

COMPARAÇÃO ENTRE ESTIMATIVA TÉCNICA E TEÓRICA DE POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NA ÁREA RURAL DE CASCAVEL

ISAQUE S. MENDES ¹, ERIVELTO MERCANTE ², DIANDRA GANASCINI ³,
LEONARDO C. PERIPOLLI ⁴, IVÃ LUIS CAON ⁵, MARITANE PRIOR ⁶

¹ Engenheiro Ambiental, Mestre em Engenharia Agrícola, Doutorando -Programa de pós-graduação Engenharia Agrícola- PGEAGRI, Universidade Estadual do Oeste do Paraná- UNIOESTE, Rua Ciências Sociais, 860, Bairro Universitário, Cascavel – PR;

² Engenheiro Agrícola, Mestre e Doutor em Engenharia Agrícola, Professor Associado/CCET/PGEAGRI, UNIOESTE;

³ Engenheira Agrícola, Mestre em Engenharia Agrícola, Doutoranda - PGEAGRI, UNIOESTE;

⁴ Acadêmico de Engenharia agrícola, UNIOESTE;

⁵ Acadêmico de Engenharia agrícola, UNIOESTE;

⁶ Engenheira Agrícola, Mestre em Engenharia Agrícola, Doutora em Agronomia, Professora no PPGEA – Programa de Pós-Graduação Engenharia de Energia na Agricultura, UNIOESTE.

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: O modelo de geração de energia distribuída por meio de fontes renováveis é visto, atualmente, como uma solução no que concerne ao aumento da demanda, que limita o desenvolvimento econômico e tecnológico. Com isso a determinação do potencial de geração, bem como a busca por métodos de controle da energia introduzida na rede, é de fundamental importância na expansão desse sistema em relação ao modelo convencional de geração centralizada. O uso de geotecnologias facilita essa estimativa, pois permite a análise de características espaciais de locais de interesse e suas características específicas, como radiação incidente e área disponível, dentre outros, com precisão, agilidade e custo reduzido, em relação a medições de campo. Este trabalho teve como objetivo identificar o potencial de geração de energia solar fotovoltaica na área rural do município de Cascavel - PR, com base nas áreas úteis disponíveis e as perdas inerentes ao sistema, em aviários e pocilgas. Foi verificado um potencial anual médio de 9,36 MWh/mês para pocilgas, e 17,61 MWh/mês para aviários, com excedentes médios de geração de energia de 8,56 MWh/mês e 14,71 MWh/mês, para pocilgas e aviários, respectivamente. Também foram identificados os pontos com maior potencial de geração de energia no perímetro rural do município, para que sirva de indicativo das áreas propícias a estudos de viabilização de implantação de microrredes inteligentes na região.

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento remoto; radiação solar; cobertura de nuvens.

COMPARISON BETWEEN THEORETICAL AND TECHNICAL POWER PHOTOVOLTAIC ESTIMATION IN THE COUNTRYSIDE OF CASCAVEL

ABSTRACT: The model of distributed generation of electricity through renewable sources is currently seen as a solution to increasing demands for energy, which limits economic and technological development. Thus, the determination of the generation potential and the search for methods to control the energy entering the network are crucial to the expansion of distributed generation in relation to the conventional model of centralized generation. The use of geotechnologies facilitates this estimation, because it enables the analysis of spatial characteristics such as incident solar radiation and available area in an accurate, fast, and low-cost manner compared to field measurements. This study aimed to determine the solar

photovoltaic (PV) electricity generation potential of aviary and pigsty rooftops in rural areas based on the available useful roof surface and the overall system losses. Average annual rooftop PV electricity generation potential of the city of Cascavel, southern Brazil was 9.36 MWh month⁻¹ for pigsties and 17.61 MWh month⁻¹ for aviaries, whereas the average PV generation surplus was 8.56 MWh month⁻¹ and 14.71 MWh month⁻¹ for pigsties and aviaries, respectively. The sites with the greatest electricity generation potential in the rural area were also identified and may serve as indicators of favorable areas for the implementation of intelligent microgrids in the region.

KEYWORDS: remote sensing; solar radiation; cloud cover.

INTRODUÇÃO: A demanda de energia para produção de aves e suínos é alta (FERRAREZ et al., 2016), pois, além da utilização na iluminação, a eletricidade se destina ao conforto térmico, que é um fator determinante na sobrevivência animal para as aves, em especial nas fases finais da criação para terminação (ABREU e ABREU, 2011). Um método rápido e de baixo custo utilizado para estimar e rastrear o potencial de produção de energia fotovoltaica de uma determinada região, é através do processamento de imagens de satélite em um Sistema de Informações Geográficas (SIG) (CALAUDI et al., 2016). Para a determinação do potencial de geração, existem duas maneiras, o potencial teórico e potencial técnico. O potencial teórico leva em consideração somente os fatores essenciais à geração de energia solar fotovoltaica, sendo eles a radiação solar, área para instalação dos painéis e a eficiência de conversão dos painéis, enquanto o potencial técnico, além desses fatores, considera outros fatores limitantes, como a cobertura de nuvens, orientação dos painéis e a eficiência do inversor utilizado no sistema (SANTOS, 2017). O objetivo deste trabalho é verificar a interferência dos fatores atenuantes no potencial de geração de energia solar fotovoltaica.

