



XII SIBESA

XII Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental
2014



XI-022 - AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ENERGÉTICO SOLAR NA AVENIDA JOÃO PAULO II, PARA TROCA DO SISTEMA CONVENCIONAL DE ABASTECIMENTO DE POSTES PÚBLICOS.

Leonardo Lincoln de Oliveira Rosa⁽¹⁾

Graduando do 5º ano do curso de Engenharia Ambiental do Instituto de Estudos Superiores da Amazônia (IESAM).

Glauber Santana Silva⁽²⁾

Graduando do 4º ano do curso de Engenharia Ambiental do Instituto de Estudos Superiores da Amazônia (IESAM).

Leonardo Araujo Neves⁽³⁾

Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Campina Grande (UFGC).

Endereço⁽¹⁾: Rua dos Parquis, 1278 - Jurunas - Belém - PA - CEP: 66033-590 – Brasil – Tel. (91) 8228-8228 – E-mail: leonardorosa_engamb@hotmail.com

RESUMO

O modelo energético atual se mostra muitas das vezes insuficiente e decadente no que desrespeito ao crescimento da demanda do uso de energia. Porém em contra partida a tecnologia se mostra capaz de dar saídas amplamente viáveis para tais problemas. As energias renováveis podem ser uma solução, a utilização de energia solar utilizada em conversão direta em energia elétrica pode diminuir os gargalos de energia do nosso país. O presente trabalho faz um levantamento do potencial solar da Av. João Paulo II, Belém-PA, para troca do sistema de abastecimento convencional de energia dos postes de iluminação pública, para um sistema utilizando a energia solar como fonte motriz. O Projeto levanta dados referentes à insolação e irradiação, mediante trabalhos publicados, dados do programa SunData e ainda o BDMEP-INMET. Para insolação e irradiação em função de trabalhos já publicados obtiveram-se como média dos valores: 5,99 horas e 5102,51 Wh/m².dia respectivamente; Pelos dados do programa SunData obtiveram-se média de 5051,67 Wh/m².dia e mínima de 4,11 KWh/m².dia, encontrada no mês de abril. Para os dados do BDMEP média de 6,33 horas e mínima de 3,9 horas no mês de março. Concluiu-se que Belém apresenta bons índices de radiação solar capazes de mover sistemas fotovoltaicos isolados e que a capital apresenta déficits quanto a investimento na tecnologia e em estudos.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Solar, Insolação, Irradiância, Postes públicos.

INTRODUÇÃO

O crescimento contínuo da população e do consumo de energia à escala mundial, associado à natureza finita dos combustíveis fósseis e à poluição gerada pela sua queima, questiona o atual modelo energético. A procura de um modelo baseado no desenvolvimento sustentável em longo prazo tem motivado interesse crescente por formas de energias mais limpas e renováveis, de modo a permitir a satisfação das necessidades energéticas, sem alterar de maneira acentuada as condições de vida no planeta. (BRAGA, 2008)

A cidade de Belém é privilegiada por sua localização favorável à aquisição de recursos naturais, principalmente hídricos, porém a disponibilidade de recursos energéticos como energia solar chama a atenção para a possibilidade de utilização da mesma como válvula de escape para sobrecargas do sistema de abastecimento de energia elétrica.

A conscientização de que a maioria dos recursos, sejam eles energéticos ou não, são finitos, tem aberto espaço para tentar equacionar a relação do homem com a natureza em termo de uma melhor e mais harmônica convivência. A tecnologia solar e mais particularmente as mudanças culturais que essa tecnologia promove,

pode fazer uma importante contribuição na direção do que tem se dado em chamar desenvolvimento sustentável. (TIBA, et al 2000)

Estimando a viabilidade para possível troca do sistema convencional de abastecimento dos postes de iluminação pública, utilizando energia solar como fonte motriz de funcionamento dos mesmos, o projeto realiza estudos acerca do potencial energético de determinada área de Belém, fazendo aproximação de dados para regiões próximas, com características semelhantes.

