on Polycrystalline Solar Panels Installed Close to a River. *Physical Science International Journal*, 2019. 11 p.
- ROSAS-FLORES, J. A., ZENÓN-OLVERA, E., GÁLVEZ, D. M. Potential energy saving in urban and rural households of Mexico with solar photovoltaic systems using geographical information system. *Renewable and sustainable energy reviews*, versão online, [S.l.], v. 116, p. 1-13, 2019.

SOARES, F. C., LIRA, R. L., PINHEIRO, E. C. N. M. Energia solar como fonte de sistema de bombeamento de água. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.8, n.11, p.74137-74152, nov. 2022.

SILVA, V.A.M. Influência da cobertura do céu na estimativa da radiação solar utilizando modelo digital de elevação. 2011. 73 f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

SOBRINHO, O. P. L., SILVA, G. S., PEREIRA, A. I. S., SOUSA, A. B., JÚNIOR, W. L. C., SANTOS, L. N. S. A cultura da cana-de-açúcar (*saccharum officinarum*) e o manejo da irrigação. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, Maringá (PR). v. 12, n.4, p. 1605-1625. 2019.

TODDE, G.; MURGIA, L.; DELIGIOS, P. A.; HOGAN, R.; CARRÊLO, I. B.; MOREIRA, M.; PAZZONA, A.; LEDDA, L.; NARVARTE, L. Energy and environmental performances of hybrid photovoltaic irrigation systems in Mediterranean intensive and super-intensive olive orchards. *Science of the Total Environment*, v.651, p.2514-2523, 2019.

ANEXO I – NORMAS DA REVISTA

Revista Brasileira de Energia Solar - Ano (XX) - Volume (XX) - Número (XX) - MES de ANO - p. (XX) – (XX)

INSTRUÇÕES PARA A PREPARAÇÃO E SUBMISSÃO DE TRABALHO PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR

Nome do Primeiro Autor – e-mail
 Nome do Segundo Autor – e-mail
 Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Mecânica
 Nome do Terceiro Autor – e-mail
 Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia Elétrica

Resumo. Este documento apresenta instruções detalhadas para a preparação e submissão de trabalhos para a Revista Brasileira de Energia Solar. Por favor, lembre-se das seguintes diretrizes: a) digite o corpo do texto em uma única coluna; b) utilize um máximo de 12 páginas tamanho A4 (21 x 29,7 cm), cada qual com margem de 2 cm em todos os lados do texto (não inclua molduras); c) use a fonte Times New Roman tamanho 10 pt em todo o documento, exceto o título; d) prepare um resumo com no máximo 300 palavras em itálico; e) sempre use espaçamento simples e alinhamento justificado; f) referências devem ser citadas no formato autor (ano) ou (autor, ano) e listadas em ordem alfabética no final do trabalho; g) as figuras e fotografias incluídas no trabalho devem ser de boa qualidade; h) todos os símbolos devem ser definidos, conforme apareçam no texto; i) deverão ser utilizadas unidades do Sistema Internacional (SI). O trabalho deverá ser preferencialmente preparado em português, mas trabalhos em espanhol e inglês também serão aceitos. Trabalhos em português ou espanhol deverão ter o título, resumo e palavras-chave em inglês após as referências. Utilize o site <https://rbens.emnuvens.com.br/rbens/about/submissions> para submeter seu artigo. O processo de avaliação da submissão será realizado pelo comitê editorial, incluindo revisão por pares e possíveis rodadas de revisão.

Palavras-chave: ~~Xxxxxx~~, ~~Yyyyyy~~, ~~Zzzzzz~~ (máximo de 3)

1. INTRODUÇÃO

A Revista Brasileira de Energia Solar – RBENS é publicada eletronicamente em edições semestrais. Os autores devem submeter seus trabalhos diretamente através do site da RBENS, periódico de caráter técnico-científico da Associação Brasileira de Energia Solar (ABENS). A versão digital de sua contribuição deve estar de acordo com as presentes instruções e deverá ser enviado nos formatos DOC ou DOCX.

O Comitê Editorial da Revista fará a revisão dos trabalhos encaminhando para avaliadores com expertise reconhecido em cada área específica. Seu trabalho poderá estar sujeito a solicitação de alterações e/ou correções para a sua aceitação final. No caso de solicitação de revisão, o autor receberá instruções a serem enviadas oportunamente. Os autores que tiverem os trabalhos aprovados para publicação em sua forma final aguardarão oportunidade para fazerem parte dos novos números da Revista.

