II Congresso Internacional das **Ciências Agrárias** COINTER - PDVAgro 2017

POTENCIAL FOTOVOLTAICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO (UFRPE) ACADÊMICA DE GARANHUNS (UAG)

Apresentação: Comunicação Oral

Eduardo Vinícius Rodrigues de Albuquerque¹; Emmanuelle Maria Gonçalves Lorena²; Carla de Paula Gomes Coelho³; Romildo Morant de Holanda⁴

Resumo

Devido às crises ambientais derivadas das fontes convencionais de produção energética a energia solar está sendo amplamente desenvolvida como alternativa para a geração de energia elétrica, principalmente por não emitir poluentes e utilizar uma fonte renovável para produção. Produz energia através de placas fotovoltaicas, feitas comumente de silício. O Brasil encontra-se em 5º lugar no rank mundial de potencial produtivo de energia solar, e mais especificamente a região do nordeste contendo o maior potencial do país; tendo isso em vista o potencial nacional estudo visa quantificar o potencial produtivo da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) Unidade Acadêmica de Garanhuns (UAG), mais especificamente na área de estacionamento da universidade, devido a suas localização e características meteorológicas. A placa escolhida para o projeto foi o modelo HSPV235WP-54M da empresa Shandong Hilight Solar, devido ao seu baixo custo e alta eficiência. O estacionamento foi dividido em setores, para facilitar os cálculos e possíveis instalações. Calculou-se a tensão, corrente e potência para poder calcular a geração estimada de cada estacionamento e da área geral mensalmente. A maior área, sendo o estacionamento 3 com 1436 m², possui o maior potencial gerador entre as demais divisões dos estacionamentos com 461,7 MW de potencial gerador. Os estacionamentos possuem no total potencial gerador de 1269,915 MW e mensalmente uma média produtiva de 86,6 MW, tendo seu pico produtivo no mês de novembro e menor produção no mês de junho. Devido a diversas perdas que o sistema sofre em seu funcionamento o valor de potencial não corresponde a sua produção real, e sim produzindo uma pequena parcela do valor estimado. Mesmo possuindo uma grande taxa de perdas a instalação de tais sistemas fotovoltaicos é justificada pelo suprimento da demanda energética da universidade, e possivelmente de boa parte do município de Garanhuns, dependendo do capital disponível para instalar o sistema.

Palavras-Chave: Energia solar, Energia elétrica, Sustentabilidade, Sistema Fotovoltaico

¹ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), eduardo6475@hotmail.com

² Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), emmanuelle@lorenas.com.br

³ Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), carlapgcoelho@hotmail.com

⁴ Doutor em Recursos Naturais, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), romildomorant@gmail.com

Introdução

A energia limpa é um termo referente às fontes renováveis de produção de energia elétrica que vem sendo desenvolvido cada vez com mais afinco, devido às crises ambientais derivadas das fontes convencionais de produção energética, principalmente a fóssil (GOLÇALVES, 2012). Assim, estão inclusos como fontes renováveis, a energia proveniente da água, do sol, do vento, da biomassa e da energia geotérmica (CHAKRAVORTY, 2012).

A energia sol é o aproveitamento da luz ou do calor do sol para produção de energia elétrica ou térmica, através de placas fotovoltaicas são coletados raios solares, e a produção de calor, a fim de gerar energia elétrica. A energia solar é considerada uma das soluções para o aquecimento global, tendo em vista o teor sustentável, onde a mesma não gera poluentes no seu funcionamento, e pelo teor renovável, onde a fonte da qual se retira energia é considerada inesgotável.

As células fotovoltaicas funcionam através da diferença de potencial causada em um semicondutor quando o mesmo absorve luz, tal fenômeno é chamado de efeito fotovoltaico, o qual transforma radiação solar diretamente em corrente elétrica. Para o funcionamento ideal da placa o tipo de material, a taxa de irradiação e a temperatura de funcionamento são os fatores fundamentais e se estudar, o silício é o material mais utilizado nas placas solares e quanto mais puro maior sua eficiência, porém procedimentos de purificação encarecem os sistemas fotovoltaicos.

O Brasil encontra-se em 5º lugar no rank mundial de potencial produtivo de energia fotovoltaica, isso demonstra o alto potencial produtivo nacional, principalmente na região do semiárido, a região com maior taxa de irradiação média mensal do país (SOUZA, 2016).

