PAÍNEIS SOLARES EM IPORÁ-GO, QUAL O MELHOR SENTIDO: LESTE OU OESTE?

Lorena Martins Oliveira (IF Goiano) - lo2703lg@outlook.com

Vanessa de Fátima Grah Ponciano (IF Goiano) - vanessa.grah@ifgoiano.edu.br

Makcy Ramon Ramon (IF) - makcyramonkened@gmail.com

Isaac de Matos Ponciano (FAI) - ponciano.i.m@gmail.com

Resumo:

Em outubro de 2019, a capacidade total de geração de energia elétrica no Brasil atingiu aproximadamente 168 GW com participação das diversas fontes energéticas, tendo a energia solar fotovoltaica uma participação na matriz elétrica de 1,37%, que comparado a participação no ano de 2017, de apenas 0,02%, foi um salto na capacidade instalada de energia solar fotovoltaica (FV) no Brasil. Para uma instalação adequada dos painéis que aproveite melhor a radiação incidente para geração de energia no Brasil, a posição ideal para os painéis fotovoltaicos implantados em telhados de casas ou centro comerciais, é voltada para o Norte geográfico, no entanto, o que se observa é que raramente tem-se esta condição favorável para a instalação, sendo alocados em telhados cuja orientação e inclinação não atendem a situação ideal. Esta situação está sendo observada na cidade de Iporá-GO nos últimos anos, e que levou a realização deste trabalho com o objetivo de buscar com dados de nebulosidade local, a partir do índice de claridade (Kt) da manhã e tarde, a melhor orientação no sentido, Leste ou Oeste, dos painéis solares quando não há possibilidade de instalação na posição recomendada. Os dados para cálculo do Kt foram obtidos a partir da estação meteorológica automática do INMET, instalada na Fazenda Escola do IF Goiano Campus Iporá (a 16° 25’ 23” S, 51° 08’ 55” W, e com altitude de 610 m) que disponibiliza dados horários de Irradiação solar total na horizontal, usada para obtenção do índice de índice de claridade. O valor médio do Kt do período da tarde foi maior que para o período da manhã, demonstrando que para a cidade de Iporá há menor nebulosidade no período vespertino e desta forma painéis orientados para o sentido oeste teriam uma maior geração de energia FV, quando levamos em consideração o fator nebulosidade.

Palavras-chave: *Energia Solar, Cerrado, Eficiência fotovoltaica*

Área temática: *Arquitetura e Energia Solar*

Subárea temática: *Aspectos arquitetônicos do uso de instalações fotovoltaicas*

PAÍNEIS SOLARES EM IPORÁ-GO, QUAL O MELHOR SENTIDO: LESTE OU OESTE?

Lorena Martins Oliveira – lo2703lg@outlook.com
Vanessa de Fátima Grah Ponciano – vanessa.grah@ifgoiano.edu.br
Makcy Ramon Kenned - makcyramonkened@gmail.com
Isaac de Matos Ponciano - ponciano.i.m@gmail.com
Instituto Federal Goiano Campus Iporá, Bacharelado em Agronomia

5.1-Aspectos arquitetônicos do uso de instalações fotovoltaicas

Resumo. *Em outubro de 2019, a capacidade total de geração de energia elétrica no Brasil atingiu aproximadamente 168 GW com participação das diversas fontes energéticas, tendo a energia solar fotovoltaica uma participação na matriz elétrica de 1,37%, que comparado a participação no ano de 2017, de apenas 0,02%, foi um salto na capacidade instalada de energia solar fotovoltaica (FV) no Brasil. Para uma instalação adequada dos painéis que aproveite melhor a radiação incidente para geração de energia no Brasil, a posição ideal para os painéis fotovoltaicos implantados em telhados de casas ou centro comerciais, é voltada para o Norte geográfico, no entanto, o que se observa é que raramente tem-se esta condição favorável para a instalação, sendo alocados em telhados cuja orientação e inclinação não atendem a situação ideal. Esta situação está sendo observada na cidade de Iporá-GO nos últimos anos, e que levou a realização deste trabalho com o objetivo de buscar com dados de nebulosidade local, a partir do índice de claridade (Kt) da manhã e tarde, a melhor orientação no sentido, Leste ou Oeste, dos painéis solares quando não há possibilidade de instalação na posição recomendada. Os dados para cálculo do Kt foram obtidos a partir da estação meteorológica automática do INMET, instalada na Fazenda Escola do IF Goiano Campus Iporá (a 16° 25' 23" S, 51° 08' 55" W, e com altitude de 610 m) que disponibiliza dados horários de Irradiação solar total na horizontal, usada para obtenção do índice de índice de claridade. O valor médio do Kt do período da tarde foi maior que para o período da manhã, demonstrando que para a cidade de Iporá há menor nebulosidade no período vespertino e desta forma painéis orientados para o sentido oeste teriam uma maior geração de energia FV, quando levamos em consideração o fator nebulosidade.*

