ESTUDO DO POTENCIAL ENERGÉTICO SOLAR EM HUMAITÁ-AM, BASEADO EM DADOS DE RADIAÇÃO DA ESTAÇÃO AUTOMÁTICA DO INMET

Péricles Vale Alves – **pericles_tr@hotmail.com**
Luiz Henrique Souza dos Reis – **henriquereisjaeh@hotmail.com**
Douglas Almeida Gois – **douglasalmeida1993@outlook.com**
Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente

Resumo. *O grande desafio vivido por cidadãos comuns, autoridades, governos e demais segmentos da sociedade é universalizar os benefícios provenientes da energia elétrica, sobretudo, apresentar e motivar o uso correto da mesma por meio de fontes de energias renováveis. O Brasil apresenta um excelente potencial energético solar, porém ainda pouco utilizado. Este trabalho, tem por objetivo analisar a variabilidade da insolação na cidade de Humaitá no Sul do Amazonas, num período de oito anos consecutivos. Como metodologia, optou-se por consultar o banco de dados de uma estação meteorológica automática do Instituto de Meteorologia, instalada na cidade de Humaitá-AM e, em seguida, analisar as flutuações dos valores do fluxo de radiação solar. Com os dados diários de insolação obteve-se a média diária e, por conseguinte, a média mensal. Em seguida, determinou-se a média anual e, finalmente, as flutuações em torno das médias mensais vistas ano a ano e as flutuações em torno da média anual, esta por sua vez, apresentando uma variação de 0,3824KWh/m^2. Portanto, os valores consultados e analisados respondem perfeitamente bem aos valores limites de irradiação solar global incidente em qualquer região do território brasileiro que varia de 4.200 a 6.700 KWh/m^2/ano, uma vez que a média anual encontrada é dada por 4,2783KWh/m^2.*
Palavras-chave: *Radiação Solar Global, Energia Fotovoltaica, Sul do Amazonas*

1. INTRODUÇÃO

Levando-se em consideração a grande importância da eletricidade na história da sociedade, vários estudos têm sido desenvolvidos de modo a contribuir para redução dos impactos ambientais ligados com a geração e consumo de energia elétrica. Neste contexto, o uso de energia renovável vem ganhando espaço na sociedade moderna e a energia solar, de modo particular por meio de sistemas fotovoltaicos, se apresenta como uma excelente alternativa energética.

Diversos países vêm aderindo e incentivando o uso de fontes alternativas, entre as quais a energia solar, em substituição às fontes de origem fóssil, que liberam CO_2 na atmosfera, um dos gases causadores do efeito estufa. A crescente demanda pela fonte solar é explicada, parcialmente, pela consolidação da indústria fotovoltaica. De acordo com Esposito *et al.* (2013), nos mercados desenvolvidos, os aumentos da demanda e da escala de produção e o desenvolvimento tecnológico viabilizaram a redução de preços e, em decorrência, a expansão do uso dessa fonte de energia limpa.

O Brasil apresenta grande potencial de geração desta fonte energia por ser um país tropical, entretanto, não explora este recurso como deveria, enquanto a Alemanha, com menor incidência de radiação solar, é um dos países que lidera o topo do mercado mundial. Esposito *et al.* (2013) destacam que os estudos para desenvolvimento tecnológico na indústria fotovoltaica estão concentrados na China, atual líder na produção de painéis fotovoltaicos. Na Alemanha, a tecnologia está em declínio.

Segundo Pereira *et al.* (2006), o menor fluxo de radiação solar global no Brasil é de 4,25 kWh/m^2 (no litoral norte de Santa Catarina) e a maior é de 6,5 kWh/m^2 (norte da Bahia). Desta forma, a irradiação solar global incidente em qualquer região do território brasileiro varia de 4.200 a 6.700 kWh/m^2/ano, superior às verificadas em outros países que hoje são expoentes do uso da energia solar: 900 a 1.250 kWh/m^2/ano na Alemanha; 900 a 1.650 kWh/m^2/ano na França; e 1.200 a 1.850 kWh/m^2/ano na Espanha.

