

ESTUDO DO MELHOR POSICIONAMENTO DOS GERADORES FV EM RELAÇÃO AO PERÍODO DE RETORNO DO INVESTIMENTO EM CONDIÇÕES ATÍPICAS DE INSTALAÇÃO

MAKCY RAMON KENED SOUZA SILVA¹, LORENA MARTINS OLIVEIRA²,
VANESSA DE FATIMA GRAH PONCIANO³, ISAAC DE MATOS PONCIANO⁴

¹Graduando em Engenharia Agrônômica, IF Goiano- campus Iporá, (64)98153-1784, makcyramonkened@gmail.com

² Graduanda em Engenharia Agrônômica, IF Goiano- campus Iporá, (64)99945-7962, lo27031g@outlook.com

³ Prof. Dra., Docente, IF Goiano- campus Iporá, (64)98169-2818, vanessa.grah@ifgoiano.edu.br

⁴ Prof. Dr., Docente, Faculdade de Iporá (FAI), (64)98165-0317, ponciano.i.m@gmail.com

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

RESUMO: O presente trabalho teve como principal objetivo determinar o período de retorno do investimento em comparação com o melhor sentido (Leste ou Oeste) para o posicionamento de painéis solares fotovoltaicos no município de Iporá- GO, quando não é possível orientar para o Norte. Para isso foram utilizados dados de irradiação solar total na horizontal (I_{TH}), para o ano 2018 que foi obtido a partir da estação meteorológica automática do INMET instalada na Fazenda Escola do IF Goiano Campus Iporá (a $16^{\circ} 25' 23''$ S, $51^{\circ} 08' 55''$ W, e com altitude de 610 m). Utilizou-se ainda o cálculo da irradiância total incidente na superfície inclinada (I_{TA}) durante um ano considerando os geradores orientados para o leste e para o oeste, a fim de se determinar o tempo de retorno do investimento, levando em conta residências com baixo, médio e alto nível de consumo, para residências urbana e rural. O melhor sentido de instalação de painéis solares encontra-se para o Oeste, em média, com o painel orientado para o oeste, o tempo de retorno ficou dois 2 anos mais rápido tanto para a tarifa residencial urbana quanto rural.

PALAVRAS-CHAVE: energias renováveis, energia solar, residência rural

STUDY OF THE BEST POSITIONING OF PV GENERATORS IN RELATION TO THE PERIOD OF RETURN ON INVESTMENT IN ATYPICAL INSTALLATION CONDITIONS

ABSTRACT: The present work had as main objective to determine the period of return of the investment in comparison with the best direction (East or West) for the positioning of photovoltaic solar panels in the municipality of Iporá-GO, when it is not possible to orient to the North. For that, data of total horizontal solar irradiation (I_{TH}) were used, for the year 2018 that was obtained from the INMET automatic meteorological station installed at Fazenda Escola do IF Goiano Campus Iporá (at $16^{\circ} 25' 23''$ S, $51^{\circ} 08' 55''$ W, and at an altitude of 610 m). It was also used the calculation of the total irradiance incident on the inclined surface (I_{TA}) for a year considering the generators oriented to the east and to the west, in order to determine the time of return of the investment, taking into account residences with low, medium and high level of consumption, for urban and rural residences. The best direction for installing solar panels is to the West, On average, with the panel oriented to the west, the turnaround time was two 2 years faster for both urban and rural residential tariffs.

KEYWORDS: renewable energy, solar energy, farm residence

INTRODUÇÃO: A energia solar fotovoltaica (FV) é a energia obtida por meio da conversão da luz em eletricidade através de células fotovoltaicas (PINHO & GALDINO, 2014), sendo apresentada como uma fonte viável à locais distantes dos centros de distribuição, principalmente no setor agrícola, residencial, comercial e industrial, por se apresentar como uma fonte silenciosa, não poluente e renovável (VITTI E ALVARES, 2006). Apesar dos vários benefícios ela apresenta dificuldades em relação à captação e conversão dos raios solares, sendo necessário uma certa precisão na instalação. A energia FV gerada é influenciada pela orientação e ângulo de inclinação com a horizontal, e esses parâmetros interferem na energia recebida e conseqüentemente na energia gerada (GRAH, 2014), sendo necessário ajustar esses parâmetros de acordo com o local de instalação visando melhor aproveitamento dos raios solares. Durante o dia existem diferentes intensidades luminosas, variando desde o nascer até o pôr do sol (Leste, Oeste). Para a instalação de um módulo solar fotovoltaico no hemisfério Sul a melhor orientação é representada para o Norte verdadeiro, e para o hemisfério Norte a melhor orientação é para o Sul verdadeiro (PINHO & GALDINO, 2014), porém sabe-se quem nem sempre é possível optar por uma dessas duas orientações, devido a fatores de âmbito natural ou civil, sendo necessário escolher apenas entre o Leste ou Oeste. Objetivou-se determinar o período de retorno do investimento, comparando-se o melhor sentido (Leste ou Oeste) para o posicionamento de painéis fotovoltaicos quando não é possível orientar para o Norte.

