

Geração de energia elétrica por meio de placas solares fotovoltaicas**Electric power generation by means of photovoltaic solar panels**

DOI:10.34117/bjdv6n6-530

Recebimento dos originais:08/05/2020

Aceitação para publicação:23/06/2020

José Antonio Lambert

Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia
Instituição: Instituto Federal de Goiás – Câmpus Jataí
Endereço: Rua Maria Vieira Cunha, nº 775 – Residencial Flamboyant – Jataí GO
E-mail: jose.lambert@ifg.edu.br

Fernando Nunes Marques

Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia
Instituição: Instituto Federal de Goiás – Câmpus Jataí
Endereço: Rua Maria Vieira Cunha, nº 775 – Residencial Flamboyant – Jataí GO
E-mail: fnm765@yahoo.com.br

Luciano de Souza da Costa e Silva

Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Ilha Solteira
Instituição: Instituto Federal de Goiás – Câmpus Jataí
Endereço: Rua Maria Vieira Cunha, nº 775 – Residencial Flamboyant – Jataí GO
E-mail: lucianocosta@hotmail.com

Danielle Moreira Lemos

Estudante do Curso Bacharelado em Engenharia Elétrica
Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica / PIBIC
Instituição: Instituto Federal de Goiás – Câmpus Jataí
Endereço: Rua Maria Vieira Cunha, nº 775 – Residencial Flamboyant – Jataí GO
E-mail: danielle.m.lemos2@gmail.com

RESUMO

Este estudo compreende a implementação de um sistema fotovoltaico na unidade do Instituto Federal de Goiás – IFG, município de Jataí. Para a aquisição de dados da geração, utilizou-se plataforma eletrônica e sensores para obtenção do potencial energético produzido na unidade. Conjuntamente, implementou-se grupo de lâmpadas *LEDs* no corredor do bloco 500 do referido Câmpus para estudo da energia elétrica gerada diariamente.

Palavras-chave: Fotovoltaico, Solar, Renovável.

ABSTRACT

This study comprises the implementation of a photovoltaic system in the unit of Instituto Federal de Goiás – IFG, municipality of Jataí. For the acquisition of generation data, an electronic platform and sensors were used to obtain the energy potential produced in the unit.

Together, a group of led lamps was implemented in the corridor of block 500 of the said Campus to study the electricity generated daily.

Keywords: Photovoltaic, Solar, Renewable.

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de mitigar as mudanças climáticas, encontrar uma fonte de energia renovável, suprir a demanda energética e melhorar o acesso ao fornecimento de energia elétrica fez com que a sociedade acadêmica e empresarial pesquisasse e encontrasse formas alternativas de produção de energia elétrica distintas dos habituais, como por exemplo, geração de energia através de hidrelétricas. Começou-se então o investimento intenso em estudos sobre a capacidade de geração de energia eólica, solar, biomassa, e dentre outras formas de geração de energia.

A implementação do sistema fotovoltaico está ajudando a atender à crescente demanda global de energia e, reduzir os efeitos ambientais prejudiciais do consumo de combustível fóssil (FLOWERS et al., 2016). Disseminou-se ao longo dos anos uma preocupação ambiental que conquistou destaque durante as principais discussões na sociedade, a qual busca soluções alternativas que promovam o desenvolvimento sustentável, racionalizando a utilização dos recursos naturais e, assim diminuindo os impactos ambientais (RIBEIRO JÚNIOR et al., 2020).

A energia solar fotovoltaica é produzida a partir da conversão direta da radiação e calor do sol em eletricidade, (PINHO; GALDINO, 2014). Para a produção da mesma são utilizadas placas solares, feitas por unidades menores denominadas células fotovoltaicas. A maior parte das células geralmente são feitas de silício, material semicondutor. Há dois tipos de camadas de silicone na placa, material tipo N, que possui extra elétrons e material tipo P, que possui extra lacunas. Onde os dois tipos de material se encontram, os elétrons podem percorrer livremente a junção P/N. Quando a luz solar, constituída de fótons altamente energéticos, incide sobre a placa fotovoltaica, a ligação dos elétrons da camada de valência é rompida e os elétrons são postos em movimento, gerando assim eletricidade.