Segundo Hinrichs (2003), a quantidade de radiação solar que chega a Terra, também chamada de insolação, atinge o topo da atmosfera terrestre perfazendo cerca de 1.360W/m^2. Este número, denominado constante solar, varia minimamente durante o tempo.

A crescente demanda por energia caracterizada por um aumento contínuo da população mundial, a ameaça constante de escassez de combustíveis fósseis não renováveis e a crescente pressão por medidas de controle do consumo, a sociedade exige pesquisas e desenvolvimentos nas áreas de energias limpas e renováveis como energia solar, eólica e outras similares. O Brasil não pode deixar de investir nestas áreas, pois estudos feitos nesta direção precisam ser promovidos e incentivados, principalmente na região norte que é geograficamente bem localizada, ou seja, a incidência de radiação solar ocorre praticamente o ano todo.

Em 2012, a Resolução 482 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) passou a permitir que todo cidadão use seu telhado para gerar sua própria eletricidade e receber descontos em sua conta de luz. Dados da Empresa de

Pesquisa Energética (EPE) mostram que, se todo o potencial teórico de geração de eletricidade nas residências brasileiras fosse aproveitado com sistemas fotovoltaicos, produziríamos o suficiente para abastecer mais de duas vezes o atual consumo residencial. Esse aproveitamento também abriria a possibilidade de geração de, aproximadamente, seis milhões de novos postos de trabalho diretos e indiretos o que significaria uma economia de cerca de 95 bilhões de reais por ano para a população.

Segundo Pinho et al. (2008), a quantidade de radiação que chega à superfície terrestre é extremamente variável. Além das variações regulares, diária e anual, devidas ao movimento aparente do Sol, variações irregulares são causadas por condições climáticas (nuvens), bem como pela composição geral da atmosfera. Dessa forma, o projeto de um sistema fotovoltaico requer dados de medições em locais mais próximos possíveis daquele onde se pretende implantar o sistema.

Neste sentido, este trabalho objetiva realizar um estudo do potencial de geração de energia elétrica por meio do aproveitamento da energia solar fotovoltaica na cidade de Humaitá-AM. O presente estudo está alicerçado em uma pesquisa bibliográfica, elaborada a partir de dados obtidos através de livros, periódicos, entre outras fontes, que fundamentam a produção deste trabalho. Com base em dados coletados de janeiro de 2010 a janeiro de 2017 em uma Estação Automática do Instituto de Meteorologia (INMET) instalada na cidade de Humaitá – AM, Latitude 07º 30’ 22’’ S, Longitude 63º 01’ 15’’ W, Altitude 58m, situada a 6,0km do centro da cidade, foi possível confirmar que esta é uma fonte promissora para a cidade de Humaitá e que o Brasil com grandes reservas de silício e abundante insolação, poderá se tornar uma potência neste segmento.

Por vezes em Humaitá, ocorrem frequentes apagões devido à sobrecarga na usina Termelétrica e também por falta de diesel no período de estiagem. Essas interrupções de energia elétrica afetam diretamente os equipamentos eletroeletrônicos e eletrodomésticos da população em geral, uma vez que dependem exclusivamente desse fornecimento de energia para funcionarem. Desta forma, torna-se claro a necessidade de incentivar o uso da energia solar fotovoltaica, que surge como uma opção alternativa para minimizar estes apagões, pois reduzirá a sobrecarga nos motores termelétricos da usina, além da redução na emissão de gás carbônico (CO_2) na atmosfera, altamente poluente.

Portanto, este trabalho apresenta dados da insolação na cidade de Humaitá no período de 08 anos consecutivos, o qual servirá como ponto de partida para orientar as instituições governamentais, bem como, a população em geral para o uso da energia limpa e renovável, ou seja, a energia solar fotovoltaica.

2. METODOLOGIA

Neste trabalho, o método empregado para estimar o potencial energético solar na cidade de Humaitá-AM é razoavelmente simples, porém extremamente relevante, haja vista que o número de pesquisas para esta localização é pouco expressivo.