Palavras-chave: *Energia Solar, Cerrado, Eficiência fotovoltaica.*

1. INTRODUÇÃO

A matriz elétrica brasileira, atualmente, é composta por um sistema, essencialmente, hidrotérmico de grande porte, com grande domínio de usinas hidroelétricas e com múltiplos proprietários. Em outubro de 2019, a capacidade total de geração de energia elétrica no Brasil atingiu aproximadamente 168 GW com participação das diversas fontes energéticas. Enquanto as termoelétricas (24,41%) e as hidroelétricas (63,31%) são consideradas fontes firmes para a demanda de carga típica do sistema, fontes renováveis como a eólica (9,28%) e a solar fotovoltaica (1,37%) são consideradas fontes intermitentes de energia, por conta da variabilidade temporal associada às condições meteorológicas presentes no local da planta (Aneel, 2019).

Em 2017, a energia solar fotovoltaica gerada tinha uma participação na matriz elétrica de apenas 0,02% (Aneel, 2017), sendo o aumento exponencial, visto em 2019, da capacidade instalada de energia solar fotovoltaica (FV) no Brasil e no mundo deve-se por uma maior consciência ambiental da população em relação ao aquecimento global e a redução dos custos de equipamentos dos sistemas de geração FV quando comparados com a produção de energia oriunda das usinas térmicas (Azofra, 2015). Estes fatores, ligados ao alto custo da energia elétrica, a escassez de recursos não renováveis e, com as novas regulamentações que possibilitaram a compensação entre a energia gerada e a consumida, tem contribuído para o aumento deste tipo de geração distribuída, principalmente nas áreas residenciais.

A estratégia para incentivar a expansão da geração distribuída e com vistas a atender ao Plano Nacional de Energia, em abril de 2012, a ANEEL, regulamentou a conexão de micro e mini geradores a partir de fontes renováveis nas redes de distribuição, em especial a solar FV, por meio da publicação da Resolução Normativa n° 482/2012 (RN482), que prevê o sistema de compensação de energia elétrica, permitindo que se tenha o balanço entre a energia consumida e a gerada pela unidade consumidora (modelo "net metering"). Neste modelo, a energia gerada pelo sistema FV, por exemplo, quando exceder a necessidade de consumo da unidade consumidora, o excesso será compensado nas próximas faturas de energia. É uma forma de contribuir e incentivar o uso da geração distribuída por consumidores residenciais (Aneel, 2012).

A radiação solar é uma das variáveis meteorológicas mais afetadas pela presença de nuvens sobre o céu (Teramoto e Escobedo, 2012). Por isso, o conhecimento sobre o índice de claridade é de fundamental importância para a elaboração de projetos de pesquisa otimizado para a conversão da energia fotovoltaica, nas áreas das: engenharias;

climatologia; arquitetura; agronomia; entre outras (Martins et al., 2012). Sendo o nível de irradiação solar o principal parâmetro que influencia a produção de energia, seguido da temperatura dos módulos (Gostein, 2014), a curva de desempenho do inversor e perdas do sistema como as registradas na fiação e conexões, perdas por descasamento de parâmetros dos módulos e degradação ao longo do tempo afetam no potencial de geração de energia (Galdino et al., 2014).