Energia solar é a designação dada a todo tipo de captação de energia luminosa, energia térmica e suas combinações, proveniente do sol, e posterior transformação dessa energia captada em alguma forma utilizável pelo homem. (OVICOR, 2011)

A conversão direta da energia solar em energia elétrica ocorre pelos efeitos da radiação (calor e luz) sobre determinados materiais, particularmente os semicondutores. Entre esses, destacam-se os efeitos termoelétrico e fotovoltaico. No segundo, os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica, por meio do uso de células solares. (ANEEL, 2005)

Existem dois tipos de dados sendo expostos, insolação e irradiação. A radiação solar é a quantidade de energia recebida por unidade de área de uma superfície horizontal no local. Uma grande parte da radiação solar atinge os limites da atmosfera e é espalhada e absorvida pela atmosfera ou refletida através das nuvens e da superfície da terra.

A quantidade de energia solar que chega, por unidade de tempo e por unidade de área, a uma superfície perpendicular aos raios solares, à distância média Terra-Sol, se chama constante solar. Entretanto a insolação é o tempo durante o qual o sol está descoberto e exprime-se em horas e décimos. Depende da nebulosidade e da insolação astronômica, ou pode-se entender como insolação máxima possível no mesmo intervalo de tempo, dada pela tabela das horas do sol acima do horizonte. A insolação varia de acordo com o lugar, com a hora do dia e com a época do ano. (PURINI, 2011)

O presente trabalho objetiva ainda avaliar a viabilidade de um novo sistema de abastecimento de energia para postes de iluminação pública, analisando o potencial energético na área de estudo, identificando a viabilidade do sistema proposto através um protótipo instalado.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho consistiu num levantamento de dados em cima de documentos publicados com informações referentes à insolação e irradiação, dentre os documentos pesquisados, foram encontrados atlas, relatórios, trabalhos de congressos e artigos em revistas. Retiraram-se os dados desses documentos e obtiveram-se médias em cima dos trabalhos publicados, através de fórmula matemática. Os resultados foram explanados em tabelas e gráficos, que mostram o comportamento das variáveis analisadas, alguns trabalhos não detalham os valores médios, mês a mês, e sim um comportamento médio dos valores para o ano todo. Essa tipologia de amostra influenciou na elaboração das tabelas, onde nelas foram utilizados apenas os valores dos documentos que variavam mês a mês, os valores que eram fornecidos para o ano todo, foram inseridos em cálculos de média após a obtenção da média dos valores que variavam.

As tabelas e gráficos foram montadas em PLANILHAS EXCEL do pacote Microsoft Office2010, a fórmula matemática empregada foi a da média, que se resume a:

$$\frac{\sum \text{valores}}{\sum \text{nº de valores}} = \text{Média}$$

equação (1)

Abaixo, o quadro 01 mostra os documentos utilizados:

Quadro 01: Documentos utilizados para análise.

DOCUMENTOS
Atlas Solarimétrico do Brasil - TIBA, C. <i>et al.</i> (2000)
Anexo II do Projeto Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos e Aplicações – BRAGA, (2008)
INSOLAÇÃO, RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL E RADIAÇÃO LÍQUIDA NO BRASIL – FUNARI & TARIFA.
Atlas de Irradiação Solar no Brasil 1998 (adaptado).
Atlas de Irradiação Solar do Brasil, 1º versão para irradiação global derivada de satélite e validada na superfície, INMET & LABSOLAR, 1998.
Atlas de Climatologia Solar, OLADE, 1987.
‘Survey of the Incident Solar Radiation in Brazil by use of Meteosat Satellite Data’, PEREIRA, <i>et al.</i> 1996
Atlas Brasileiro de Energia Solar – PEREIRA, <i>et al.</i> 2006
Utilização De Sistemas De Energia Solar Ativa E Passiva Na Edificação – I Congresso Brasileiro de Energia Solar, ABENS - Associação Brasileira de Energia Solar Fortaleza AGUILAR, H.M.C., <i>et al.</i> 2007
APLICAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA - UM ESTUDO DE CASO NA REGIÃO AMAZÔNICA; Revista Geonorte, Edição Especial, V.2, N.4, p.1303 – 1309.2012
Atlas de Energia Elétrica do Brasil - 3ª Edição, (2008)

FONTE: AUTORES, 2013.