Neste estudo, pretendeu-se determinar este potencial energético a partir de dados de radiação solar global advindos da estação automática do INMET instalada na sede da Escola Agrícola às margens da BR 230 distando 6,0km do centro da cidade, aproximadamente.

Uma estação meteorológica automática (EMA) coleta, de minuto a minuto, as informações meteorológicas (temperatura, umidade, pressão atmosférica, precipitação, direção e velocidade dos ventos, radiação solar) representativas da área em que está localizada. A cada hora, estes dados são integralizados e disponibilizados para serem transmitidos, via satélite ou telefonia celular, para a sede do INMET, em Brasília. O conjunto dos dados recebidos é validado, através de um controle de qualidade e armazenado em um banco de dados.

Assim, a cada mês coletaram-se os dados de radiação solar global concebidos pela EMA. Em seguida, realizava-se o cálculo da média diária da radiação solar e, por fim, a média mensal. Este procedimento metodológico foi empregado repetidas vezes durante o período de coleta de dados.

3. Resultados e discussão

Com base na metodologia apresentada na seção anterior, segue na Tab. 1 os dados mensais de radiação solar por metro quadrado concebidos pela estação meteorológica automática do INMET.

Tabela 1 – Irradiação solar em KWh/m^2 na cidade de Humaitá-AM, observada num período de oito anos consecutivos.

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGOS	SET	OUT	NOV	DEZ
2009	4,4963	4,5406	4,4123	3,9016	4,1493	3,9096	4,82	5,027	5,2636	4,7576	4,194	3,5043
2010	4,0776	4,3293	4,3493	4,1573	3,307	3,3546	5,1573	5,187	5,2333	4,6633	4,4216	4,653
2011	4,2906	4,466	4,356	4,525	4,1056	4,7893	5,0816	5,1996	4,8366	4,273	4,233	4,2356
2012	4,038	4,326	4,802	4,6016	4,6503	4,8373	5,3213	5,605	4,433	4,6633	4,3806	4,6316
2013	4,4456	4,4933	4,883	4,6186	3,307	3,3546	4,3096	4,6736	4,433	4,6633	4,4216	4,2536

2014	4,3156	4,3293	4,3493	4,1573	3,307	3,3546	4,3096	4,6736	4,433	4,7076	4,3413	4,383
2015	4,636	4,1943	3,8763	3,6213	2,5456	2,62	1,9943	1,5333	1,88	4,133	5,2426	4,702
2016	4,3156	4,3293	4,3493	4,1573	3,307	3,3546	4,3096	4,6736	4,433	5,058	4,3876	3,9973

A partir dos dados apresentados na Tab. 1 é factível a exploração desta fonte de energia na cidade de Humaitá-AM, como era de se esperar, pois como já sabemos, o potencial energético no Brasil é alto e não poderia ser muito diferente para a cidade em questão. Se olharmos mês a mês em períodos de oito anos, nota-se que as flutuações em torno do valor médio da irradiação solar são pequenas, a saber: para o mês de janeiro tem-se (4,3269 ± 0,2019)KWh/m^2; para o mês de fevereiro tem-se (4,3760 ± 0,1140)KWh/m^2; para o mês de março (4,4222 ± 0,3770)KWh/m^2; para o mês de abril (4,2175 ± 0,3523)KWh/m^2; em maio (3,5848 ± 0,6669)KWh/m^2; para o mês de junho (3,6968 ± 0,7715)KWh/m^2; no mês de julho (3,5848 ± 0,6669)KWh/m^2; (4,4129 ± 1,0605)KWh/m^2 para o mês de agosto (4,5716 ± 1,2711)KWh/m^2; no mês de setembro tem-se (4,3682 ± 1,0675)KWh/m^2; no mês de outubro tem-se (4,6149 ± 0,2882)KWh/m^2; (4,4528 ± 0,3301)KWh/m^2 para o mês de novembro; e por fim, para o mês de dezembro tem-se (4,2950 ± 0,4024)KWh/m^2.

