

AVALIAR E IDENTIFICAR O POTENCIAL DA ENERGIA SOLAR NA REGIÃO DE JUAZEIRO-BA.**Vanessa Cinthia Guimarães Silva⁽¹⁾**Engenheira Ambiental pela Faculdade Area1. e-mail: cinthiagsilva@live.com**Aiane Catarina Fernandes Faria**Engenheira Ambiental pela Faculdade Área1. e-mail: aiane.faria@gmail.com**Ricardo de Sousa Rodrigues**Meteorologista e Mestre em Meteorologia pela Universidade Federal da Paraíba- UFPB. e-mail: rodrigues.rsr@hotmail.com**RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo a utilização do modelo linear de Angstrom para estimativa da radiação solar global em Juazeiro- BA. O presente trabalho foi elaborado com a utilização de dados da Estação Agrometeorológica de Mandacaru (09°24'S, 40°26'W), no período de abril de 2013 a março de 2014, a partir de dados diários de insolação e de dados de radiação solar. O uso da Energia Solar na região de Juazeiro-BA, tecnicamente e economicamente viável, mesmo nos períodos com menos Irradiação Solar. Com o crescimento pela demanda por energia elétrica, a sociedade vai ter cada vez mais dificuldades em obtê-la. Por isso, a necessidade de desenvolver projetos para a exploração de novas fontes de energias e o uso de novas tecnologias, que proporcionem um desenvolvimento de maneira mais sustentável. Os estudos e análises tiveram como principal componente a determinação do potencial de energia solar da região de Juazeiro-BA, por meio de dados meteorológicos, sendo desenvolvidas planilhas eletrônicas em Excel (versão 2010).

PALAVRAS-CHAVE: Radiação Solar, modelo linear de Angstrom, Potencial energético.**INTRODUÇÃO**

A fonte de energia injetada no planeta é proveniente do Sol e que, de acordo com BARRY (2013), está constantemente liberando uma parte de sua massa por meio de ondas irradiantes de energia eletromagnética e partículas de alta energia para o espaço. Esse mesmo autor, também afirma que a emissão é praticamente constante e representa toda a energia disponível para a Terra. Com o crescimento pela demanda por energia elétrica, a sociedade vai ter cada vez mais dificuldades em obtê-la. Por isso, a necessidade de desenvolver projetos para a exploração de novas fontes de energias e o uso de novas tecnologias, que proporcionem um desenvolvimento de maneira mais sustentável.

A radiação solar é uma opção “limpa” e renovável de produção de energia. Essa forma de energia radiante de natureza eletromagnética que pode ser transmitida através do espaço com a velocidade de $300.000 \text{ km s}^{-1}$. A Energia Solar é gratuita, renovável e não poluente; essa energia que chega a Terra, parte é absorvida nas camadas externas da atmosfera, parte é refletiva para o espaço e a outra parte chega à superfície (LENZI, 2009).

Dentre as vantagens de se utilizar a Energia solar pode-se destacar:

- A Energia Solar é gratuita, renovável (LENZI, 2009);
- Não há emissão de gases poluentes ou ruídos
- Ao longo de um ano, o sistema gera, em média, aproximadamente 2.6 MWh de energia elétrica, o suficiente para atender à demanda de uma residência urbana média e energeticamente eficiente no mesmo período (Rüther, 2004).
- Não necessita de turbinas ou geradores para a produção de energia;
- O processo de fabrico das tecnologias solares não prejudica o meio ambiente;
- Os custos dos painéis solares vêm caindo, a manutenção das centrais é mínima, pois têm uma vida de longa duração tornando a Energia Solar economicamente viável;
- No Brasil a Energia Solar é viável em praticamente todo o território;
- O investimento é alto inicialmente, mas rapidamente recupera-se com a diminuição nas contas da eletricidade;

- Se precisar de mais energia, podem-se adicionar mais painéis solares ao sistema existente;
- Não apresenta risco aos seus usuários;

Já as desvantagens, de acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), considera-se impacto ambiental:

“qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causadas por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetam:”

- a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- as atividades sociais e econômicas;
- a biota;
- as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- a qualidade dos recursos ambientais.