2. INSTRUÇÕES PARA DIGITAÇÃO

O trabalho deve ser preferencialmente escrito em português, mas trabalhos em espanhol ou inglês também serão aceitos. A tradução para o inglês do título, do resumo e das palavras-chave deve ser apresentada ao fim do trabalho (após a lista de referências) caso o trabalho não esteja redigido em inglês.

2.1 Tamanho do trabalho

O trabalho completo, incluindo figuras e tabelas, deve ser limitado a 12 (doze) páginas em tamanho A4 (21 cm x 29,7 cm). Por favor, atenda a estas limitações escrevendo de forma concisa e não reduzindo figuras e tabelas a tamanhos que sacrifiquem o entendimento dos símbolos e legendas nelas incluídos.

2.2 Formato de página

Cada página tamanho A4 deve ser configurada de modo a apresentar 2 cm de margem em todos os lados do documento. Estas margens definem a área a ser utilizada. Dentro desta área o texto deve ser formatado em uma única coluna. Por favor, não inclua moldura no texto.

A aparência final do trabalho deve ser a deste documento.

2.3 Especificações gerais para a formatação do texto

O trabalho deve ser totalmente digitado em fonte Times New Roman tamanho 10 pt com espaçamento simples entre linhas, com exceção do título e do cabeçalho. Esta diretriz inclui, portanto, títulos de seções e subseções e legendas de figuras e tabelas, além do texto normal do trabalho. Todas as páginas deverão ter como cabeçalho o texto: “*Revista Brasileira de Energia Solar - Ano (XX) - Volume (XX) - Número (XX) - MES de ANO - p. (XX) - (XX)*” digitado em itálico tamanho 10pt centralizado, como apresentado nas páginas deste modelo. As informações do cabeçalho serão inseridas posteriormente durante o processo de editoração da Revista.

Título do trabalho. Inicie, apenas na primeira página, deixando duas linhas (14pt) até a primeira linha do título. O título deve ser digitado em fonte Times New Roman em negrito, 14 pt, em letras maiúsculas, com alinhamento centralizado, não devendo exceder 3 linhas. Deixe uma linha (14 pt) entre o final do título e o primeiro autor.

Autor(es) e afiliação. Digite o nome completo dos autores, centralizados, um por linha, seguido pelo endereço eletrônico, usando um hífen como separador. Cada nome ou grupo de nomes deve ser seguido da afiliação correspondente. O nome dos autores deve ser digitado em negrito, enquanto que todas as informações restantes devem ser digitadas em estilo normal (nem negrito, nem itálico). Abaixo do último autor deixe outro espaço de uma linha antes de iniciar o Resumo.

Resumo e palavras-chave. Digite o título **Resumo**, em negrito e itálico, alinhado à esquerda, seguido de um ponto. Sem trocar de linha, digite o resumo em itálico, com alinhamento justificado. O resumo não deve conter mais de 300 palavras. Pule uma linha e então digite o título **Palavras-chave:** (não se esqueça dos dois pontos) em negrito e itálico, alinhado à esquerda. Digite então até 3 palavras-chave, separadas por vírgulas, com somente a primeira letra de cada palavra-chave em maiúscula. Deixe um espaço de 2 linhas entre as palavras-chave e o corpo do texto.

Títulos de seção. Use somente dois níveis para subseções, conforme apresentado nestas instruções. Digite o título das seções em letras maiúsculas, em negrito, alinhado à esquerda. Inicie digitando sua identificação em algarismos arábicos, seguida de um ponto, e então digite o título da seção a 0,75 cm da margem esquerda. Deixe duas linhas de espaço acima e uma linha de espaço abaixo deste título.

Para o primeiro nível de subseção, somente a primeira letra do título deve ser maiúscula, sendo todas em negrito, com o título alinhado à esquerda. Inicie pela digitação de sua identificação (dois algarismos arábicos separados por ponto), e então digite o título da seção a 0,75 cm da margem esquerda. Deixe uma linha de espaço acima e abaixo deste título.