Nesse cenário de alto potencial produtivo encontra-se o município de Garanhuns, que é um dos dez municípios mais populosos do Estado de Pernambuco, possuindo também um dos melhores PIB do mesmo; correlacionado com sua temperatura mais amena, comparada com outros municípios da região, e sua alta taxa mensal de irradiação solar, procurou-se desenvolver um estudo quantificando o real potencial do município quanto à produção energética devido a fonte solar.

Dessa forma, o objetivo desse estudo consiste em estudar o potencial fotovoltaico da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) Acadêmica de Garanhuns (UAG).

Fundamentação Teórica

As placas são agrupadas em painéis fotovoltaicos com o intuito de aumentar a tensão e a corrente elétrica do sistema, pois uma placa individual possui baixa taxa de tensão e corrente (TRINDADE, 2015). Os painéis são ligados em série, o que acarreta que a corrente será igual ao

somatório das correntes de cada painel individual e a tensão será igual ao somatório das tensões presentes em cada painel (TRINDADE, 2015).

Além da corrente e tensão outros parâmetros são observados nas células fotovoltaicas, como: a potência dos painéis, dada em watt pico (Wp), um dos principais parâmetros calculados; a tensão de circuito aberto (Voc), ocorre quando a placa está virada em direção ao sol em condições específicas de radiação e temperatura, possui corrente nula; corrente de curto circuito (Isc), neste caso a tensão é nula, e as especificações são idênticas a Voc (BEIGELMAN, 2013).

As placas solares instaladas diretamente ao chão fazem parte de um grupo de tipos de instalações de placas solares, composto também por: placas flutuantes, em canais, nos telhados, no oceano e em lagos; possuem como principal desvantagem a utilização de terra que poderia possuir fins diversos além da produção de energia, onde a mesma pode ser aplicada em diversos tipos de cenários; porém as vantagens justificam sua aplicação: possui custo de instalação menor, comparado a outros métodos de instalação; facilidade de manutenção; instalação em terra possui uma maior gama de possibilidades de aplicação do que em outros sistemas; possui menos perdas pela condução da energia (SUDHAKAR, 2016). Além de fornecer energia elétrica o sistema fotovoltaico nos estacionamentos ainda proporciona sombreamento para os carros, melhorando os índices de conforto térmico nos estacionamentos.

Figura 1: Disposição de placas solares em estacionamento. Fonte: Solar Energy Do Brasil.

Metodologia

Área de estudo

O estudo ocorreu na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) Acadêmica de Garanhuns (UAG).

O município de Garanhuns possui longitude 08° 53' 25" S e latitude 36° 29' 34" O e com isso foi possível obter os dados de irradiação média anual (CRESESB).

Como metodologia escolheu-se o modelo de placa fotovoltaica a ser aplicada no estudo, e no caso foi o modelo HSPV235WP-54M da empresa Shandong Hilight Solar, por possuir uma boa eficiência e baixo custo; possuindo suas especificações técnicas foi possível prosseguir com os cálculos necessários.

Obteve-se a quantidade de placas possíveis de serem colocadas nos estacionamentos, através da razão entre a ocupada pelo estacionamento, levando em conta sua largura e comprimento, e a área da placa, também levando em conta sua largura e comprimento. A área dos estacionamentos foi obtida por meio de entrevista com o técnico responsável pela área de manutenção preditiva. Optou-se por uma disposição padrão das placas, com o intuito de facilitar possíveis instalações; três placas são colocadas no sentido vertical do estacionamento, para estacionamentos de carros, e uma placa no sentido vertical para estacionamento de moto, com comprimento correspondente em 4,44m e 1,48m, respectivamente.

Para a disposição horizontal analisou-se o largura de cada estacionamento e fez-se a razão pela largura da placa, no valor de 0,992m. Com a quantidade de placas no sentido horizontal encontrada a mesma precisou ser dividida em painéis fotovoltaicos, respeitando os limites de voltagem e de correntes elétrica, que para o estudo são de 1000 V e 160A, respectivamente. Com a disposição dos painéis encontrada consegue-se definir a quantidade total de placas do sistema.

Com a quantidade de placas e painéis de cada sistema calcula-se a tensão em cada painel e a corrente do sistema; as fórmulas utilizadas foram (TRINDADE, 2015):

$$\text{Tensão} = n(\text{placas por painel}) * \text{tensão máxima}$$

$$\text{Corrente} = n(\text{painéis}) * \text{corrente máxima}$$

Após a obtenção de tais dados calcula-se o potencial instalado para cada prédio, utilizando a fórmula:

$$\text{Potência instalada} = n(\text{placas}) * P(\text{placa})$$

Como último passo utilizou-se os dados anteriores para calcular a geração fotovoltaica esperada, considerando a irradiação média de cada mês, a potência instalada, o percentual de aproveitamento de geração, estipulado em 80%, e o número de dias do mês. Este valor não é referente ao que a placa realmente produz, mas sim o potencial em seu melhor estado de funcionamento possível.

