

CARACTERIZAÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR NO ESTADO DO AMAPÁ POR MEIO DE PLATAFORMAS AUTOMÁTICAS DE COLETA DE DADOS

Derivan Dutra Marques¹, Alaán Ubaiara Brito², Alan Cunha³

1 Graduando em Física, UNIFAP, Bolsista de Iniciação Científica, 2 Doutor em Energia, 3 Pesquisador III Engenharia Ambiental. Dr. Eng. Civil. Núcleo de Hidrometeorologia e Energias Renováveis - NHMET/IEPA. Macapá - AP, Fone: (96) 32273330, derivan.marques@iepa.ap.gov.br

Abstract: The characterization of the solar radiation, that consists of the measurement of the incident power for unit of surface, is the first step for the correct sizing of systems of electric generation by means of photovoltaic's generators, especially when the remote communities of the Amazonia in the Coastal Zone of the State of the Amapa consider themselves located. However, the historical series of data of solar radiation that integrate the Solar-metric Atlas of Brazil date of 1969-1974 and 1982-1983, gotten from meteorological stations with use of bimetallic actinography of the Robitzsch-Fuess type that they possess of 15 at 20% of same error and with monthly calibration they are not inferior the band of 5 at 10% of error. In this direction, the work has for objective to present given brought up to date of solar radiation for the State of the Amapa by means of more necessary equipment endowed with modern sensors and in different points of the territorial extension. For this, it is used of Automatic Platforms of Collection of Data (PCDs) of the type Agrometeorological and Meteorological, where the data are gotten and envoy by means of telemetry remotely. As results of the research could be evidenced that, for the first year of analysis (2006), the solar potential for Macapa presents 9,25% above and too much localities (Pacui, Serra do Navio and Oiapoque) 2,3 4,6% below when compared with values present solar radiation in the Solar-metric Atlas of Brazil.

WORDS - KEY: renewable energy, solar radiation, photovoltaic.

1. INTRODUÇÃO

No Estado do Amapá existem inúmeras localidades remotas sem acesso à energia elétrica, seja porque não há viabilidade econômica de instalação de redes convencionais, seja porque há enormes dificuldades, impondo soluções técnica e economicamente inviável para implementá-las diante das condições do homem do campo, deste modo vale salientar os casos das populações das zonas costeiro-estuarinas do Estado do Amapá. Este problema tem sido um dos principais fatores impeditivos para o desenvolvimento e a fixação do homem rural em seu local de origem, provocando o êxodo rural indesejado para os grandes centros urbanos.

Normalmente, as conseqüências indesejáveis destes processos de migração acarretam a diminuição da produção de riquezas no campo e, ao mesmo tempo, eleva consideravelmente os problemas sociais causados pelo inchamento populacional nas cidades. No Estado do Amapá esse fenômeno ocorre por diversos motivos dentre estes, como principal a falta de infra-estrutura, como oferta de energia elétrica.

Em nível de Brasil, segundo o Censo 2000 realizado pelo IBGE¹, existem cerca de 2,5 milhões de domicílios que não dispõem do serviço de energia elétrica (11 milhões de brasileiros). Dados do Atlas de Energia Elétrica do Brasil (ANEEL, 2005), desenvolvido pela

¹ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ANEEL², mostra que 40% da população residente no campo no Estado do Amapá possuem acesso à eletrificação rural. Em contraponto, o Estado do Amapá, assim como todo Brasil, conta com boa incidência de radiação solar em sua extensão territorial, o que representa um grande potencial de crescimento e emprego da tecnologia fotovoltaica para geração de energia elétrica. Todavia, dados confiáveis de radiação solar são de fundamental importância para o correto dimensionamento desses sistemas. O desempenho dos módulos fotovoltaicos é fundamentalmente influenciado pela intensidade luminosa (CEPEL, 1999).