Para uma instalação adequada dos painéis que aproveite melhor a radiação incidente para geração de energia no Brasil, a posição ideal para os painéis fotovoltaicos implantados em telhados de casas ou centro comerciais, é voltada para o Norte geográfico, visto que o Sol nasce no Leste e em sua trajetória inclina-se, conforme a latitude local, em direção ao Norte até se pôr no Oeste (Dantas Neto, 2018).

No entanto, o que se observa é que raramente tem-se esta condição favorável para a instalação dos arranjos FV. Via de regra os micro e mini sistemas FV conectados à rede elétrica são instalados em telhados cuja orientação e inclinação não atendem a situação ideal resultando numa produção de energia abaixo da situação ideal. Esta situação está sendo observada na cidade de Iporá-GO nos últimos anos, e que levou a realização deste trabalho com o objetivo de buscar com dados de nebulosidade local, a partir do índice de claridade (Kt) da manhã e tarde, a melhor orientação no sentido, Leste ou Oeste, dos painéis solares quando não há possibilidade de instalação para o Norte como é recomendado para se ter um melhor aproveitamento do sistema.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O município de Iporá – GO está localizado no Sudoeste Goiano, onde o Domínio Cerrado é o bioma de característica predominante. Uma região onde clima é tipicamente tropical semiúmido possuindo duas estações sazonais bem delimitadas (Specian e Vecchia, 2014). Os dados de Irradiação solar total na horizontal (IT_H), para o ano de 2018, foram obtidos a partir da estação meteorológica automática do INMET, instalada na Fazenda Escola do IF Goiano Campus Iporá (a 16° 25’ 23” S, 51° 08’ 55” W, e com altitude de 610 m). A referida estação disponibiliza dados horários de Irradiação solar total na horizontal. Foram calculados os índices de claridade (Kt), ou seja, a irradiação solar total na horizontal (MJ m^{-2}) dividida pela irradiação solar extraterrestre na horizontal (MJ m^{-2}). Estas duas variáveis foram calculadas pelas eq. (1) e eq. (2), de acordo com Iqbal (1983) e Duffie & Beckman (1980), respectivamente.

$$I_0 = I_{sc}\left[1 + 0{,}034 \times cos\left(\frac{360 \times DJ}{365{,}25}\right)\right][sen\delta \times sen\emptyset + cos\delta \times cos\emptyset \times cos\omega] \quad (1)$$

$$Kt = \frac{IT_H}{I_0} \quad (2)$$

I_0=irradiação solar extraterrestre na horizontal (MJ m^{-2})
I_{SC}= Constante solar de 1367 W m^{-2}, segundo dados da Organização Mundial de Meteorologia.
IT_H= Irradiação solar total na horizontal (MJ m^{-2})
DJ= Dia juliano
δ= declinação solar
ø = latitude do local
ω= ângulo horário

Para avaliação do melhor posicionamento dos geradores FV, foram calculados dois índices de claridade por dia: i) o primeiro referente ao nascer do sol até 11h59; ii) o segundo referente as 12h até o pôr do sol.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da avaliação dos dados de índice de claridade (Kt) para o local de estudo, Fig. 1, em que o valor médio do Kt para o sentido Oeste (tarde) apresentou-se 24,09% superior quando comparado ao Kt médio para orientação Leste (manhã) o que poderá resultar em uma produção de energia um pouco superior. O que demonstra que, para a Cidade de Iporá, no período da manhã há maior nebulosidade e por isso a geração de energia FV neste período fica mais comprometida, quando comparada com o período da tarde. Assim, os painéis orientados para o sentido oeste poderiam ter maior geração de energia FV.

Santana et. al (2016) avaliaram o impacto da inclinação e da orientação do arranjo FV na produção de energia na cidade de Palmas-TO, região norte do Brasil na latitude 10,19º Sul e longitude 48,30º Oeste. Os autores consideraram 16 orientações da rosa dos ventos e, para cada orientação variou-se a inclinação de 0° a 30° com intervalos de 5°, verificou-se que a diferença na produção de energia entre a orientação leste e oeste não chega a ser relevante, sendo que na orientação leste a produção anual foi 1,2% superior quando comparada com a orientação oeste.