MATERIAL 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 & VECCHIA, 2014). Os dados de irradiação solar total na horizontal (I_{TH}), para o ano 2018, foi obtido a partir da estação meteorológica automática do INMET instalada na Fazenda Escola do IF Goiano Campus Iporá (a $16^{\circ} 25' 23''$ S, $51^{\circ} 08' 55''$ W, e com altitude de 610 m). A partir desses dados foi calculada a irradiância total incidente na superfície inclinada (I_{TA}) que foi calculada a partir da equação apresentada por Stine e Geyer (2001), em Grah (2015), de acordo com o método desenvolvido por Liu e Jordan (1963). Utilizou-se o albedo igual a 0,53 (FERREIRA, 2003) e o ângulo do gerador FV em relação ao solo igual a inclinação do telhado de 30° (COUTIHO, 2018). Para avaliar o melhor posicionamento dos geradores FV em relação a quantidade de energia gerada foi realizado o somatório de I_{TA} ao longo de um ano, considerado duas situações: i) os geradores orientados para o leste, azimute do sol (ψ) igual a 90° ; ii) o geradores orientados para oeste, azimute do sol (ψ) igual a -90° . O azimute do sol foi utilizado no cálculo do ângulo de incidência (STINE e GEYER, 2001) e este ângulo, por sua vez, é utilizado no cálculo de I_{BA} . Por fim, foi calculado o tempo necessário para que um sistema FV gerasse energia suficiente para pagar o investimento inicial em três cenários: residência com baixo nível de consumo (2 kWp) com custo de instalação de R\$ 14.080,00; residência com médio nível de consumo (4 kWp) com custo de instalação de R\$ 23.040,00; residência com grande nível de consumo (8 kWp) com custo de instalação de R\$ 41.200,00 (BLUESOL, 2020). Assim, foi feito o cálculo de quanto seria produzido de energia anualmente, em que o somatório da energia gerada ao longo do ano ($kWh\ m^2$) foi multiplicado pela área de um gerador FV de 200 Wp ($1,29\ m^2$) e pela eficiência do gerador FV (15%). Utilizou-se a tarifa de energia elétrica igual a $0,5337\ R\ \$\ kWh^{-1}$ (tarifa residencial urbana) e $0,4056\ R\ \$\ kWh^{-1}$ (tarifa residencial rural) para o estado de Goiás no ano de 2020 (ENEL, 2020), como referência para os cálculos. Depois, fez-se uma projeção do valor anual do kWh gerado considerando a taxa de inflação anual de 4,31% (dados do IPC de 2019) (IBGE, 2020); no horizonte de 25 anos (vida útil do gerador FV). Dessa maneira, pôde-

se calcular em quanto tempo pagou-se o investimento inicial e quanto foi gerado em energia elétrica FV no final de 25 anos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Observa-se na Tabela 1 que para o município de Iporá-GO o melhor sentido de instalação de painéis solares encontra-se para o Oeste, quando avaliado o tempo de retorno do investimento. Em média, com o painel orientado para o oeste, o tempo de retorno ficou dois 2 anos mais rápido tanto para a tarifa residencial urbana quanto rural, gerando tempo um de retorno próximo ao orientado para o norte (recomendado) de 5,79 anos (CAMARGO, 2017). Pode-se observar ainda que o tempo de retorno é menor em residências urbanas devido ao valor do kWh ser maior em comparação com residências rurais. MENDES (2018) em um estudo da viabilidade de sistemas FV para a irrigação com pivô central, demonstrou que residências urbanas apresentam maior economia diária, e conseqüentemente retorno mais rápido do investimento inicial, visto que quanto maior o valor da tarifa menor o tempo de retorno. OLIVEIRA (2018) através de projeções dos preços das tarifas energéticas ao longo da vida útil dos módulos obteve tempo de retorno de 5 anos.