O Brasil, país favorecido com abundância em incidência de raios solares, tem investido significativamente nos últimos anos e, como consequência, a tecnologia continua a melhorar e os custos a decair.

Neste sentido, procura-se realizar estudos e implementação do sistema fotovoltaico na unidade do IFG, município de Jataí. O local escolhido foi o corredor do Bloco 500 cuja

iluminação permanece praticamente energizada no período vespertino e, alguns dias da semana, também no período matutino.

Atualmente foi feita a instalação de lâmpadas led em toda a extensão do corredor por um sistema solar fotovoltaico *off grid*, portanto desconectado da rede de energia elétrica da concessionária local.

Para a aquisição de dados da geração é utilizado plataforma eletrônica e sensores para obtenção do potencial energético produzido na unidade. Também são coletados os dados de consumo pelas lâmpadas led e daí fazer um estudo da eficiência energética gerada diariamente.

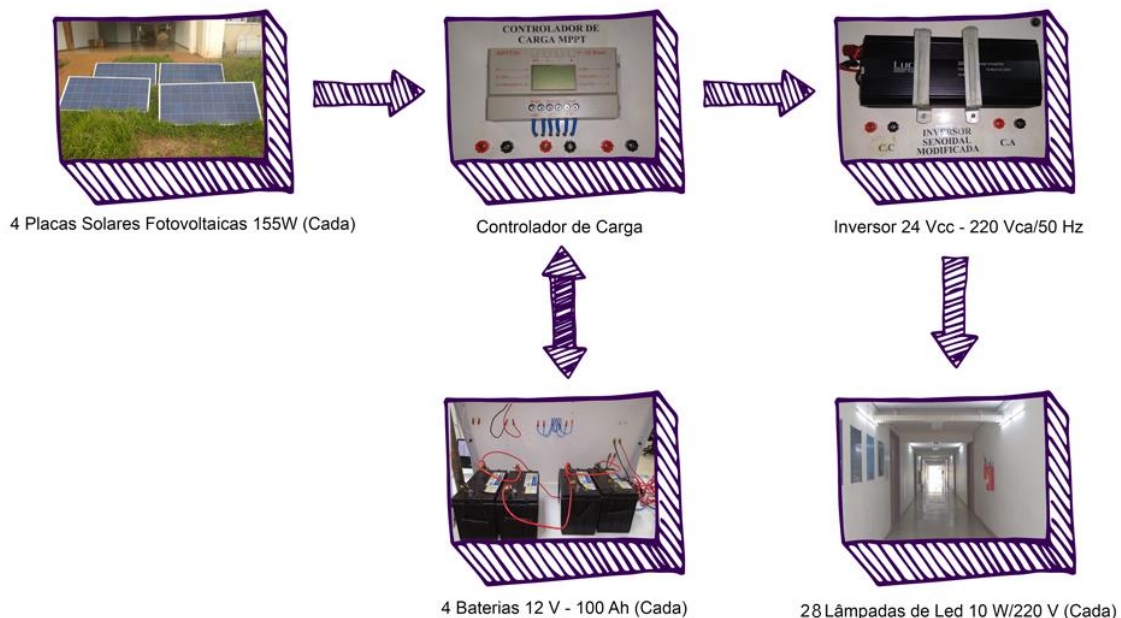
Os dados foram analisados e tabelados e, trabalhados em forma de gráfico para facilitar o entendimento de geração e de consumo durante períodos diários, semanais e mensais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Implementou-se nesta pesquisa um sistema solar fotovoltaico contendo quatro placas fotovoltaicas de 155 W, um controlador de carga de 30 A, quatro baterias estacionária de 12 V e 100 Ah, um inversor de onda senoidal modificado de 2000 W, com tensão de entrada 24 Vcc e saída 220 Vca

A figura 1 ilustra, em diagrama de blocos, o sistema elétrico montado.

Figura 1: Diagrama de blocos do sistema de energia solar fotovoltaico.



Fonte: Do (a) Autor (a)

Na figura 1 a placa solar fotovoltaica gera uma tensão na faixa entre 24 a 30 V e uma corrente de 0 a 17 A. O controlador de carga tem finalidade de monitorar o carregamento e o descarregamento da bateria, de maneira a não atingir níveis de tensão e de corrente prejudiciais à sua vida útil. A bateria, por sua vez, armazena energia gerada pelo painel e, devolve depois para a carga nos intervalos que não haja irradiação solar. O inversor então converte a energia de corrente contínua para corrente alternada, pois, neste caso, a carga é formada de lâmpadas de *Led* de 10 W / 220 V / 60 Hz.