Não numere o título do segundo nível de subseção. Use letras em negrito e itálico, com somente a primeira em maiúscula, indentando o título em 0,75 cm a partir da margem esquerda e fazendo-o ser seguido por um ponto. Inicie o texto da subseção imediatamente após o título da mesma. Deixe uma linha de espaço acima deste título.

Corpo do texto. O texto deve ser digitado em estilo normal, usando espaço simples e alinhamento justificado. Comece cada parágrafo a 0,75 cm da margem esquerda, não deixando espaço entre dois parágrafos subsequentes.

2.4 Equações, símbolos e unidades

As equações devem estar centralizadas na página. Numere as equações em seqüência com algarismos arábicos entre parênteses e alinhados à direita. Deixe uma linha de espaço antes e depois de cada equação incluída. Por exemplo:

$$\eta = F_R(\tau\alpha)_{ef} - F_R U_L \left[\frac{T_e - T_a}{g} \right] \quad (1)$$

Sempre que for feita referência a uma equação no texto, deve ser escrito no formato Eq. (1).

Símbolos devem estar em itálico. Sua definição deverá ser feita quando mencionado pela primeira vez no texto, com as respectivas unidades. Uma seção de definições de símbolos não se faz necessária.

Todos os dados inseridos no trabalho, inclusive aqueles em tabelas e figuras, devem estar em unidades do Sistema Internacional (SI). A vírgula deverá ser o separador entre a parte inteira e a parte decimal de números fracionários (exceto nos trabalhos digitados em inglês).

2.5 Figuras e tabelas

Figuras e tabelas devem ser posicionadas o mais próximo possível de sua citação no texto, preferencialmente abaixo da citação. Texto e símbolos nelas incluídos devem ser de fácil leitura, devendo-se evitar o uso de símbolos pequenos. Solicita-se a inclusão de ilustrações e fotos de boa qualidade. Evite o aparecimento de espaços em branco no texto devido ao posicionamento de figuras.

Figuras, tabelas e suas legendas deverão estar centradas no texto. Posicione a legenda abaixo da figura, deixando uma linha de espaço entre elas. Posicione o título de uma tabela acima da mesma, também deixando uma linha de espaço entre eles. Deixe uma linha de espaço entre a figura ou tabela e o texto subsequente.

Numere figuras e tabelas em seqüência usando algarismos arábicos (ex: Figura 1, Figura 2, Tabela 1, Tabela 2). Faça referência a elas no texto como Tab. 1 e Fig. 1 sem usar advérbios de lugar, como "abaixo", "acima" ou "a seguir".

Denomine os eixos coordenados em gráficos, incluindo as respectivas unidades, sempre que aplicável. Da mesma forma, denomine colunas/linhas em tabelas, com respectivas unidades.

Como exemplos se apresentam a Tab. 1 e a Fig. 1.

Tabela 1 - Especificações elétricas do módulo XXXX para as condições de irradiância 1.000 W/m², temperatura de célula 25 °C e espectro AM 1,5.

CARACTERÍSTICA	VALOR
Máxima Potência	45 W
Tensão de Máxima Potência	15,0 V
Corrente de Máxima Potência	3,0 A
Tensão de Circuito Aberto	19,2 V
Corrente de Curto-Circuito	3,10 A
Coefficiente α	2,5 mA/°C
Coefficiente β	-73 mV/°C

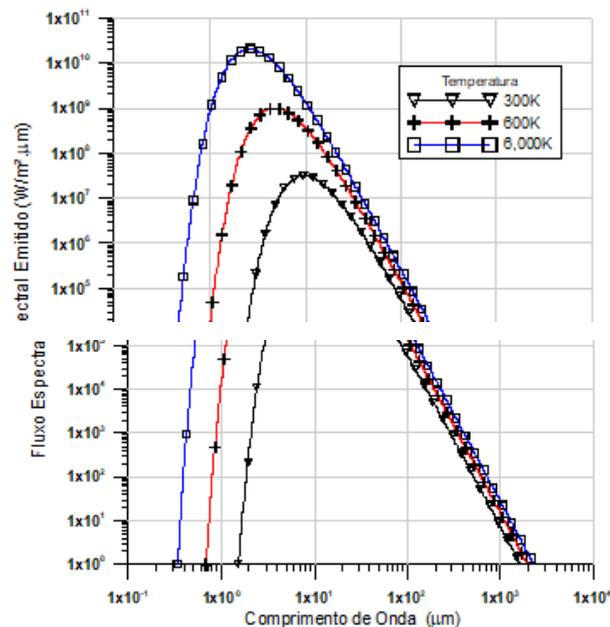


Figura 1 - Curvas do fluxo espectral da radiação emitida por um corpo negro em diferentes temperaturas.