Resultados e Discussão

O estacionamento foi dividido em setores a fim de facilitar o estudo, e uma possível instalação. O estacionamento foi dividido em 8 setores, excluindo o estacionamento de

grande porte, devido a altura dos veículos, o que dificultaria a instalação das placas alem de possuir sombreamento das árvores presentes em sua proximidade (Figura 2).

Figura 2: Planta da Universidade Acadêmica de Garanhuns (UAG) e as divisões dos estacionamentos.

Com base nas áreas de cobertura dos estacionamentos presentes no campo da Universidade Acadêmica de Garanhuns (UAG) e nas disposições padrão das placas foram indicadas as quantidade de placas para cada cobertura, e conseguinte os valores de voltagem, corrente e potencia instalada, para cada estacionamento (tabela 1).

Tabela 1: Área de estudo da UAG.

Estacionamentos	Área total (m ²)	Total de Placas	Voltagem desenvolvida (V)	Corrente Desenvolvida (A)	Potência instalada (W)
Estacionamento 1	448	135	409,46	77,76	31.838,71
Estacionamento 2	896	225	409,46	129,6	53.159,27
Estacionamento 3	1436	864	1968,71	414,72	204.108,88
Estacionamento 4	736	445	2565,08	120,96	104.612,90

Estacionamento 5	748	453	1936,72	181,44	106.318,55
Estacionamento 6	462	400	987	190,08	93.810,48
Estacionamento 7	361	236	1033	95,04	55.433,47
Estacionamento 8	296	160	335,36	112,32	37.666,33
Total	5833	2918	10.055,98	1.010,88	686.948,59

Escolheu-se o modelo HSPV235WP-54M da empresa Shandong Hilight Solar pelo seu custo reduzido, na faixa de US\$/W 0,53, e alta eficiência (Trindade, M. M. S. G., 2015). As especificações técnicas citadas são as que possuem relevância para o estudo (Tabela 2).

Tabela 2: Especificações técnicas da placa solar escolhida. Fonte: Hilight-Solar, 2017

Shandong Hilight Solar	
HSPV235WP-54M	Especificações
Dimensões	1480x992x40 mm
Peso	17,5 kg
Voltagem máxima do sistema	1000 V
Série máxima do fusível	15 A
Área	1,4682 m ²
Poder máximo nas condições normais de temperatura (STC)	235 W
Poder de voltagem máxima	27,2 V
Poder de corrente máxima	8,64 A
Temperatura de operação	-40°C-+85°C

Há certos valores que se observado na tabela (1) estarão acima do limite permitido, tanto para corrente quanto para a tensão, o fato é que cada estacionamento é subdividido em alguns

menores, com cada um tendo seu próprio sistema, os valores apresentados na tabela (1) caracterizam o somatório de todas essas subdivisões dos estacionamentos.

Observa-se que há uma relação de proporcionalidade entre as áreas e os potenciais produtivos dos estacionamentos, quanto maior a área maior seu potencial. A área 2 torna-se a única exceção a regra devido a seu comprimento, que impossibilita a disposição de varias placas.

Dependendo do investimento, uma maior potência instalada no estacionamento 3 seria mais interessante do que distribuir as placas nos demais, afinal seu potencial produtivo equivale mais que o dobro dos demais.

Através dos dados calculados na tabela (1) pode-se calcular o real potencial de cada estacionamento e de acordo com os meses do ano, para isso utilizou-se dados da respectiva tabela, os dados de irradiação média diária (Tabela 3) e a quantidade de dias do mês calculado em questão.

Tabela 3: Irradiação solar do município de Garanhuns. Fonte: Cresesb, 2017.