Para obter o potencial energético produzido na unidade, foi realizada a aquisição de dados da geração através do Arduino uma plataforma de prototipagem eletrônica em conjunto com sensor de efeito *hall*.

O sensor de corrente efeito *hall* tem a finalidade de captar o sinal de corrente oriundo dos painéis fotovoltaicos. O divisor de tensão resistivo capta o sinal de tensão vindo dos painéis. O microcontrolador arduino processa os sinais de tensão e de corrente captados dos painéis fotovoltaicos ao longo do tempo. O resultado processado pelo microcontrolador é a potência elétrica gerada pela radiação solar incidindo sobre os painéis fotovoltaicos. Estes dados são armazenados em um *notebook*. O produto final da potência pelo tempo fornece o quantitativo de energia gerada pelos painéis fotovoltaicos.

O sensor de corrente atua como isolador do sistema, que se comporta como abaixador de corrente, e através de resistores envia um sinal de tensão compatível com o pino de alimentação do Arduino de 5 V, isto permite a leitura da geração dos dados. A placa Arduino conectada ao *notebook* por meio da entrada USB é programada para receber estes dados através do *software*, estas informações são armazenadas a cada minuto em documento de texto, os quais posteriormente são analisados, tabelados e trabalhados em forma de gráfico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para esta pesquisa foi realizada ampliação da iluminação de todo o corredor do bloco 500 da Unidade Flamboyant. Anteriormente eram 12 lâmpadas *LEDs* de 10 W. Agora o sistema de iluminação do corredor conta com um total de 28 lâmpadas *LEDs* de 10 W e 220 V.

No estudo de comportamento do sistema verificou-se a necessidade de algumas alterações no projeto anterior devido ao aumento de carga. Com isso, a quantidade de baterias foi elevada para quatro baterias estacionária de 12 V e 100 Ah, sendo que, duas destas são

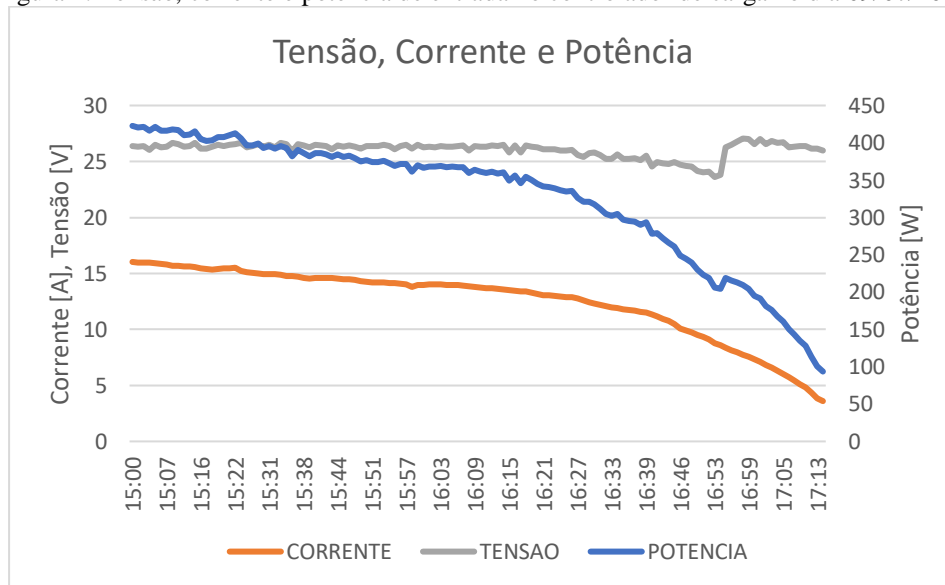
ligadas em série e este conjunto é ligado em paralelo, resultando em uma saída de 24 V, antes tinha-se uma bateria estacionária de 12 V e 220 Ah.

Decorrente da saída da bateria de 24 V foi necessário alterar o inversor com entrada de 12 V para outro inversor de 24 V.