A seguinte metodologia do trabalho consistiu na utilização do programa SunData, desenvolvido pelo Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito–CRESESB que destina-se ao cálculo da radiação solar diária média, ao longo dos 12 meses do ano, em qualquer ponto do território nacional. O programa é uma tentativa de oferecer uma ferramenta de apoio ao dimensionamento de sistemas fotovoltaicos, o mesmo baseia-se no banco de dados CENSOLAR (1993) contendo valores de irradiação diária média mensal no plano horizontal para cerca de 350 pontos no Brasil e em países limítrofes.

O sistema de busca de localidades é feito por meio da coordenada geográficas (latitude e longitude) do ponto de interesse. O formato numérico de entrada da coordenada geográfica pode ser em graus decimais (00.00°) ou graus, minutos e segundos ($00^{\circ}00'00''$), conforme a opção selecionada no formulário.

São fornecidos os valores de insolação, em kWh/m².dia no plano horizontal, correspondentes às diárias médias mensais para os 12 meses do ano. Os valores válidos de latitude devem estar na faixa de 12° Norte e 40° Sul e de longitude na faixa de 30° Oeste e 80° Oeste. Adicionalmente são mostrados o valor da menor diária média mensal (Mínimo), da maior diária média mensal (Máximo), da diária média anual (Média) e da diferença entre a máxima e a mínima (Delta).

Para tais cálculos foi definido o ponto desejado a partir de GPS (garmin 76CSX), onde foi instalado o protótipo. As coordenadas obtidas ($1^\circ 27' 18.07''$ Sul e $48^\circ 30'08.52''$ Oeste) fazem referência ao ponto de estudo.



Figura 01. Área de estudo.
FONTE: GOOGLE MAPS - ©2013

A outra metodologia utilizada foi um levantamento através do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa - BDMEP, vinculado ao INMET. O BDMEP dá suporte as atividades de ensino e pesquisa e outras aplicações em meteorologia, hidrologia, recursos hídricos, saúde pública, meio ambiente, etc. O Banco abriga dados meteorológicos diários em forma digital, referentes a séries históricas da rede de estação do INMET por meio das estações convencionais e automáticas. (INMET, 2013)

A principal estação coletora em Belém (convencional) fica localizada no 2º Distrito de Meteorologia-DISME, na Av. Almirante Barroso-5384, latitude -1.43° , longitude -48.43° e altitude de 10m, bairro Castanheira. Analisaram-se um intervalo de dados entre os anos de 1992 a 2012.

A instalação do protótipo baseou-se nos dados obtidos através do BDMEP, utilizando-se da média mais baixa entre os 12 meses do ano, para dimensionamento do sistema. O protótipo foi instalado na sede do Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Alternativas Energéticas-GEDAE, localizado dentro da Universidade Federal do Pará-UFPa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A capital do Pará localizada no nordeste do estado, situada a $1^{\circ} 27' 18.07''$ Sul e $48^{\circ} 30'08.52''$ Oeste, recebe segundo TIBA, *et al* (2000), entre 5-6 horas de insolação diária, números razoáveis de irradiação solar que comprovam disposição de energia suficiente capaz de mover pequenas alternativas para sistemas de pequeno porte.

Para os valores de insolação diária foram encontrados os valores mostrados conforme a Tabela 01 abaixo.

Tabela 01. Valores médios de insolação diária para a cidade de Belém.

Meses	(1) Horas/dia	(2) Horas/dia	Média/dia (1) e (2)	(3) Horas/dia
Jan	4	4,4	4,2	4,52
Fev	4	3,5	3,75	4,22
Mar	3	3,3	3,15	3,87
Abr	4	4,1	4,05	4,68
Mai	6	6	6	6,05
Jun	8	7,5	7,75	7,04
Jul	8	8,2	8,1	8,49
Ago	8	8,3	8,15	8,59
Set	7	7,6	7,3	8,53
Out	7	7,4	7,2	7,80
Nov	7	6,8	6,9	6,43
Dez	5	5,8	5,4	5,77
Total/mês	71	72,9	71,95	76
Média/Mensal	5,91	6,07	5,99	6,33

FONTE: TIBA, et al. (2000) (1); BRAGA, (2008) (2); INMET; 2013 (3).

