



COMPARATIVO DE GERAÇÃO SOLAR VERÃO VS INVERNO

*Allan Barbeiro Modos¹; Jeferson Malaquias²; Berna Valentina Bruit Valderrama³; Cláudio de Souza Rodrigues⁴,
Rafaela De Angelis Barros⁵, Janaina De Melo Franco Domingos⁶*

RESUMO: As “Células Fotovoltaicas” ou “Células Solares” são formadas por duas camadas de materiais semicondutores, uma com polaridade positiva e outra com polaridade negativa. Quando os fótons de luz atingem as placas, fazem com que os elétrons se movimentem com maior velocidade, causando maior atrito entre os mesmos, gerando eletricidade. Por meio desta relação direta entre a intensidade de raios luminosos que a placa recebe e a geração de energia. De forma simplificada, pode-se dizer que o fluxo de eletricidade é maior se a quantidade de luz também for maior, uma relação proporcional. As placas podem ser executadas de diversos materiais, porém as mais usadas são fabricadas utilizando-se o “silício”. Sabendo que a energia produzida pode ser imediatamente aproveitada em aparelhos que utilizem energia elétrica, nesta pesquisa, procura-se determinar um valor médio de produção deste sistema de geração de eletricidade, comparando o custo da energia hidrelétrica com o custo da energia solar gerada por este sistema. Sendo assim na presente pesquisa serão realizadas medições de produção e utilização de energia produzida por painéis fotovoltaicos instalados na instituição UNICESUMAR, Maringá/Pr Brasil, sendo estas medições realizadas em diferentes estações do ano, organizadas por dia, hora, mês e ano de coleta.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Fotovoltaica; Energia Limpa; Energia Solar; Ecoeficiência.

1 INTRODUÇÃO

Com os avanços da tecnologia houve o aumento do consumo de energia causado pela expansão do mercado elétrico. Este consumo feito sem qualquer controle que resultou em uma enorme crise energética devida a utilização recursos não renovável as fontes começaram a deixar de suprir a demanda exigida. O excesso do uso de recursos naturais acarretou na produção de gases e resíduos tóxicos desencadeando assim a falência de muito dos ecossistemas do globo.

Segundo Terra (2013), “a energia solar foi a fonte que mais recebeu investimentos no ano de 2013, com cerca de 1,5 bilhão de dólares. Europa, Ásia e América do Norte são os continentes que mais apostaram neste setor”.

Quando se discute sobre energia solar, sabe-se que o planeta recebe uma quantidade de energia luminosa imensurável emitida pelo sol. A tecnologia fotovoltaica é a maneira de transformar esta energia luminosa em energia elétrica através de seus painéis de captação.

Visando estimular o incentivo desta tecnologia e corrigir está deficiência de cuidado, as fontes ‘limpas’ de energia veem sendo cada vez mais assunto em reuniões diplomáticas intergovernamentais, em simpósios e congressos científicos os famosos métodos de geração de energia limpa, focados todos na criação e na implantação de métodos.

Entretanto as discussões não estão focadas no ponto mais importante que é mostrar ao usuário final quais as vantagens econômicas que ele terá ao usar uma fonte de energia limpa solar.

Sendo assim, a presente pesquisa pretende avaliar o desempenho de um sistema fotovoltaico e gerar comparativos entre diferentes estações do ano e em mesmo período de tempo, para poder mostrar a real

¹Allan Barbeiro Modos (MODOS, A. B.); Acadêmico de Engenharia Civil cursando o 4º ano pela UNICESUMAR, Maringá/Pr., Pesquisador da CAPE`S CNPQ na área de produção de Energia Fotovoltaica; e-mail: allanmodos@gmail.com.

²Jeferson Malaquias, Acadêmico de Engenharia Civil cursando o 4º ano pela Universidade Estadual de Maringá (UEM); e-mail: jeferson.malaquias@gmail.com.

³Berna Valentina Bruit Valderrama (VALDERRAMA, B.V.B); Graduada na PUC-Campinas/Sp; Doutora pela FAU-USP/Sp; Coordenadora do curso de Arquitetura e Urbanismo na UNICESUMAR; Professora do programa de mestrado em Tecnologias Limpas na UNICESUMAR.

⁴Cláudio de Souza Rodrigues (RODRIGUES, C. S.); Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Paraná (UFPR); Mestrando pelo programa de mestrado em Tecnologias Limpas na Unicesumar; Professor Titular na Unicesumar-Pr.

⁵Rafaela De Angelis Barro (BARROS, Rafaela de Angelis) Doutorado em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá, Brasil (2015); Professora Titular na UNICESUMAR, Maringá-Pr, Brasil

⁶Janaina de Melo Franco (FRANCO, J. M.); Mestrado em Engenharia Urbana pela Universidade Estadual de Maringá, Brasil (2011); Professora Titular na UNICESUMAR, Maringá-Pr, Brasil



viabilidade de se adotar um sistema de energia limpa solar em uma residência uni ou multifamiliar e em prédios públicos.