Para aquisição dos dados de geração de energia elétrica, foi implementado um *kit* microcontrolador para aquisição de dados de tensão, corrente e potência produzido pelos painéis solares.

A figura 2 apresenta os valores de tensão e corrente coletados e a potência na entrada do controlador de carga no dia 09/07/2019.

Figura 2: Tensão, corrente e potência de entrada no controlador de carga no dia 09/07/2019.

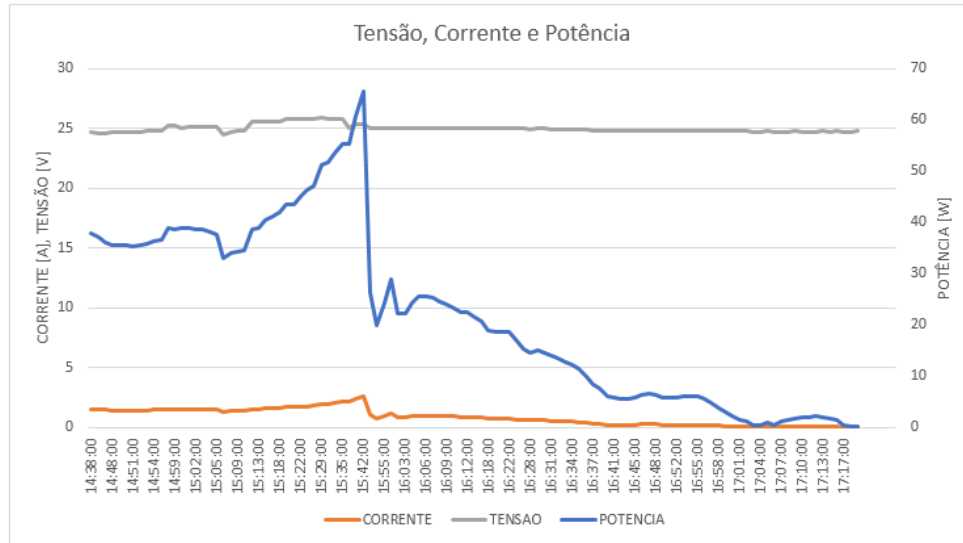


Fonte: Do (a) Autor (a)

Para os dias nos quais não há ocorrências de nuvens, bem como mostra a figura 2, observa-se um declínio uniforme da corrente em relação ao tempo. Houve pouca variação de tensão, logo pode-se afirmar que em dias semelhantes

A figura 3 apresenta os dados correspondentes ao dia 20/03/2019, com baixa incidência solar.

Figura 3: Tensão, corrente e potência de entrada no controlador de carga no dia 20/03/2019.



Fonte: Do (a) Autor (a)

Estes dados, da figura 2 e figura 3, fazem parte da geração de energia elétrica pelos painéis solares fotovoltaicos de 155 W cada, cujo dados foram coletados a cada minuto.

Nas figuras 2 e 3 a onda de potência foi obtida pelo produto de tensão e corrente (BOYLESTAD, 2006);

$$p = v i \quad (1)$$

Onde:

p é a potência gerada pelas placas solares fotovoltaicas em watts;

v é a tensão gerada pelas placas solares fotovoltaicas em volts;

i é a corrente gerada pelas placas solares fotovoltaicas em ampères.

Divergentemente ao que ocorre na figura 2, a figura 3 devido ao tempo nublado e chuvoso, a geração de corrente foi baixa e houve pouca variação de tensão. Devido a este fator a potência produzida pela placa torna-se baixíssima.

A figura 4 apresenta a energia média diária, em watt-hora, durante aproximadamente um período de 2 horas por dia, das 15 às 17 horas, nos dias em que as coletas foram feitas no mês de junho. Observa-se que o dia de maior produção energética foi no dia 05/06/2019 e o de menor, 26/06/2019.