Os resultados encontrados mostram que Belém sofre uma grande influência na insolação diária, principalmente nos meses de janeiro a abril, época em que a região encontra-se em seu período mais chuvoso. De acordo com ECHER, et al. (2001) um parâmetro de grande relevância em termos de balanço radiativo são as nuvens, que são observadas cobrindo parte do planeta praticamente todo tempo. As nuvens exercem papel muito importante, refletindo intensamente e absorvendo a radiação solar na faixa de 8 a 12 km.

Utilizando a média encontrada baseada nos dados da tabela acima 5,99 horas, referente à insolação diária ao longo dos doze meses do ano, e utilizando dois valores médios de insolação diária, ao longo do ano, retirados de ANEEL (2005); FUNARI, F. L & TARIFA, J.R. que são de: 6 e 6,39 h/dia respectivamente, teremos uma média diária de insolação de 6,13 h/dia ao longo do ano.

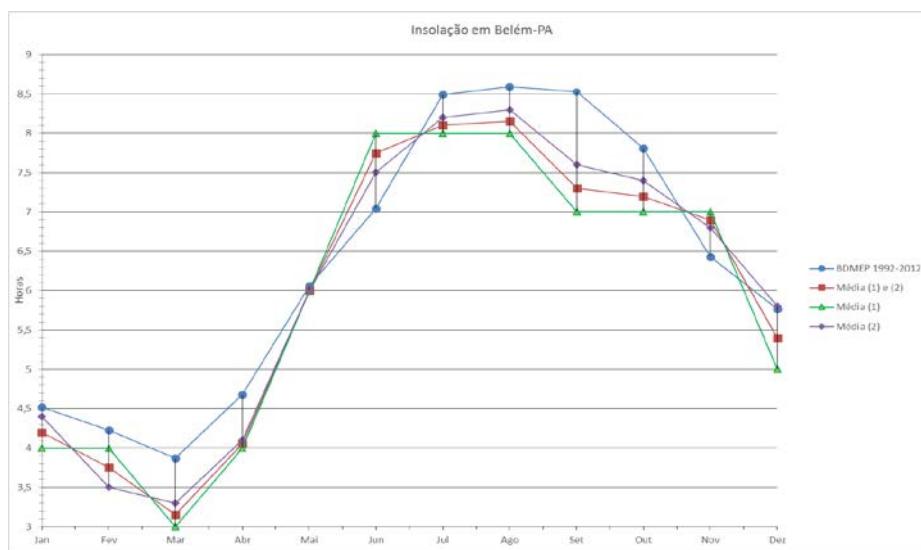


Figura 02. Média da Insolação diária em Belém para todos os meses do ano.

Os resultados mostram um cenário promissor para produção de energia fotovoltaica, na região de Belém. Para FUNARI & TARIFA, de modo geral, as regiões que se destacam por possuírem valores altos de insolação, são a norte e nordeste, bem como em grande parte da região centro-oeste.

A importância do trabalho baseia-se também no quesito quantidade de dados, quanto mais dados relacionados à temática abordada, maior representatividade tem-se da área estudada. Segundo MARTINS (2003), o mapeamento da distribuição do recurso solar permite reconhecer áreas em que o aproveitamento dessa energia é potencialmente significativo.

O estudo com base nos dados do BDMEP, permitiu uma ótica significativa do comportamento da insolação na região tendo em vista o espaçamento de tempo de 21 anos de dados, sabe-se que o mês de março é o que recebe menos horas de sol pleno por dia 3,9 horas e agosto o mês que recebe pouco mais de 8,5 horas. A partir desses dados, os dimensionamentos e projeções de sistemas fotovoltaicos tendem cada vez mais ao êxito devido a sua viabilidade ambiental, energética e em alguns casos econômicas. A variação dos dados em função da sazonalidade mostra que alguns sistemas podem não ser tão eficientes se apenas forem sistemas isolados, em determinadas épocas do ano alguns sistemas necessitam de um aporte de energia seja ela renovável com sistemas híbridos ou mesmo interligada a rede.