A partir desta avaliação será possível fazer a análise de custo do equipamento, custo da energia limpa, custo da energia padrão fornecido pela concessionária de energia elétrica local.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A instalação de um sistema de captação solar deve seguir um padrão para que minimize falhas e por consequência coloque em risco a vida de pessoas, dos diferentes tipos de sistemas existem algumas normas para se seguir, características que nunca variam. Segundo CRESESB/CEPEL (1999) as principais características elétricas dos módulos fotovoltaicos são:

Tensão de Circuito Aberto (Voc): tensão entre os terminais de uma célula/módulo ou gerador fotovoltaico, quando a corrente em seus terminais é nula; Corrente de Curto Circuito (Icc): corrente que circula por uma célula/módulo ou gerador fotovoltaico, quando a tensão em seus terminais é nula; Potência Máxima (Pmax): Ponto da curva corrente vs tensão para o qual o produto tensão x corrente é máximo; 10; Tensão de Potência Máxima (Vmp): tensão que produz o ponto da curva corrente vs tensão de máxima potência; Corrente de Potência Máxima (Imp): é a corrente que produz o ponto da curva corrente vs tensão de máxima potência.

Os painéis podem ser instalados e interligados em série ou paralelo, obedecendo à Lei de Ohm, ou seja, quando interligados dois ou mais painéis em paralelo (pólo positivo com pólo positivo e negativo com negativo) a tensão não se altera, mas a corrente é somada. Quando interligados em série (une-se o pólo positivo de um painel ao pólo negativo do outro e toma-se o pólo negativo de um e o pólo positivo do outro para a saída) a tensão se multiplica e a corrente permanece inalterada. Pode-se também conjugar uma instalação com painéis ligados em série e paralelo para atingir valores de tensão e corrente compatíveis com a aplicação desejada.

Segundo Greenpro (2004) a ligação de várias células na produção dos módulos fotovoltaicos se deve à reduzida potência das células solares. Assim, com o arranjo das células, são alcançados tensão e corrente em nível suficiente para o aproveitamento da energia elétrica gerada. Quando há a instalação de conjuntos de painéis ou painéis com capacidades diferentes, é imprescindível a instalação de diodos⁷ para proteção e equalização da carga.

Reconhecimento e caracterização do sistema a ser implantado: Escolher locais onde não haja sombreamento e os mais próximos do local de consumo. Os painéis podem ser fixados em telhados, lajes, postes, etc. sempre longe de áreas que haja pouca incidência de luz, ou seja, com muita sombra. Precauções devem ser tomadas quanto à fixação, levando-se em conta elementos como ventos e tempestades. Para não ocorrer danos tanto ao painel quanto aos equipamentos, recomenda-se que os painéis estejam cobertos com lona ou plástico preto durante a instalação. Sua posição e inclinação no hemisfério sul do globo terrestre deve ser voltado para o Sul e a 25° a 30°. É recomendável inclinações abaixo de 15° para não propiciar o acúmulo de resíduos.

O cálculo de inclinação é:

$$I = LA + \frac{LA}{3}$$

I – Inclinação

LA – Latitude

A precisão não é perfeita, portanto pode ser ajustado por aproximação. Controladores de carga: Recomenda-se a instalação do controlador ou controladores de corrente o mais próximo possível das baterias, para não provocar perda no cabeamento e em local à sombra e ventilado. Os controladores fazem a compensação de carga conforme a temperatura do ambiente e se colocados ao sol podem provocar leituras irreais do sistema. Deve ser tomado cuidado com a ligação dos pólos para não queimar o fusível de proteção. Os painéis e controladores possuem diodos e componentes de proteção ao circuito, todavia os outros equipamentos conectados podem não ter e estarão sujeitos a danos.

Cabeamento e ligações para o sistema solar: Utilize somente cabos de qualidade comprovada e dentro da norma NBR 5410 de 2004. Cabos de baixa qualidade ou fora de especificação iram comprometer o rendimento do sistema, ocasionando perda de energia, aquecimento e mau contato. Para os sistemas autônomos há uma dada potência, uma tensão baixa implica correntes elevadas que irão produzir perdas de Joule nos cabos (para um aparelho de 100W⁸ a 12 V⁹, tem-se uma corrente de cerca de 8 A¹⁰). A seção dos cabos deverá ser escolhida cuidadosamente para evitar estas perdas. Para sistemas de maior potência, deverá escolher-se 24 ou 48 V, de para trabalhar com valores de correntes não muito elevados.

⁷Diodo é um elemento eletrônico composto de cristal semicondutor de silício em uma película cristalina com faces opostas são vedadas por diferentes materiais durante sua formação, que causa a polarização de cada uma das extremidades

⁸O watt (W) é a unidade de potência do Sistema Internacional de Unidades.

⁹O volt (V) é a unidade de tensão elétrica (diferença de potencial elétrico) do Sistema Internacional de Unidades.

¹⁰O ampere (A) é uma unidade de medida do Sistema Internacional de Unidades de intensidade de corrente elétrica.