No entanto, o processo de caracterização do potencial solar foi interrompido há bastante tempo, pois, as séries históricas existentes datam de 1969 a 1974 e de 1982 a 1983 as quais integram a base de dado do Atlas Solarimétrico do Brasil (TIBA, 2001) disponível na atualidade.

Com base nestas informações, o trabalho tem por objetivo retomar o processo de caracterização da radiação solar no Estado do Amapá por meio de equipamentos mais precisos e em diferentes pontos da extensão territorial. Para isso, utiliza-se de Plataformas Automáticas de Coleta de Dados (PCDs) cujos dados são obtidos remotamente. Desta forma, é possível a geração de séries históricas que auxiliarão na implantação e dimensionamento de sistemas fotovoltaicos no meio rural, com destaque às zonas costeiras (ilhas remotas, etc) e, deste modo, poder contribuir com informações sobre o comportamento da radiação solar no Estado, haja vista a enorme defasagem de 24 anos observada nas séries históricas disponíveis.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados utilizados foram oriundos de coletas diárias realizadas de 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2006, do Banco de Dados do Laboratório de Hidrometeorologia e Energias Renováveis – NHMET, do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá – IEPA, registrados diariamente de três em três horas pelas Plataformas Automáticas de Coletas de Dados (PCD) do tipo Agrometeorológica e Meteorológica e enviados por meio de telemetria ao CPTEC³/INPE⁴ e disponibilizados na Internet ou a partir de contas exclusivas FTP⁵ para os usuários.

Na Figura 1 apresenta-se a distribuição espacial das PCDs do tipo meteorológica e agrometeorológica no Estado. As do tipo agrometeorológicas estão Instaladas no 34º BIS (Batalhão de Infantaria e Selva) e Escola Agrícola do Pacuí, respectivamente, área urbana e rural de Macapá, com coordenadas geográficas, lat. 0,04°; long. 51,06°; alt. 16m e lat. 0,96°;

² Agência Nacional de Energia Elétrica

³ Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

⁴ Instituto de Pesquisas Espaciais

⁵ File Transfer Protocol (Protocolo de Transferência de Arquivos)

long. 50,86°; alt. 17 m. Adicionalmente as PCDs do tipo meteorológicas estão instaladas nos Municípios de Serra do Navio e Oiapoque, com coordenadas geográficas respectivamente, lat. 090°; long. 52,00°; alt. 91m e lat. 3,81° long. 51,86°; alt. 152m.



Figura 1: Distribuição espacial das estações. (1) Macapá (2) Serra do Navio (3) Pacuí (4) Oiapoque.
Fonte: CPTEC/INPE (2007) e NHMET/IEPA (2007).

2.1 CONFIABILIDADE DOS DADOS

Para manter a confiabilidade dos dados é necessária uma manutenção preventiva e ou corretiva que consistem, respectivamente na limpeza, verificação e retificação dos sensores, das conexões dos cabos e local onde está instalada a PCD. Para tanto, visitas locais são recomendadas para manter o bom funcionamento das mesmas (Cunha, 2005). E antes da utilização dos dados é realizada uma verificação qualitativa dos mesmos com o objetivo de verificar possíveis falhas nos sensores das PCDs.

2.2 ANÁLISE E TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados de radiação solar são obtidos em intervalos de 3 em 3 horas a partir das PCDs disponibilizados na Internet. Tendo em vista o grande número de informações fez-se necessário o desenvolvimento de planilhas eletrônicas as quais fornecem como saída dados de radiação solar na forma de valores diários e médias ponderadas mensais e anuais. Por conveniência houve a conversão de unidades para os dados de radiação solar, em MJ/m² para kWh/m². E por fim, foram também confeccionados gráficos mostrando a variação média mensal da radiação solar e o acumulado mensal.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo dados do Atlas Solarimétrico do Brasil (TIBA, 2001), a média anual da radiação solar ($H_{n(anoal)}$) para Estado do Amapá está em torno de 4,32 kWh/m².dia. Contudo, verifica-se que a média anual calculada para o Município de Macapá (4,7 kWh/m².dia) encontra-se acima da média observada no Atlas Solarimétrico do Brasil (TIBA, 2001), enquanto que os demais municípios há pouca diferença (entre 0,2 e 0,1 kWh/m².dia).