2.6 Autorizações e reconhecimentos

Os autores são responsáveis por garantir o direito de publicar todo o conteúdo de seu trabalho. Se for usado material com direitos autorais em sua preparação, pode ser necessário conseguir a autorização do detentor dos direitos para a publicação do material em questão. Os autores irão emitir uma autorização de publicação dos trabalhos em favor da ABENS, assumindo toda a responsabilidade sobre o conteúdo dos mesmos, no momento da submissão formal do trabalho.

Agradecimentos

Esta seção deve estar localizada entre o fim do corpo do texto e a lista de referências. Digite somente *Agradecimentos* em negrito e itálico, com alinhamento à esquerda, pule uma linha e digite o texto regularmente. Nesta seção também poderão ser incluídos reconhecimentos de apoios recebidos de indivíduos e instituições.

REFERÊNCIAS

Referências devem ser citadas no texto pelo nome do autor (ano) ou (nome, ano). Por exemplo: "Em um trabalho recente, Oliveira *et al.* (2005) propuseram que ..." ou "Recentemente (Zilles e Vilela, 2004) foi proposto que ..."

Revista Brasileira de Energia Solar - Ano (XX) - Volume (XX) - Número (XX) - MES de ANO - p. (XX) – (XX)

Referências devem ser listadas em ordem alfabética ao final do trabalho. Para tal, digite a palavra **REFERÊNCIAS** em letras maiúsculas, em negrito e alinhada à esquerda, deixe uma linha de espaço e digite as referências. Para cada referência, indente todas as linhas, exceto a primeira, de 0,75 cm a partir da margem esquerda. Toda referência incluída na lista deve ter sido citada no texto e vice-versa. A seguir apresenta-se um exemplo de lista de referências, incluindo um artigo de congresso, um artigo de periódico, um livro e uma tese.

Blasques, L. C. M., Vale, S. B., Pinho, J. T., 2007. Sistema Solar Fotovoltaico para Geração de Eletricidade na Estação Científica Ferreira Penna do Museu Paraense Emílio Goeldi, Caxiuanã – Pará, I CBENS - I Congresso Brasileiro de Energia Solar, Fortaleza.

Burger, B., Rüther, R., 2006. Inverter sizing of grid-connected photovoltaic systems in the light of local solar resource distribution characteristics and temperature, *Solar Energy*, vol. 80, n. 1, pp. 32-45.

Duffie, J. A., Beckman, W. A., 1991. *Solar Engineering of Thermal Processes*, John Wiley & Sons.

Oliveski, R. C., 2000. *Análise Numérica e Experimental dos Campos de Temperatura e Velocidade em Armazenadores Térmicos*, Tese de Doutorado, PROMEC, UFRGS, Porto Alegre.

FORMAT INSTRUCTIONS FOR PAPER SUBMISSION TO REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR

Abstract. Uma versão em inglês do título do trabalho e do resumo deve ser apresentada ao final do trabalho para os artigos que não foram escritos nesse idioma.

Keywords: Xxxxxx, Yyyyyy, Zzzzzz, (up to 3)

ANEXO II – QUALIS

Periódicos

ISSN	Título	Área com publicação no quadriênio	Classificação	Área mãe
2526-2831	REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR (ONLINE)	CIÊNCIAS AMBIENTAIS	B4	ENGENHARIAS III
2526-2831	REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR (ONLINE)	ENGENHARIAS IV	B4	ENGENHARIAS III
2526-2831	REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR (ONLINE)	INTERDISCIPLINAR	B4	ENGENHARIAS III

Periódicos

ISSN	Título	Área com publicação no quadriênio	Classificação	Área mãe
2178-9606	REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR	ASTRONOMIA / FÍSICA	B4	ENGENHARIAS III
2178-9606	REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR	ENGENHARIAS II	B4	ENGENHARIAS III
2178-9606	REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR	ENGENHARIAS III	B4	ENGENHARIAS III
2178-9606	REVISTA BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR	ENGENHARIAS IV	B4	ENGENHARIAS III