Caracterizar o local da instalação dos equipamentos: Os painéis solares são basicamente constituídos de Silício (Si) formando assim cristais mono cristalinos, poli cristalinos ou silício amorfo. Fazer uma avaliação do local de instalação coletando dados como latitude e longitude geral da cidade de Maringá, Paraná. Neste caso os dados do local da instalação dos painéis. Estes dados serão analisados com o auxílio da Carta solar da cidade de Maringá e os de clima da região para fazer um cálculo da quantidade de energia que em tese será gerada pelos painéis. Esta fase será chamada de caracterização do potencial de geração, e servirá para saber se há diferença do padrão da cidade para o local de captação ou se será o mesmo. E também se a geração é maior ou menor que prevista nos cálculos de capacidade de produção.

Verificar a instalação dos equipamentos: É necessário se assegurar de que todo o equipamento foi instalado corretamente seguindo as indicações do fabricante, as determinações da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRVA) e as normas técnicas que Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) exige, para assim assegurar que os dados tenham uma margem de erro baixa. As normas que regulamentam a micro geração de energia são: NBR 5410 – 2004, NBR 14039 - 2005, NBR IEC 61643 – 2007, NR10 - 2004, NR 35 – 2012, dentre outras que a Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) exige.

Escolha dos períodos de avaliação e coleta dos dados: Para a coleta dos dados pretende-se avaliar um período de mesmo intervalo de tempo entre as estações do ano. Para que desta foram seja possível avaliar a diferença de geração de energia ao longo do ano.

Divisão das estações: O ideal cronograma da pesquisa, seria de 12 meses, porém a coleta e medição será feita em torno de duas semanas antes e duas semanas após o solstício¹¹ de verão e inverno. A terceira fase é escolher o período de captação das placas e verificar, para que assim seja gerada pelo mesmo período. Espera-se gerar por no mínimo 2 semanas durante as estações do ano.

Avaliação dos dados coletados: Os critérios devem levar em conta foram: Clima; Tempo; Temperatura; Radiação UV. Para realizar esta análise pretende-se usar Orange e Excel para ter melhor precisão na hora de exibir os dados. Os dados coletados serão tabelados em planilhas eletrônicas, organizados de acordo com data, hora e medição e após interpolados entre si. Assim será possível avaliar os períodos do dia que foi efetivamente maior a produção de energia, quais as estações são mais produtivas e por fim gerar gráficos para comprovar de maneira simples os resultados obtidos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Espera-se com esta pesquisa demonstrar a estação do ano gera mais energia solar, pois é notado que energia solar se faz a partir do recebimento de luz nas placas, e no verão a quantidade de luz recebida pode ser ou não menor que no inverno. Este questionamento nasce uma vez que no inverno se tem mais dias ensolarado já que o verão também é conhecido como estação das chuvas.

REFERÊNCIAS

A. Luque and S. Hegedus, “**Handbook of Photovoltaic Science and Engineering**”, John Wiley and Sons, 2003.

AREAM. Agencia Regional da Energia e Ambiente da Região Autónoma de Madeira. Disponível em http://www.arem.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=56%3Aa-energia-do-sol-na-producao-de-electricidade&catid=38%3Aartigos&Itemid=62&lang=pt> Acesso em 10 de setembro de 2015

CGEE. **Estudo prospectivo para Energia Fotovoltaica**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. 2008.

CARNEIRO, Joaquim. **Eletromagnetismo b Módulos Fotovoltaicos Características e Associações** Disponível em http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/16961/1/M%C3%B3dulos%20Fotovoltaicos_Caracteristicas%20e%20Associa%C3%A7%C3%B5es.pdf> Acesso em 10 de setembro de 2015

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR, **Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia** Disponível em <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001925.pdf>> Acesso em 10 de setembro de 2015

PORTAL DA ENERGIA. **Principais tipos de células fotovoltaicas constituintes de painéis solares**

¹¹Solstício é a passagem das estações do ano que mais marcam o clima, verão e inverno.



Disponível em <http://www.portal-energia.com/principais-tipos-de-celulas-fotovoltaicas-constituintes-de-paineis-solares/> Acesso em 10 de setembro de 2015

Rüther, Ricardo. **Edifícios solares fotovoltaicos**: O potencial da geração solar fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil. Florianópolis: LABSOLAR, 2004

TERRA, **Notícias**. Disponível em: <<http://noticias.terra.com.br/ciencia/sustentabilidade/energia-solar-veja-paises-com-maior-capacidade-instalada,bdde94fdabe30410VgnCLD2000000dc6eb0aRCRD.html>> Acesso em 10 de setembro de 2015

T. P. Benedito, “**Práticas de energia solar fotovoltaica**”, Publindustria, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**. Instalações Elétricas de Baixa Tensão, ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14039**. Instalações Elétricas de Média Tensão, ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR IEC 61643-1**. Dispositivos de proteção contra surtos em baixa tensão, ABNT, 2005.