A Figura 2a mostra a variação média mensal da radiação solar ($H_{h(mensal)}$) município de Macapá, distrito de Pacuí, Serra do Navio e Oiapoque. Verificou-se que a $H_{h(mensal)}$ variou de 3,6 a 6,2 kWh/m².dia em Macapá; 3,2 a 6,0 kWh/m².dia em Pacuí; 3,5 a 5,3 kWh/m².dia e Serra do Navio e 3,2 a 5,8 kWh/m².dia em Oiapoque. A variação mínima para o Estado ocorreu em Oiapoque com 3,2 kWh/m².dia no mês de janeiro e a máxima chegando a 6,2 kWh/m².dia em Macapá nos meses de setembro e outubro. A média anual para Macapá foi de 4,7 kWh/m².dia, Pacuí 4,2 kWh/m².dia, Serra do Navio 4,2 kWh/m².dia e Oiapoque 4,1 kWh/m².dia.

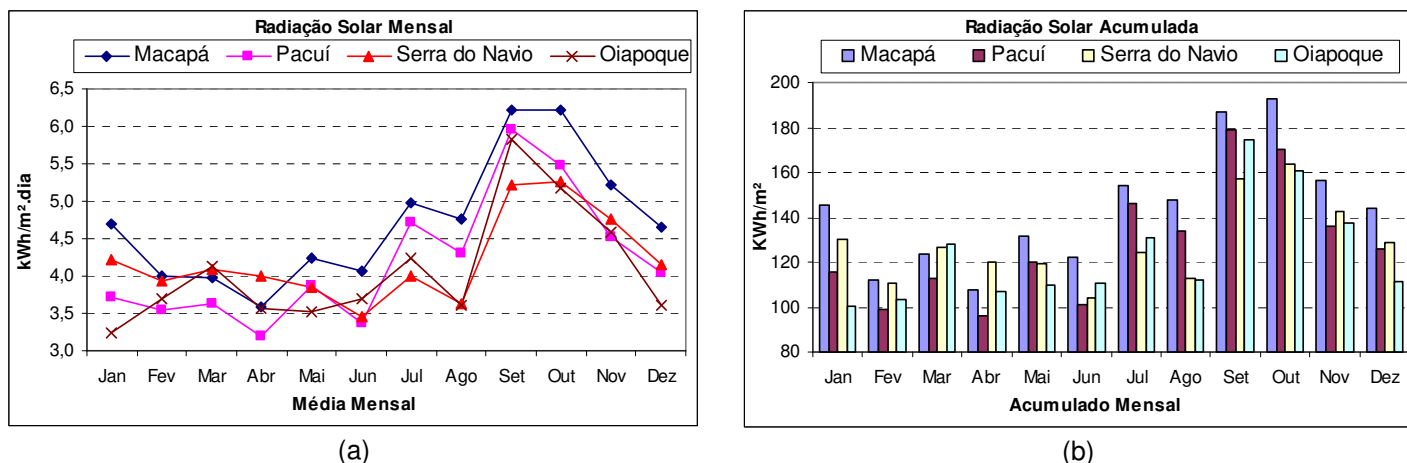


Figura 2: (a) média mensal da radiação solar e (b) radiação solar acumulada mensal para a Macapá, Pacuí, Serra do Navio e Oiapoque.

Fonte: NHMET/IEPA (2007).