Segundo BRAGA (2008), deve-se utilizar o mês de menor potencial energético para dimensionamento de sistemas F.V, utilizando-se dessa média em Belém o protótipo desenvolvido teve bons resultados, apresentando autonomia de 2 dias, baixo consumo (cerca de 30,5 w/dia total de 12 horas) e iluminação agradável, possibilitando ainda, medições de alguns parâmetros do sistema proposto que possibilitem uma comparação futura, mais profunda com o sistema de iluminação existente.



Figura 03. Protótipo instalado

Para análise da irradiação solar, assim como na insolação diária, foram utilizadas as bibliografias referentes à temática abordada conforme a Tabela 02 abaixo.

Tabela 02. Média de radiação solar mensal sobre Belém.

Meses	Valores em Wh/m ² .dia	3	4	6	7	8	Média diária
Jan	5250	4250	5075	3890	-	4616,00	
Fev	5750	-	5075	3890	4104	4704,75	
Mar	5250	-	5075	3890	-	4738,33	
Abr	5250	4250	5075	3890	4104	4513,80	
Mai	5250	-	5075	4440	4896	4915,25	
Jun	5250	-	5425	5000	-	5225,00	
Jul	5250	6250	5425	5000	-	5481,25	
Ago	5750	-	5425	5560	6024	5689,75	
Set	5750	-	5425	5000	-	5391,67	
Out	5750	6250	5425	5000	5880	5661,00	
Nov	5750	-	5425	4440	-	5205,00	
Dez	5750	-	5075	4440	-	5088,33	

FONTE: INMET, (1998)³; OLADE, (1987)⁴; PEREIRA *et al.* (2006)⁶; TIBA *et al.* (2000)⁷; AGUILAR, (2007)⁸;

A Tabela 02 assim como na Tabela 01, mostra apenas os valores das bibliografias que os fornecem separados para cada mês, tendo assim uma representatividade mais significativa dos valores, para os meses encontrados. Utilizando a média encontrada em função da tabela 02 que é de 5102,51 Wh/m² e ainda as médias das demais bibliografias que são: 4440 Wh/m² ANEEL, (2005)¹; 5500 Wh/m² ATLAS de Irradiação Solar no Brasil. 1998. (Adaptado)², 5400 Wh/m² PEREIRA,*et al.* (1996)⁵; 5250 Wh/m² MORAIS, (2012)⁹ e 4720 Wh/m² ANEEL, (2008)¹⁰ obtém-se como resultado: 5068,75 Wh/m².

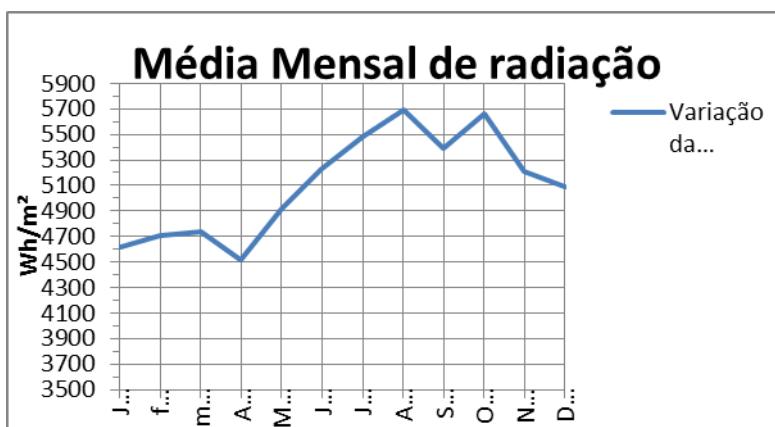


Figura 04. Variação da radiação solar em Belém ao longo do ano.

Os resultados obtidos mostram que abril é o mês em que a radiação solar sobre Belém, se mostra mais fraca. Assim como para a insolação as nuvens também desempenham grande papel de dispersora de raios solares influenciando assim na radiação incidente sobre a superfície. Para o dimensionamento de um sistema fotovoltaico deve-se levar em conta o mês com radiações mais baixas BRAGA (2008). Ainda que apresente valores baixos de irradiação, o mês de abril como menor contribuinte, tem capacidade suficiente de gerar energia para pequenos sistemas fotovoltaicos isolados.