Além disso, pode-se fazer uma análise da variabilidade do valor médio anual de irradiação solar na cidade de Humaitá-AM, isto é, as flutuações de um ano para o outro são, com boa aproximação, da ordem de 0,3120 KWh/m^2.

O gráfico apresentado na Fig. 1 vem deixar estes resultados ainda mais esclarecidos.

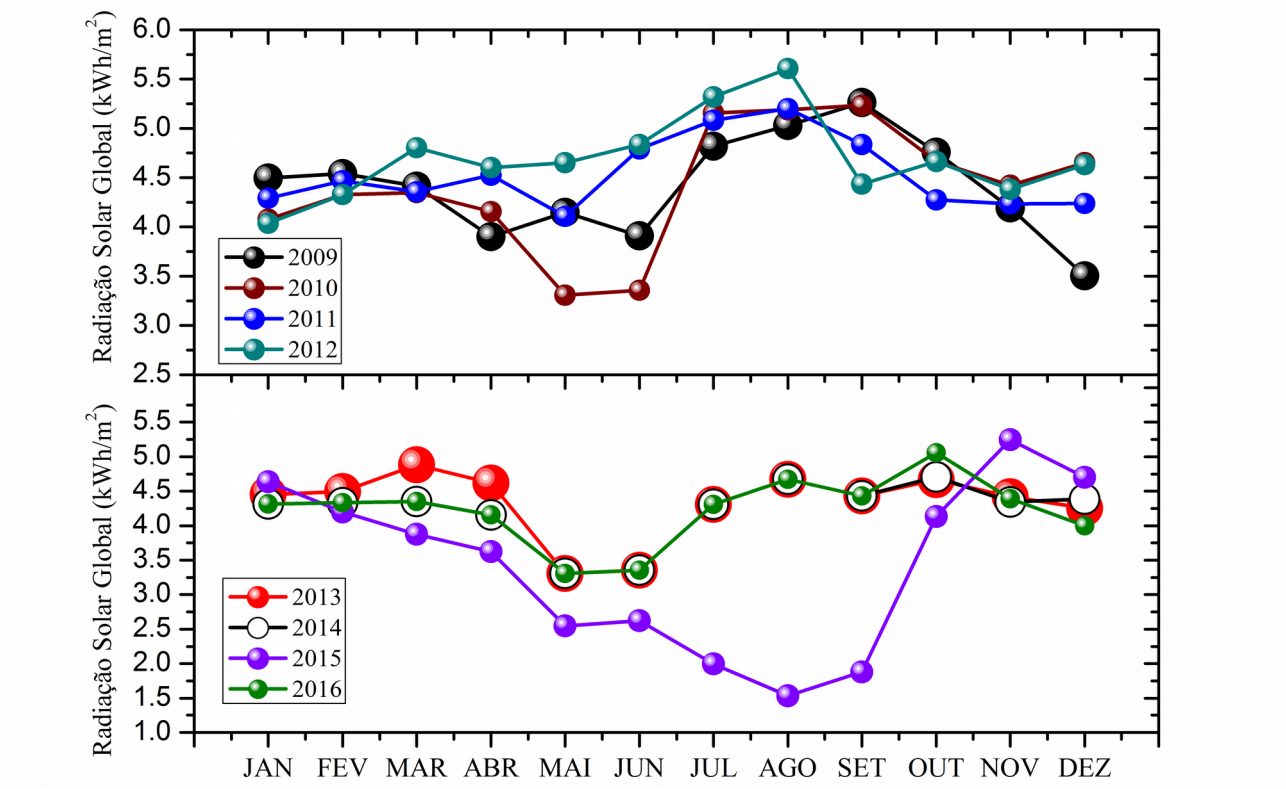

Figura 1- Curvas do fluxo da radiação solar global na cidade de Humaitá-AM, no período de janeiro de 2009 a dezembro de 2016 obtidas a partir de dados de uma EMA do INMET.