Ainda em relação a Figura 2a nota-se que para os meses de janeiro a junho foram registrados os menores níveis de radiação solar na faixa de 3,5 a 4,3 kWh/m².dia, isso deve-se ao fato de que nesse período as chuvas são mais freqüentes no Estado, ou seja, maior cobertura de nuvens e conseqüentemente menores níveis de radiação solar. Já nos meses de agosto a novembro, período menos chuvoso no Estado, registrou-se os maiores níveis de radiação solar ficando acima de 5 kWh/m².dia em quase todos os meses, isso se deve ao fato de que esse período é considerado menos chuvoso, ocorrendo menor incidência de nebulosidade sobre as localidades, ocasionando maiores níveis de radiação solar.

A Figura 2b mostra o acumulado mensal ao longo do ano, tendo como acumulado mínimo o município de Pacuí com 96,1 kWh/m² no mês de Abril, e máximo em Macapá com 193 kWh/m² no mês de outubro.

4. CONCLUSÕES

Foram avaliadas os níveis de Radiação Solar Diária (H_h), médias mensais em quatro estações automáticas de coleta de dados (PCDs), localizadas nos seguintes municípios do Estado do Amapá: Macapá (zona costeira), Pacuí, Serra do Navio e Oiapoque (zona costeira).

Verificou-se, por intermédio das Figuras 2a e 2b, que a variação anual média da radiação solar $H_{h(\text{anual})}$ nas localidades de Macapá, Pacuí, Oiapoque e Serra do Navio, apresentam valores compatíveis com os Atlas Solarimétrico do Brasil (TIBA,2001). Contudo, ressaltam-se pequenos desvios relacionados ao parâmetro meteorológico estudado. Neste aspecto, foi observado para o Município de Macapá valores de $H_{h(\text{mensal})} = 4,72 \text{ kW/m}^2 \cdot \text{dia}$, com desvio positivo de aproximadamente **9,25%**, quando comparados com valores de dados do Atlas Solarimétrico do Brasil (TIBA, 2001), por outro lado, verificou-se um desvio negativo, de aproximadamente **2,3 a 4,6%** abaixo do previsto por TIBA para as demais localidades (Serra do Navio, Oiapoque e Pacuí).

Em síntese, verificou-se que a H_h é um parâmetro fundamental para a identificação do potencial solar em todo o Estado do Amapá, ressaltando-se as limitações quantitativas das PCDs na região, o que nos limita a capacidade de elaboração de melhores inferências para outras regiões desprovidas de monitoramento meteorológico.

Tais limitações demonstram a necessidade de se expandir a rede de observação de superfície (PCDs) para atender às demandas e necessidades de avaliação do potencial solar no Estado do Amapá. Por outro lado, trata-se de uma pesquisa pioneira no Estado e da mais alta utilidade para dimensionamento de sistemas descentralizados de geração de energia solar fotovoltaica.

Constatou-se que a metodologia aqui empregada foi adequada para atender aos objetivos iniciais da pesquisa e que poderá ser consolidada em sua expansão e aprofundamento em pesquisas da área. Outro ponto importante é o resgate ao processo de caracterização da radiação solar que foi interrompido até a implantação de quatro PCDs (Macapá, Pacuí, Oiapoque e Serra do Navio) no Estado do Amapá em novembro de 2005, sendo que este processo será contínuo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 2ª Edição – Brasília - DF, 2005.
- CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos** – Rio de Janeiro - RJ, 1999. 47p.
- CUNHA, A.C. **Dossiê – Implementação do Centro Estadual de Tempo, Clima e Recursos Hídricos**. Macapá - AP, 2005. 93p.
- TIBA, C. **Atlas Solarimétrico do Brasil: Banco de Dados Terrestres**. 1ª Edição. Recife - PE, Ed. Universitária da UFPE, 2001.

Agradecimentos

Este trabalho de pesquisa foi possível graças ao apoio do Núcleo de Hidrometeorologia e Energias Renováveis – NHMET, Projeto de Modernização da Rede Amapaense de Meteorologia para Previsão de Clima, Tempo e Recursos Hídricos – REMETAP e Secretaria Estadual de Ciência e Tecnologia do Estado do Amapá – SETEC.