TABELA 1. Tempo de retorno (anos) para pagamento do investimento inicial para três cenários de consumo de energia elétrica: baixo, médio e grande, com valores diferentes de investimento inicial; para dois tipos de tarifas energéticas: residencial urbana e residencial rural; e para duas orientações dos geradores FV: leste e oeste.

residência	Pequeno		Médio		Grande	
	leste	oeste	leste	oeste	leste	Oeste
Urbana	8 a 9	6 a 7	6 a 7	5 a 6	6 a 7	4 a 5
Rural	10 a 11	8 a 9	8 a 9	6 a 7	7 a 8	6 a 7

Na Tabela 2 nota-se que se o custo da tarifa do kWh é maior, quando o consumidor instala os módulos fotovoltaicos, o valor economizado com a conta de energia torna-se maior em um período de 25 anos. MELO (2020) faz projeções com o reajuste anual já com impostos da taxa de inflação utilizando 5,85% a.a. obtendo no 25º ano um reembolso 3 vezes maior que o inicial devido ao aumento da tarifa energética, onde se for levado em conta o valor atual da tarifa urbana e rural no final de 25 anos o montante rural ainda será inferior.

TABELA 2. Montante gerado em energia elétrica (em reais, R\$) ao longo da vida útil de 25 ano, para três cenários de consumo de energia elétrica: baixo, médio e grande, com valores diferentes de investimento inicial; para dois tipos de tarifas energéticas: residencial urbana e residencial rural; e para a orientação oeste dos geradores FV.

Residência		Nível de consumo		
		Pequeno	Médio	Grande
Urbana	R\$	83,841.87	R\$ 167,683.74	R\$ 335,367.48
Rural	R\$	63,717.94	R\$ 127,435.87	R\$ 254,871.74

CONCLUSÕES: Pode-se concluir que a melhor orientação de painéis solares fotovoltaicos para o município de Iporá- GO é para o sentido oeste, onde é possível obter um menor tempo de retorno sobre o valor investido sendo possível obter o maior montante de irradiação solar

total na horizontal (I_{TH}), irradiância total incidente na superfície inclinada (I_{TA}) e Índice de claridade (K_T).

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao Instituto Federal Goiano por fornecer a estrutura necessária para conduzir o trabalho.

REFERÊNCIAS:

CAMARGO, L, T. **Projeto de sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica.** Londrina-PR. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em engenharia elétrica). Universidade Estadual de Londrina- Centro de Tecnologia e Urbanismo, Departamento de Engenharia Elétrica.

COUTINHO, A, L, M. **Telhado de edificações habitacionais.** Santa Maria- RS. 2018. Monografia (Graduação em engenharia civil). Universidade Federal de Santa Maria, Centro de tecnologia- Engenharia Civil.

FERREIRA, F, L, S. **Medição do albedo e análise de sua influência na temperatura superficial de materiais utilizados em coberturas de edifícios.** 2003. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.

GRAH, V, F. **Avaliação do posicionamento de geradores fotovoltaicos com sistema rastreador manual aplicado ao bombeamento de água para irrigação.** Piracicaba- SP. 2014. Tese (Título de Doutora em Engenharia de Sistemas Agrícolas). Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

MELO, F, C. **Análise de viabilidade técnica e econômica de um projeto fotovoltaico- Estudo de caso: Estádio Aderbal Ramos da Silva.** Florianópolis- SC. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em engenharia elétrica). Universidade Federal de Santa Catarina- Campus Florianópolis.

MENDES, A, P. **Viabilidade de sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica para irrigação com pivô central.** Uberlândia- MG. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em engenharia ambiental). Universidade Federal de Uberlândia- Instituto de Ciências Agrárias.

OLIVEIRA, L, H. **Dimensionamento de um sistema fotovoltaico residencial conectado à rede de energia elétrica.** Uberlândia- MG. 2018. Monografia (Bacharel em engenharia elétrica). Universidade Federal de Uberlândia.

PINHO, J, T; GALDINO, M, A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos.** Rio de Janeiro. 2014. Grupo de trabalho de energia solar- GTES.

VITTI, D, C; ALVARES, L, M. **Avaliação da eficiência de sistemas fotovoltaicos.** Brasília-DF. 2006. Trabalho de graduação. Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia- Departamento de Engenharia Elétrica.