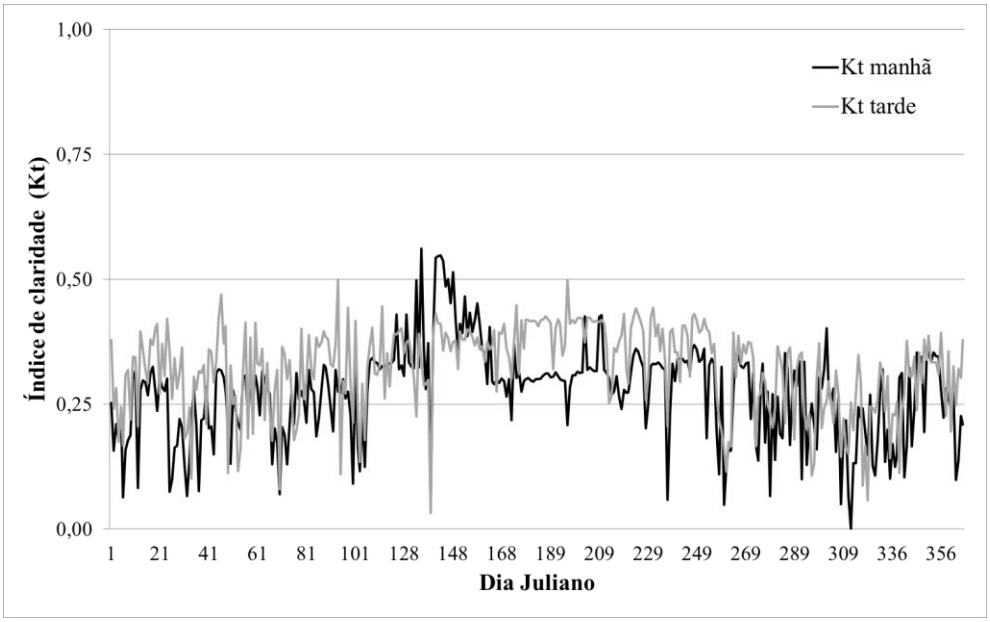


Figura 1 – Índice de claridade para cidade de Iporá-GO, em 2018.

Gasparin et al. (2007), ao avaliar o desempenho de um sistema fotovoltaico em dez cidades brasileiras com diferentes orientações do painel a partir de simulações, verificou que há uma faixa relativamente ampla de inclinações e orientações do arranjo fotovoltaico, e que a produção anual de eletricidade difere de apenas 1 % de um sistema de referência, isto é, com a orientação considerada ideal, onde a inclinação do arranjo fotovoltaico é igual à latitude local e orientado para o norte geográfico. Sendo que para as cidades Santa Maria-RS e Curitiba-PR a simulação resultou em uma produção 1% maior na orientação oeste quando comparada a orientação leste. Diferentemente do que ocorreu para as cidades de São Paulo-SP, Belo Horizonte-MG, Bom Jesus da Lapa-BA, Campo Grande-MS e Brasília-DF em que uma maior produção foi na orientação leste em relação ao oeste. Já para as cidades Fortaleza-CE, Manaus-AM e Rio de Janeiro-RJ a simulação não demostrou que há uma preferência clara em relação a orientações leste ou oeste, sendo que o desempenho é praticamente simétrico.

4. CONCLUSÃO

O valor médio do Kt do período da tarde (Oeste) foi maior que para o período da manhã (Leste), demonstrando que para a cidade de Iporá há menor nebulosidade no período vespertino e desta forma painéis orientados para o sentido oeste teriam uma maior geração de energia FV, quando levamos em consideração o fator nebulosidade. Portanto, recomenda-se, para Iporá-GO, que os painéis solares sejam instalados com a face voltada para Oeste quando não tem-se a possibilidade de instalação para o Norte geográfico, respeitando a inclinação próxima a latitude do local.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano- Campus Iporá e ao grupo de pesquisa Cerrado Verde pelo apoio na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

Dantas Neto, P.M., 2018. Aumento da eficiência na captação de raios solares na produção de energia elétrica em células fotovoltaicas, por meio de um seguidor solar, Monografia (graduação), URFESA, Caraúbas-RN.