4. Conclusões

A fonte de energia solar no Brasil está na mira de estímulos, e nem deveria ser diferente, já que o País dispõe de alternativas de energia limpa mais baratas, porém os incentivos não são da mesma ordem daqueles verificados em outros países, carentes da diversidade de fontes de energia. Este trabalho tem um caráter extremamente significativo para o Brasil e, de modo particular, para a cidade de Humaitá no sul do Amazonas, pois uma vez verificada a regularidade da incidência solar nesta cidade, torna-se este trabalho alvo de divulgação para o governo local e para os órgãos governamentais presentes em Humaitá, como por exemplo, a Universidade Federal do Amazonas e o Instituto

Federal do Amazonas que podem ser motivados a utilizarem este recurso por meio de sistemas fotovoltaicos e posteriormente se tornarem divulgadores na própria cidade.

Apesar de os meses de agosto e setembro apresentarem uma flutuação maior em torno do valor médio de irradiação solar, não torna inviável a utilização deste recurso, pois como foi verificado a flutuação da irradiação solar média de um ano para o outro é praticamente irrelevante. Portanto, uma vez entendido este comportamento num período de oito anos consecutivos, é então, recomendável a divulgação destes resultados para a sociedade em geral, de modo a motivar o aproveitamento deste recurso e, assim, minimizar a emissão de CO_2 provenientes da queima de combustíveis.

REFERÊNCIAS

Agência nacional de energia Elétrica - ANEEL. Resolução Nº 482, de 17 de abril de 2012, disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em 07 de novembro de 2017.

Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Nota Técnica DEA 19/14 – Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos. Rio de Janeiro, outubro/2014. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/DEA%2019%20%20%20Inser%C3%A7%C3%A3o%20da%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20Fotovoltaica%20Distribu%C3%ADda%20no%20Brasil%20-%20Condicionantes%20e%20Impactos%20VF%20%20%28Revisada%29.pdf>. Acesso em 10 de novembro de 2017.

ESPOSITO, Alexandre Siciliano; FUCHS, Paulo Gustavo. Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil. Revista do BNDES, v. 40, dez/2013, pp. 85-114. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev4003.pdf>. Acesso em 7 de novembro de 2017.

HINRICHS, R. A. Energia e meio ambiente. 3. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2003.

PEREIRA, Enio Bueno; MARTINS, Fernando Ramos; ABREU, Samuel Luna de; RÜTHER, Ricardo. Altas Brasileiro de Energia Solar. São José dos Campos: INPE. 2006. Disponível em: <http://www.ccst.inpe.br/wp-content/themes/ccst-2.0/pdf/atlas_solar-reduced.pdf>. Acesso em 03 de novembro de 2017.

PINHO, J. T., OLIVEIRA, C. F. B., SILVA, E. J. P., SILVA, H. M. S., MACEDO, L. C. B., BARROS, M. A. G., NEGRÃO, W. M.. Sistemas Híbridos: Soluções Energéticas para a Amazônia. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2008.

STUDY OF SOLAR ENERGY POTENTIAL IN HUMAITA-AM, BASED ON RADIATION DATA OF AUTOMATIC INMET STATION

Abstract. *The great challenge faced by ordinary citizens, authorities, governments and other segments of society is to universalize the benefits of electric energy, above all, to present and motivate the correct use of it through renewable energy sources. Brazil has an excellent solar energy potential, but still little used. The objective of this work is to analyze the variability of sunlight in the city of Humaitá in the south of Amazonas, during a period of eight consecutive years. As a methodology, it was decided to consult the database of an automatic meteorological station of the Institute of Meteorology, installed in the city of Humaitá-AM, and then to analyze the fluctuations of the values of the solar radiation flux. With the daily data of insolação obtained the daily average and, therefore, the monthly average. Then, the annual average was determined and, finally, the fluctuations around the monthly averages seen year by year and the fluctuations around the annual average, this in turn, presenting a variation of 0,3824KWh/m^2. Therefore, the values consulted and analyzed correspond perfectly well to the limits of global solar radiation incident in any region of the Brazilian territory that varies from 4,200 to 6,700 kWh/m^2/year, since the annual average found is 4,2783KWh/m^2.*

Key words*: Global Solar Radiation, Photovoltaic Energy, Southern Amazonia*