A energia média foi obtida pelo produto potência e tempo (BOYLESTAD, 2006);

$$E = P t \quad (2)$$

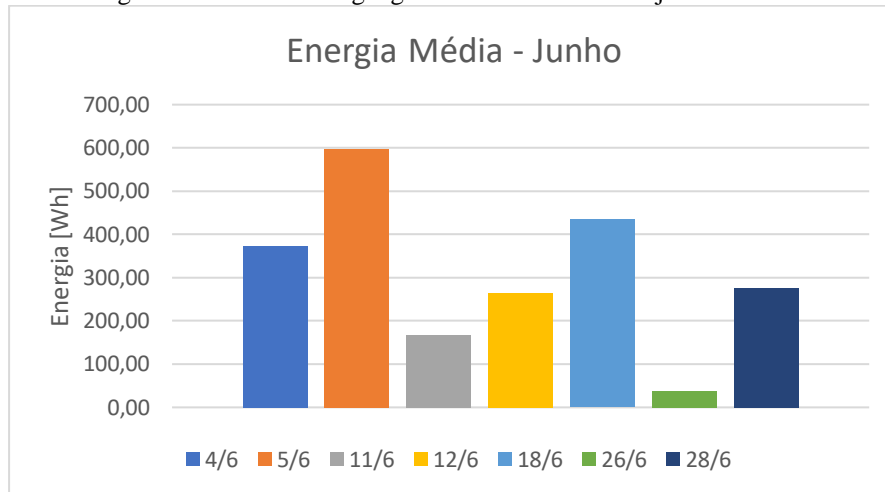
Onde:

E é energia elétrica gerada pelas placas solares fotovoltaicas em watt x hora;

P é a potência gerada pelas placas solares fotovoltaicas em watts;

t é o tempo de energia elétrica gerada.

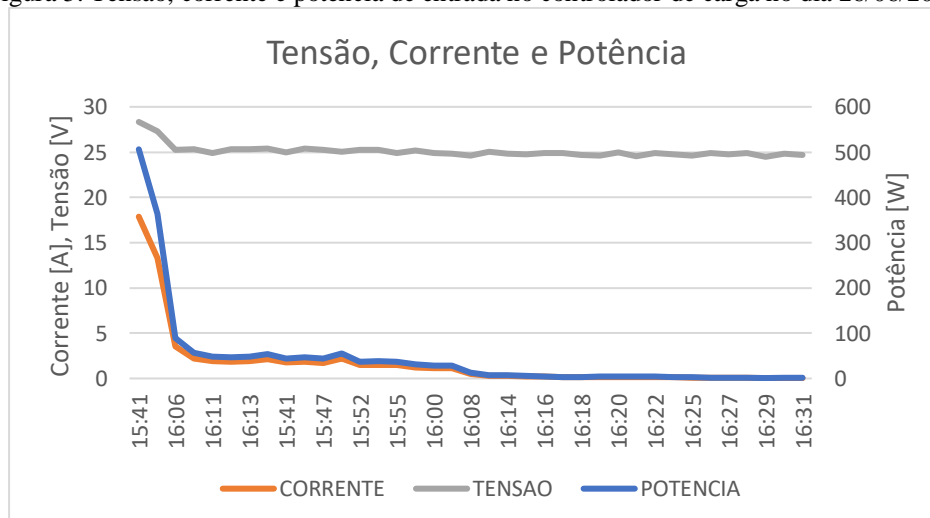
Figura 4: Média da energia gerada durante o mês de junho de 2019.



Fonte: Do (a) Autor (a)

Para melhor ilustração, a figura 5 apresenta dados de tensão, corrente e potência do dia 26 de junho de 2019.

Figura 5: Tensão, corrente e potência de entrada no controlador de carga no dia 26/06/2019.