Duffie, J.A.; Beckman, W.A. Solar engineering of thermal processes. New York: John Wiley, 1980. 705 p.

Galdino, M. C., Pinho, J.T, 2014. Manual de Engenharia Para Sistemas Fotovoltaicos. Grupo de Trabalho de Energia Solar (GTES), CEPEL – CRESESB.

Gasparin, F. P., Krenzinger, A., 2017. Desempenho De Um Sistema Fotovoltaico Em Dez Cidades Brasileiras Com Diferentes Orientações Do Painel. Revista Brasileira de Energia Solar Ano 8 Volume VIII Número 1 Julho de 2017 p.10-17.

Gostein, M. J. R., Caron, B. L., "Measuring soiling losses at utility-scale PV power plants," in Photovoltaic Specialist Conference (PVSC), 2014 IEEE 40th , vol., no., pp.0885-0890. In: Análise De Desempenho De Sistemas Fotovoltaicos Com Diferentes Ângulos De Inclinação E Azimute Localizados Em Palmas-To, Uberlândia-Minas Gerais, XIV CEEL - Conferência de Estudos em Engenharia Elétrica, UFU – Universidade Federal de Uberlândia.

IQBAL, M. An introduction to solar radiation, New York, Academic Press, 1983.

Martins, D.; Escobedo, J.F.; Dal Pai, E.; Oliveira, A.P.; Soares, J. Análise sazonal das frações solares Kt, KDh e Kd da radiação global em Botucatu/ Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR E CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DA ISES, 4., 2012, São Paulo. Resumos... São Paulo: USP, INCT-EEREA, 2012. Resumo 215.

Santana, K. G. S., Monteito Júnior, A., Macedo, A. C., Nascimento, O. C. S., Silva, S. B.,2016. Análise De Desempenho De Sistemas Fotovoltaicos Com Diferentes Ângulos De Inclinação E Azimute Localizados Em Palmas-To, Uberlândia-Minas Gerais, XIV CEEL - Conferência de Estudos em Engenharia Elétrica, UFU – Universidade Federal de Uberlândia.

Specian, V.; Vecchia, F. A. S.; Distribuição da frequência mensal da precipitação para região Oeste de Goiás: comparação entre dois postos pluviométricos – Ateliê Geográfico - Goiânia-GO, v. 8, n. 1, p.200-214, 2014.

Teramoto, E.T.; Escobedo, J.F. Análise da frequência anual das condições de céu em Botucatu, São Paulo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.16, n. 9, p. 985-992, 2012.

SOLAR PANELS IN IPORÁ-GO, WHAT IS THE BEST DIRECTION: EAST OR WEST?

Abstract. *In October 2019, total electricity generation capacity in Brazil reached approximately 168 GW with participation from various energy sources, with photovoltaic solar energy having a 1.37% share in the electricity matrix, compared to 2017, of just 0.02%, was a jump in the installed capacity of photovoltaic solar energy (PV) in Brazil. For the proper installation of panels that make better use of incident radiation for power generation in Brazil, the ideal position for photovoltaic panels installed on roofs of houses or shopping centers is facing the geographical North, however, what is observed this condition is rarely favorable for installation, being placed on roofs whose orientation and inclination do not meet the ideal situation. This situation has been observed in the city of Iporá-GO in recent years, and this study led to the search with local cloudiness data, from the morning and afternoon clearness index (Kt), the best orientation. Towards the east or west of the solar panels when there is no possibility of installation in the recommended position. Data for Kt calculation were obtained from INMET's automatic weather station, installed at IF Goiano Campus Iporá School Farm (at 16° 25' 23" S, 51 ° 08' 55" W, and at an altitude of 610 m) which provides hourly data of horizontal total solar irradiation, used to obtain the brightness index. The average Kt value in the afternoon was higher than in the morning, demonstrating that for the city of Iporá there is less cloudiness in the afternoon and thus west-facing panels would have a higher generation of PV power, when we take factor in cloudiness.*

Key words*: Solar Energy, Cerrado, Photovoltaic Efficiency.*