MATERIAL E MÉTODOS: A área de estudo compreende a extensão rural do município de Cascavel - PR (coordenadas -24.9555, -53.4552). O município possui área total de, aproximadamente, 2088,29 km² de extensão, com 1982,19 km², aproximadamente, caracterizados como área rural. A Radiação Solar Global Anual média é de 4737,1 Wh.m-2.dia-1, variando entre 4702 Wh.m-2.dia-1 e 4776 Wh.m-2.dia-1 (PEREIRA et al., 2017). Foi disponibilizado, pela prefeitura municipal, a localização pontual de cada propriedade rural cadastrada na base de dados municipal. Também foi utilizada uma imagem de alta resolução espacial (50 cm), proveniente da constelação de satélites PLEIADES, para a delimitação dos telhados de pocilgas e aviários. Também foi determinado o índice de cobertura de nuvens, para ser usado como um fator limitante para a geração de energia. Para tanto foi utilizada a banda Quality dos produtos MOD09GQ e MYD09GQ do sensor MODIS que, segundo Vermote e Vermeulen, (1999), fornecem informações confiáveis e sistematicamente aferidas, quanto à presença de nuvens. Este procedimento foi realizado para uma série temporal de 10 (dez) anos (2008 a 2018), contendo duas imagens diárias, totalizando 7974 imagens. Posteriormente, foram calculadas médias mensais e anuais, resultando na proporção mensal (em porcentagem), de dias em que cada pixel apresentou cobertura de nuvens em relação ao total, utilizando a Equação (1).

$$I(x, y, i) = \frac{\sum_{j=0}^n p(x, y, j)}{n} 0,6363 * T$$

(1)

em que o Índice 'I' do pixel 'x;y' no mês 'i' é igual à somatória dos 'n' pixels 'x;y', divididos por 'n'. O processamento de dados se deu no software QGIS 3.4 e por meio de algoritmo python, no editor Spyder.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A eficiência média dos painéis, obtida junto a base de dados do INMETRO, foi de 15,65%. Da eficiência dos inversores, utilizou-se o valor padrão de 96% de eficiência, conforme proposto por Pinto, Zilles e Almeida (2011). Quanto a orientação dos telhados, as edificações com as áreas úteis voltadas para NE ou NO representaram 82,94% das edificações analisadas, com perdas de eficiência fixadas em 8%. 0,89% das edificações apresentaram áreas úteis voltadas para L ou O, com perdas de 20% no potencial de geração, e para N 16,17%, sem perdas de eficiência quanto à orientação, já que é a direção recomendada para a instalação de painéis, no hemisfério Sul (MARINOSKI; SALAMONI; RÜTHER, 2004). Observa-se que a cobertura de nuvens, conforme se visualiza na FIGURA 1, tem maiores índices no início e no final do ano e não apresentou padrões na distribuição espacial de cobertura na área do município, como esperado para esse tipo de fenômeno, que é dependente das condições atmosféricas, que se apresenta como um sistema complexo e de difícil padronização em escala regional (NOURI et al., 2019).

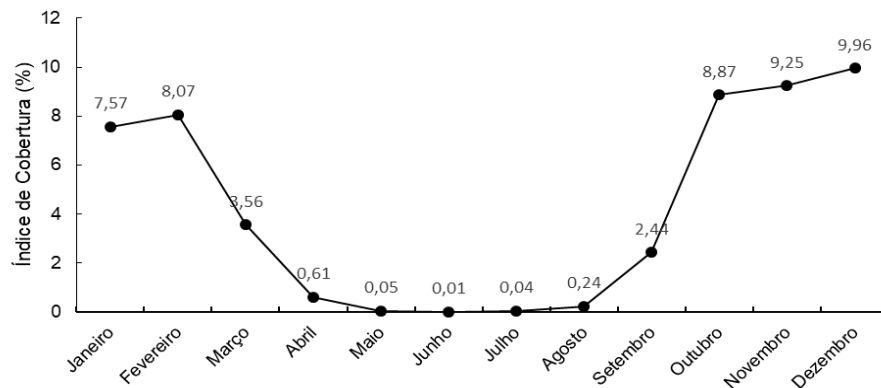


FIGURA 1. Análise da distribuição mensal do índice de cobertura de nuvens

A partir dos dados de área útil de cobertura, eficiência dos inversores, orientação dos telhados, índice de cobertura de nuvens, radiação solar e eficiência dos painéis, obteve-se o potencial de geração de energia solar fotovoltaica para cada uma das edificações; os dados estatísticos estão apresentados na FIGURA 2.