A região Norte recebe menor incidência de radiação solar durante o verão do que a região Sul, apesar de sua localização próxima à linha do Equador. Durante os meses de Inverno, ocorre o inverso e a região amazônica recebe maior irradiação solar global. Isso se deve às características climáticas da região amazônica que apresenta fração de cobertura de nuvens e precipitação elevadas durante o verão devido à forte influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). (PEREIRA, *et al.* 2006)

Para os valores obtidos através do programa SunData, temos:

#	Ângulo	Inclinação	Radiação diária média mensal [kwh/m ² .dia]																
			Jan	Fev	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta			
	Plano Horizontal	0° N	4,33	4,17	4,17	4,11	4,89	5,06	5,67	6,03	5,58	5,89	5,61	5,11	5,05	1,92			
	Ângulo igual a latitude	1° N	4,31	4,16	4,17	4,12	4,92	5,10	5,71	6,06	5,58	5,87	5,58	5,07	5,05	1,94			
	Maior média anual	3° N	4,25	4,13	4,16	4,14	4,98	5,18	5,80	6,11	5,59	5,83	5,51	5,00	5,06	1,99			
	Maior mínimo mensal	2° N	4,28	4,14	4,17	4,13	4,95	5,14	5,76	6,09	5,59	5,85	5,54	5,04	5,06	1,96			
Radiação diária média [kwh/m ² .dia]																			
#	Município	UF	Latitude [°]	Longitude [°]	Distância [km]	Jan	Fev	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
	Belém	PA	1.455833°S	48,504444°O	3	4,33	4,17	4,17	4,11	4,89	5,06	5,67	6,03	5,58	5,89	5,61	5,11	5,05	1,92

Figura 05. Radiação diária ao longo dos meses.

FONTE: CRESESB.

"Um Banho de Sol para o Brasil" do Instituto Vitae Civilis, mostra que o Brasil, por sua localização e extensão territorial, recebe energia solar da ordem de 1013 MWh (mega Watt hora) anuais, o que corresponde a cerca de 50 mil vezes o seu consumo anual de eletricidade. Apesar disso, o país possui poucos equipamentos de

conversão de energia solar em outros tipos de energia, que poderiam estar operando e contribuindo para diminuir a pressão quanto à construção de barragens para hidrelétricas, queima de combustíveis fósseis, desmatamentos que visam à produção de lenha e construção de usinas atômicas.

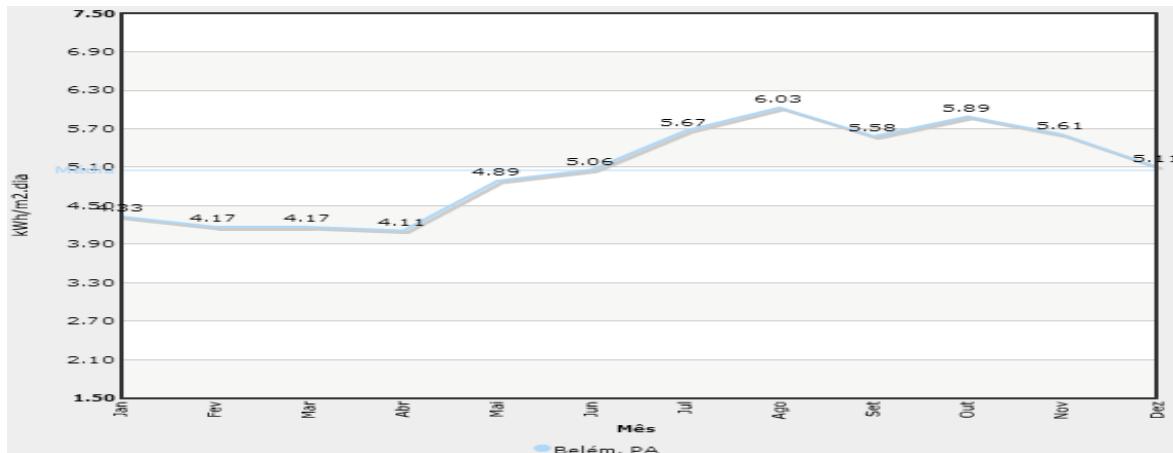


Figura 06. Gráfico de comportamento da radiação diária, por mês em Belém.