Irradiação em Garanhuns (kWh/m ² .dia)	
Mês	Irradiação média diária
Janeiro	5,67
Fevereiro	5,56
Março	5,39
Abril	4,67
Maio	4,50
Junho	3,92
Julho	4,17
Agosto	4,89
Setembro	5,08
Outubro	6,03
Novembro	6,28
Dezembro	6,03

Média	5,18
Delta	2,36

O potencial das áreas dos estacionamentos é imenso, mesmo com todas as perdas que o sistema naturalmente desempenha, o potencial é muito mais que suficiente para suprir a demanda energética da universidade e ainda fornecer energia extra para o município (Tabela 4). O real potencial produtivo das áreas depende do investimento disponível para a instalação, pois se estima que o custo de instalação total de tal projeto seja de 1,53 R\$/W, com isso é possível quantificar o quanto será instalado e a quantidade de perdas do sistema.

Tabela 4: Geração Fotovoltaica esperada para cada estacionamento, mensal.

O potencial mensal também é bem alto, comparado com a área dos estacionamentos. Possui seu pico de produção nos meses do verão, devido a uma maior incidência solar, com seu mês mais produtivo sendo o de novembro, e possui menor produção nos meses de inverno, com sua menor potencial produtivo no mês de junho (Tabela 5).

Tabela 5: Geração fotovoltaica esperada relativa a cada mês.

Vale ressaltar que o valor do potencial não corresponde a realidade produtiva do sistema, isso é um exemplo ilustrativo do funcionamento das placas sem qualquer empecilho ou problema, funcionando por todo o mês na melhor situação possível. O real valor de produção é muito menor que esse, usando como exemplo a usina fotovoltaica de Tauá, com 1 MWp de potência instalada, apresentou, durante a sua fase de projeto, uma produção efetiva em 1,56 GWh por ano e geração máxima, correspondente aos valores demonstrados acima, em 8,81 GWh, ou seja, a mesma produz 17,7% do seu potencial máximo.

Conclusões

A Universidade Acadêmica de Garanhuns (UAG) possui um potencial de produção média mensal de energia fotovoltaica na faixa de 86,6 MW de potência, o que por si só é caracterizado como alto teor produtivo. O estudo está em fase preliminar, necessitando de um estudo mais aprofundado na viabilidade econômica da instalação de tal sistema, porém um potencial de tal dimensão abre a possibilidade de instalações diversas, tornando a aplicabilidade do estudo flexível para diversos cenários econômicos.

Referências

TRINDADE, M. M. S. G. **Dimensionamento e Análise de Viabilidade Econômica de Usina Fotovoltaica em Nova Iguaçu – RJ**. 2015. 148 f. Projeto de conclusão de curso (Monografia) – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

GONÇALVES, M. E. **GERAÇÃO SOLAR FOTOVOLTAICA: estimativa do fator de sombreamento e irradiação em modelos tridimensionais de edificações**. 2012. 130 f. Trabalho de conclusão de mestrado (Dissertação) – Mestrado de Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SOUZA, R. **Os Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica: Livro Digital de Introdução aos Sistemas Solares**. ed. 1. Jardim América / Ribeirão Preto – SP: Blue Solar Energy, 2016.

BUENO, P. E. et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. ed. 2. São José dos Campos: INPE, 2017.

SUDHAKAR, K., et al. **Floating photovoltaic power plant: A review**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Bhopal, India. 2015. ed. 66, p. 815–824, September, 2016.

IFTIKHAR, H., et al. **Utilizing built infrastructure and otherwise non-utilizable space for solar PV power projects—A case study for an educational institution**. Journal of Renewable and Sustainable Energy. 2017. ed. 9, 013505 (2017).

VIS,a I., et al. **Comparative analysis of the infield response of five types of photovoltaic modules**. Renewable Energy. 2017 ed. 95, p. 178-190, 2017.

BEIGELMAN, B. B., **A Energia Solar Fotovoltaica e a Aplicação na Usina Solar de Tauá– Rio de Janeiro**. 2013. 61 f. Trabalho de conclusão de curso (Projeto de graduação) – Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

CHAKRAVORTY, U., et al. **Resource use under climate stabilization: can nuclear power provide clean energy?.**, ed. 2, vol. 14, pp. 349–389. Edmonton: Journal of Public Economic Theory, 2012.

CRESESB, Dados de Irradiação Média Diária. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>>. Acesso em: 01 out. 2017.

Hilight-Solar, Especificações técnicas da placa fotovoltaica. Disponível em: <<http://www.hilight-solar.com/english/download/Product%20Catalog/P11.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2017

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, Garanhuns. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=260600>>. Acesso em: 03 out. 2017.

Solar Energia do Brasil. Disponível em: <<http://solarenergy.com.br/2015/08/tenha-seu-proprio-estacionamento-solar-e-economize-energia/>>. Acesso em: 06 out. 2017.