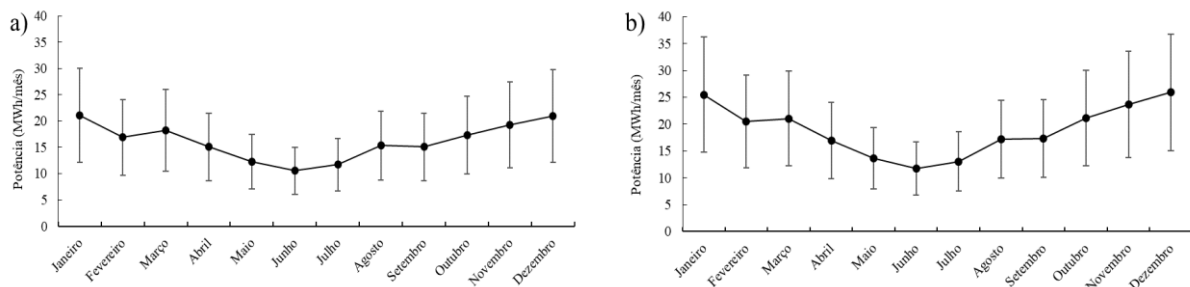


FIGURA 2. Comparativo entre potencial técnico (a) e teórico (b) de geração de energia, e suas amplitudes mensais.

Os desvios-padrão apresentaram grandes amplitudes em relação à média e os coeficientes de variação de, aproximadamente, 42% em todos os meses, indicam uma dispersão muito alta dos dados em relação à média (PIMENTEL-GOMES, 2009). Essa dispersão ocorre porque o potencial de geração de energia tem correlação direta com a área disponível para a instalação dos painéis (LANGE, 2012). Apesar do comportamento similar entre potenciais técnico e teórico, atribuído principalmente às áreas úteis, que são as mesmas, observa-se uma nítida variação de escala de geração, que apresentou, em média, 2,82 MWh/mês a mais de diferença.

CONCLUSÕES: Foi possível verificar que os fatores atenuantes exercem influência no potencial de geração de energia solar fotovoltaica, bem como foi demonstrado que o uso de geotecnologias facilita a determinação, e reduz o custo operacional de estimativa de geração de energia.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao apoio do Parque Tecnológico da Itaipú-FPTI, Celtab- Centro Latino Americano de tecnologias abertas, Fundação Araucária e CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível.

REFERÊNCIAS:

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v. 40, n. 256, p. 1-14, 2011.

CALAUDI, R.; LO FEUDO, T.; CALIDONNA, C. R.; SEMPREVIVA, A. M. Using remote sensing data for integrating different renewable energy sources at coastal site in south Italy. **Energy Procedia**, v. 97, p. 172–178, 2016.

LANGE, W. J. Metodologia de mapeamento da área potencial de telhados de edificações residenciais no Brasil para fins de aproveitamento energético fotovoltaico. **TerraGis**, Rio de Janeiro, 2012.

MARINOSKI, D. L.; SALAMONI, I. T.; RÜTHER, R. **Pré-dimensionamento de sistema solar fotovoltaico: estudo de caso do edifício sede do CREA-SC**. In: Conferência latino-americana de construção sustentável, 1., encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, 10., 2004, São Paulo. Anais... São Paulo: CLACS; ENTAC, 2004. ISBN 85-89478-08-4.

NOURI, B. KUHN, P.; WILBERT, S.; HANRIEDER, N.; PRAHL, C.; ZARZALEJO, L.; KAZANTZIDIS, A.; BLANC, P.; PITZ-PAAL, R. Cloud height and tracking accuracy of three all sky imager systems for individual clouds. **Solar Energy**, v. 177, p. 213–228, 2019.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; ABREU, S. L.; RÜTHER, R. **Atlas brasileiro de energia solar**. Disponível em: <http://sonda.ccst.inpe.br/publicacoes/atlas_solar.html>. São José dos Campos : INPE, 2017. 64 p.

PIMENTEL-GOMES, Frederico. Curso de estatística experimental. 15. ed. Piracicaba: Fealq, 2009. 395 p.

SANTOS, P. A. Potencial Teórico e Técnico de Geração de Energia a Partir de Biomassa e Fotovoltaica para O Estado de São Paulo. 2017. 102 f. **Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica**, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

TEO, H. G.; LEE, P. S.; HAWLADER, M. N. A. An active cooling system for photovoltaic modules. **Applied Energy**, v. 90, n. 1, p. 309–315, 2012.

VERMOTE, E. F.; VERMEULEN, A. **MODIS algorithm technical background document atmospheric correction algorithm: spectral reflectances (MOD09)**. [s.l.: s.n.]. Disponível em:<https://lpdaac.usgs.gov/sites/default/files/public/product_documentation/atbd_mod09.pdf>. Acesso em: 24 dez. 2018.