FONTE: CRESES

Os resultados obtidos nas análises representam valores consideráveis ao inseri-los no campo comparativo. No III Congresso Brasileiro de Energia Solar, GALDINO, *et al.* (2010) apresentou o projeto de sistemas fotovoltaicos para os parques municipais da cidade do Rio de Janeiro, que se mostrou eficiente. Belém segundo a SOLARENERGY (2012), se encontra em 3º lugar em potencial energético solar com 1842 kWh/m².a , atrás de Recife (PE) com 2.225 kWh/m².a, seguida por Fortaleza, com 2.029kWh/m².a e a frente do Rio de Janeiro, com 1.691kWh/m².a. Com base ainda no anexo II do Projeto Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos e Aplicações – BRAGA (2008), Belém se encontra novamente a frente do Rio de Janeiro com uma média de 6,075 horas de insolação contra 5,69 horas do Rio.

CONCLUSÕES

A geração fotovoltaica está diretamente ligada aos índices de irradiação solar incidente sobre a região em questão, é imprescindível, analisar o recurso solar, como por exemplo, por meio de cartas solarimétricas que possam informar o potencial da região para o aproveitamento energético solar. PEREIRA *et al.* (2006)

A energia da luz do sol está disponível praticamente os 365 dias do ano e cobre todas as regiões do Brasil, dentre as cidades com maior radiação na superfície horizontal, a cidade de Recife (PE) fica em primeiro lugar, com 2.225 kWh/m²a, seguida por Fortaleza, com 2.029kWh/m².a, Belém, com 1.842kWh/m².a; Brasília, com 1.797kWh/m².a; e Rio de Janeiro, com 1.691kWh/m².a. SOLARENERGY (2012).

Para os índices de irradiação solar global do território brasileiro, em qualquer das suas regiões, é verificado valores maiores do que em países como Alemanha, França e Espanha. PEREIRA, *et al.* (2006). Os índices de irradiação solar na Amazônia são maiores do que os observados em outras macrorregiões do território nacional e até mesmo de países da Europa, onde a tecnologia fotovoltaica e o aproveitamento energético solar são bem mais avançados. (MORAIS, 2012).

O potencial encontrado para a capital não encontra desenvolvimento significativo devido aos pequenos esforços encontrados, engajados na disseminação da tecnologia. É necessário o investimento em grupos de estudos, que possam criar mapas detalhados de energia para o estado do Pará, faz-se necessário ainda o investimento em estações de monitoramento que possam fornecer não só dados energéticos como outros que possam vim a embasar outros estudos.

Os valores obtidos para Belém se mostram promissores, a capital apresenta bons índices energéticos durante 8 meses do ano, entre maio a dezembro. A instalação do protótipo como forma de evidenciar o potencial

energético da região utilizando-se do mês de menor potencial energético para dimensionamento do sistema F.V, retratou a viabilidade em função dos bons resultados. O estudo possibilita ainda uma comparação mais profunda com o sistema de iluminação existente, analisando parâmetros do sistema proposto, custos para uma visão econômica e impactos para uma ótica ambiental, possibilitando que projetos semelhantes que comprovam viabilidade possam passar a ser realidade em nossa região e saiam do campo teórico.