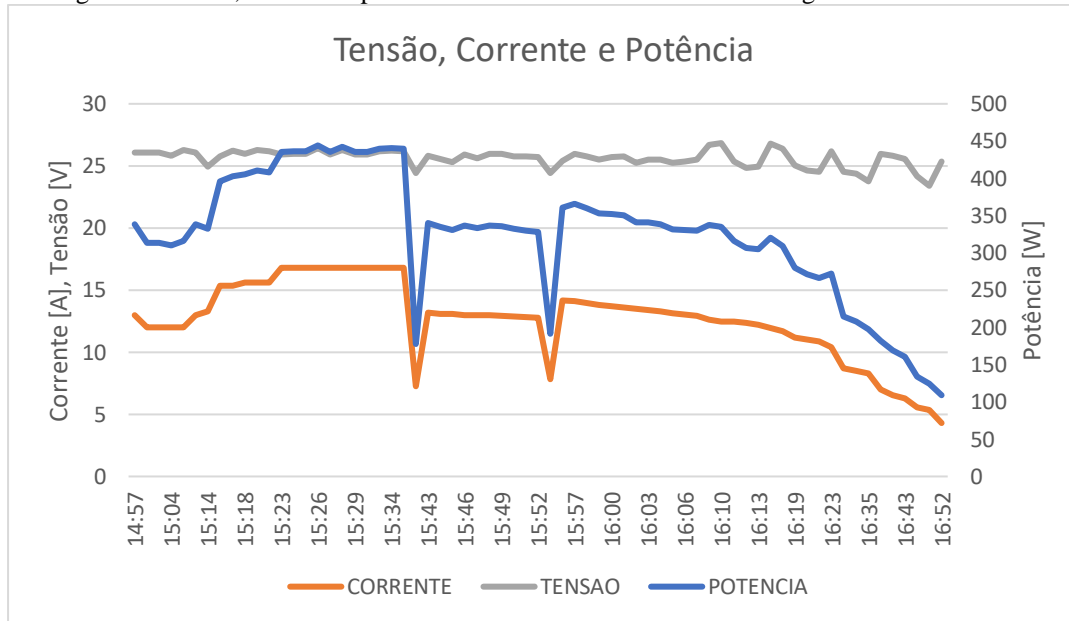


Fonte: Do (a) Autor (a)

Ao observar a figura 5, nota-se que a tensão permanece aproximadamente constante, a forma de onda da potência acompanha a forma de onda da corrente. A corrente teve uma oscilação de aproximadamente 17 A para 4 A em um curto intervalo de tempo no período das 15:40 às 16:05 horas, isto advém da formação de nuvens sobre a placa.

A figura 6 mostra os dados de tensão, corrente e potência correspondente do dia 05 de junho de 2019.

Figura 6: Tensão, corrente e potência de entrada no controlador de carga no dia 05/06/2019.



Fonte: Do (a) Autor (a)

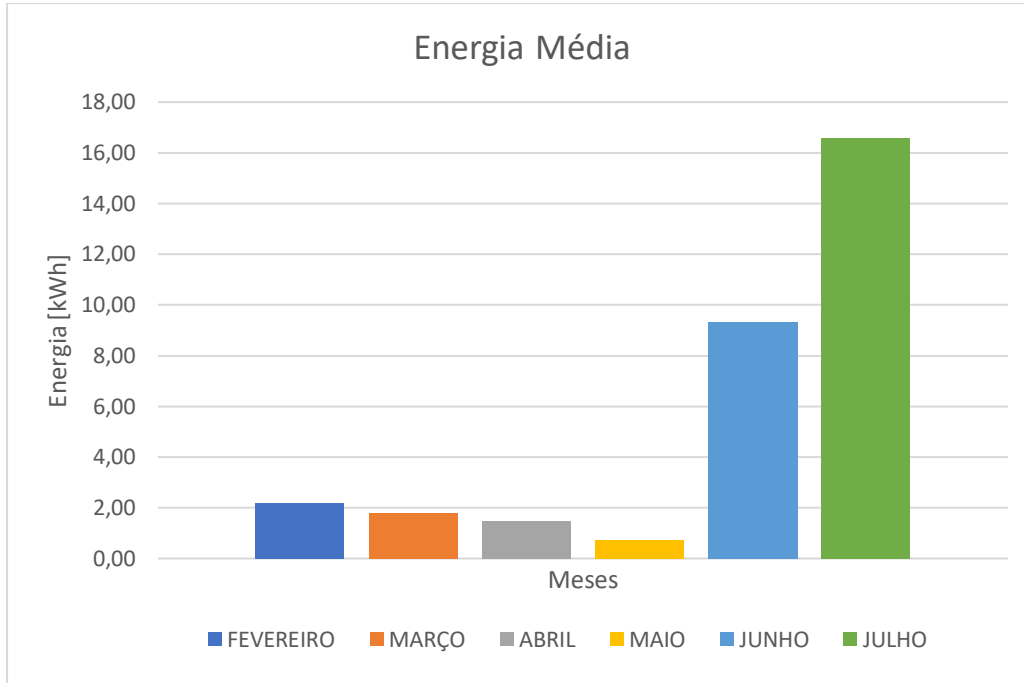
Nota-se que a figura 6 apresenta comportamento dos parâmetros (corrente, tensão e potência) distintos da figura 5. A forma de onda da tensão não possui comportamento linear quanto da figura anterior, apesar da curva de potência acompanhar a forma de onda da corrente. A corrente elétrica oscilou valores entre 7 e 17 A no decorrer da tarde, durante o intervalo das 14:57 às 16:10 horas a geração de corrente manteve-se entre 12 a 17 A e, após esse horário houve um decaimento suave e delongado da curva. Essas variações resultam da formação de nuvens sobre as placas e pelo ângulo de incidência do sol.

A figura 7 apresenta a energia média em joules por minuto, na entrada do controlador de carga nos meses de fevereiro, março, abril, maio, junho e julho de 2019.

A média da energia elétrica foi feita pela estimativa de funcionamento de 30 dias corridos. Logo, o cálculo da média, foi contabilizada as horas de coleta de dados para cada dia, como a medição foi realizada a cada minuto, multiplicou a quantidade de horas trabalhadas

por 60, e posteriormente, uma nova média entre os dias de coletas, este resultado vezes os 30 dias.

Figura 7: Média da energia gerada durante seis meses do ano de 2019.



Fonte: Do (a) Autor (a)

Os valores de energia apresentados na figura 7, auxiliam na visualização dos meses que houve maior e menor incidência solar.

Observa-se que em julho a geração é notável em relação aos outros meses, isto porque as placas foram posicionadas de modo a melhorar a incidência de raio solar sobre elas, houve pouca formação de nuvens sobre a placa e os estudos do sistema que possibilitou a melhoria e consequentemente maior estabilidade do sistema em relação aos outros meses.

A produção energética decorre de alguns fatores. Os horários de coleta, que sofrem variações durante o dia. Outro fator importante é a estação do ano, nos meses de dezembro a março é o período de verão no Brasil. Da mesma forma, os meses de março a junho corresponde ao outono no Brasil que antecede ao inverno sendo propício a menores incidências solares.

4 CONCLUSÕES

A tensão gerada estabeleceu-se numa faixa de 24 a 30 V, aproximadamente, enquanto a corrente atingiu valores da ordem de 0 a 17 A, gerando, portanto, uma potência máxima em torno de 400 W.

No estado de Goiás, em especial a cidade de Jataí, os meses de verão possuem uma forte incidência solar, porém são nesses mesmos meses que fortes chuvas recaem sobre o município, influenciando de forma direta a geração elétrica solar fotovoltaica.

Portanto, esse intervalo, tanto na corrente como na tensão, devem-se as condições climáticas e horário da coleta. Visto que nuvens, chuvas e grau da incidência dos raios solares em relação a terra são fatores primordiais que devem ser levados em considerações na hora da análise dos resultados.

REFERÊNCIAS

BOYLESTAD, Robert L. *Introdução à análise de circuitos*. 10^a ed., São Paulo: Pearson/Prentice Hall, 2006. p 828.

FANT, C.; SCHLOSSER, A. C.; STRZEPEK, K. *The impact of climate change on wind and solar resources in southern Africa*. Applied Energy, 2014.

FLOWERS, M. E.; SMITH, M. K.; PARSEKIAN, A. W.; BOYUK, D. D.; MCGRATH, J. K.; YATES, L. *Climate impacts on the cost of solar energy*. Energy Policy 94, 2016. p 264-273.

PINHO, J. T; GALDINO, M. A. *Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos*. Ed. Revisada e atualizada. Rio de Janeiro. 2014.

RIBEIRO JÚNIOR, Jayron Alves; OLIVEIRA, Thainá Maria da Costa; FREITAS, Pablo Virgolino; QUEIROZ, Daniel Pessanha de; COSTA, Ângela Maria Almeida; ALENCAR, Thiago Neres de; SILVA, Luiz Felipe Albuquerque da; PALHETA, João Victor Batista. *Energia fotovoltaica: estudo de viabilidade econômica para implantação em edificações residenciais no Tocantins*. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 6702-6715, feb. 2020.