Faz-se necessário o investimento em novas tecnologias, para aproveitamento do potencial energético analisado, Belém apresenta um mercado vazio de tecnologia solar, sendo essa uma dificuldade encontrada para maior propagação da tecnologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUILAR, H. M. C. et al.- UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR ATIVA E PASSIVA NA EDIFICAÇÃO – I CBENS - I Congresso Brasileiro de Energia Solar – ABENS - Associação Brasileira de Energia Solar Fortaleza, 8 a 11 de abril de 2007.
2. ANEEL, 2005; Atlas de Irradiação Solar no Brasil, elaborado pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET e pelo Laboratório de Energia Solar – LABSOLAR, da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. (ANEEL, 2005, p. 33) (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Atlas de Energia Elétrica do Brasil: 2.
3. ANEEL,2005; Atlas de energia elétrica do Brasil / Agência Nacional de Energia Elétrica. 2º ed. – Brasília : Aneel, 2005. 243 p. : il.
4. ANEEL, 2008; Atlas de energia elétrica do Brasil / Agência Nacional de Energia Elétrica. 3º ed. – Brasília : Aneel, 2008. 236 p. : il
5. Atlas brasileiro de energia solar - Enio Bueno Pereira; Fernando Ramos Martins; Samuel Luna de Abreu e Ricardo Rüther. – São José dos Campos: INPE, 2006.il.60p.
6. ATLAS DE IRRADIAÇÃO SOLAR DO BRASIL, 1º versão para irradiação global derivada de satélite e validada na superfície, Brasília - DF, Outubro de 1998-INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - LABSOLAR – LABORATÓRIO DE ENERGIA SOLAR – EMC/UFSC.
7. BRAGA, R.P – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Elétrica, Projeto Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos e Aplicações. Projeto submetido ao Corpo Docente como parte dos requisitos para obtenção do Grau, 2008.
8. CENSOLAR, 1993. *Valores Medios de Irradiacion Solar Sobre Suelo Horizontal* - Centro de Estudos de la Energia Solar. Sevilla
9. CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito – Programa SunData. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/sundata/>, Acesso em: 02 jun. 2013.
10. FUNARI, F. L & TARIFA, J.R - INSOLAÇÃO, RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL E RADIAÇÃO LÍQUIDA NO BRASIL, Frederico Luiz Funari e José Roberto Tarifa.
11. GALDINO M.A. et al.- SISTEMAS FOTOVOLTAICAS PARA OS PARQUES MUNICIPAIS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO – III Congresso Brasileiro de Energia Solar, Belém 21 a 24 setembro, 2010.
12. INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br> – Acesso: 05 out. 2013.
13. MARTINS, E. Panorama de um país ensolarado. Ciência Hoje, 09 jan. 2003. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br/controlPanel/materia/view/1733>. Acesso em: 01 abr. 2013.
14. MORAIS, H.de S. Jr. et al; APLICAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA – UM ESTUDO DE CASO NA REGIÃO AMAZÔNICA; REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.2, N.4, p.1303 – 1309. 2012.
15. OLADE, “Atlas de Climatología Solar”, Vol. 2, Quito, Ecuador, 1987. ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGÍA.
16. OVICOR – Comércio de Materiais de Canalização e Construção- Site comercial da empresa, disponível em: <http://www.ovicor.pt/site/tags/energia-solar> - Acesso em: 13 mar. 2013.
17. PEREIRA, E. B., Abreu, S.L., Stuhlmann, R., Rieland, M. and Colle, S., “Survey of the Incident Solar Radiation in Brazil by use of Meteosat Satellite Data”, Solar Energy, Vol. 57, No. 2, pp. 125-132, 1996.
18. PEREIRA, E. B. Martins, F. R.; ABREU S. L.; RÜTHER R.- Atlas brasileiro de energia solar; – São José dos Campos: INPE, 2006.il. 60p.



XII SIBESA

XII Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental
2014



19. PURINI, S.R. - Programa educacional Jc na escola: promovendo a leitura: JC na Escola - Ciência; organizado por Sérgio Roberto Purini e outros Bauru; JC; São Paulo: FEBAB,2011. p.il.
20. Solar Energy- Site comercial de empresa de tecnologia fotovoltaica, disponível em: <http://www.solarenergy.com.br/servicos/recursos/> - Acesso em: 26 mai. 2013.
21. TIBA,C. et al. Atlas solarimétrico do Brasil: banco de dados terrestres. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2000.
22. 'UM BANHO DE SOL PARA O BRASIL RODRIGUES', D.&MATAJS, R.- Editora: Vitae Civilis 2005.