Diante desse contexto, as desvantagens sobre a utilização da Energia Solar são:

- As formas de armazenamento da Energia Solar, de acordo com Rüther (1999), comparadas às outras fontes de energia (combustível fóssil, biomassa etc.) é pouco eficiente;
- Devido ao alto valor do silício e alto consumo de energia para fabricação do painel, torna-se um alto custo;
- A utilização de Energia Solar se não houver o posicionamento certo, a inclinação ideal o projeto se torna ineficiente, exigindo então técnicas específicas;
- A produção aumenta no verão e diminui no inverno;
- A noite não há produção de energia sendo então necessário que haja um sistema de armazenamento dessa energia produzida durante o dia;
- As variações climáticas influenciam na quantidade de energia produzida e regiões com muitas nuvens também podem apresentar essas variações na produção.

OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal avaliar o potencial energético solar da região de Juazeiro-BA. Utilizando os dados da Estação Agrometeorológica de Mandacaru (Latitude: 09°24'S, longitude: 40°26'W e altitude: 375m), no período de abril de 2013 a março de 2014, a partir de dados diários de insolação e de dados de radiação solar.

METODOLOGIA

O Município de Juazeiro possui uma área territorial de aproximadamente de 5620 km² (ver na figura 01) e está localizado, na região de planejamento do Baixo Médio São Francisco do Estado da Bahia.

Figura 1: Localização de Juazeiro-BA



A principal metodologia utilizada foi à pesquisa bibliográfica como fonte de dados, o levantamento da disponibilidade de energia solar à superfície através do modelo linear de Angstrom para estimativa da radiação, os cálculos foram desenvolvidos em planilhas eletrônicas em Excel (versão 2010). Os dados foram retirados da Estação Agrometeorologia de Mandacaru, da Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em Juazeiro-BA, no período de abril de 2013 a março de 2014, a partir de dados diários de insolação e de dados de radiação solar. Sendo que os valores da Radiação estão em langley por dia que é equivalente a 11,622Wh (m². dia) = 0,48425 W/m². (SILVA, 2012).

Foram utilizados os cálculos para a equação de Radiação Global (R_g),

$$R_g = \frac{1}{\pi} G_{sc} d_r [\omega_s \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \sin \omega_s], \quad \text{equação (1)}$$

$$d_r = 1 + 0,033 \cos\left(\frac{2\pi}{365} J\right) \quad \text{equação (2)}$$

$$\delta = 0,409 \sin\left(\frac{2\pi}{365} J - 1,39\right) \quad \text{equação (3)}$$

$$\omega_s = \arccos[-\tan(\varphi) \cdot \tan(\delta)]. \quad \text{equação (4)}$$

Onde G_{sc} - constante solar = 1367 Wm^{-2} , d_r - inverso da distância relativa Terra-Sol, ω_s - ângulo do horário ao pôr do Sol, φ - latitude (rad) e δ - declinação Solar.

A Distância média Sol-Terra tem como inverso, d_r e a declinação Solar, δ .

O fotoperíodo foi obtido utilizando a equação:

$$N = \frac{24}{\pi} \omega_s \quad \text{equação (5)}$$

A equação de Angström utilizada foi :

$$Q_g = Q_o \left[a + b \frac{n}{N} \right]$$

equação (6)

Onde Q_g é a Radiação Solar ao nível do solo (ly/dia); Q_o é a Radiação Solar no topo da atmosfera (ly/dia); $\frac{n}{N}$ é a razão de insolação, “a” e “b” são parâmetros da reta de regressão.

Essa equação de regressão linear simples entre a razão de insolação e de radiação solar global serve para estimar a radiação solar global, tendo como base os dados de insolação (BLANCO & SENTELHAS, 2002).

As equações utilizadas para encontrar o Potencial energético foram:

$$E_p = \frac{ER}{0,9}$$

equação (7)

Podemos considerar a Energia que o Painel deve gerar (E_p) como sendo igual à Energia Real (ER):

$$E_p = ER$$

equação (8)

$$HSP = H_c \cdot K$$

equação (9)

HSP = Potencial energético do local da instalação, no plano do painel (Horas de Sol Pleno em kWh/dia em média mensal),

HC = Energia solar incidente no local da instalação (em kWh/m²),

E_p = Energia que o Painel deverá gerar diariamente (em Wh/dia);

ER = Energia Real diária (já computadas as perdas).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

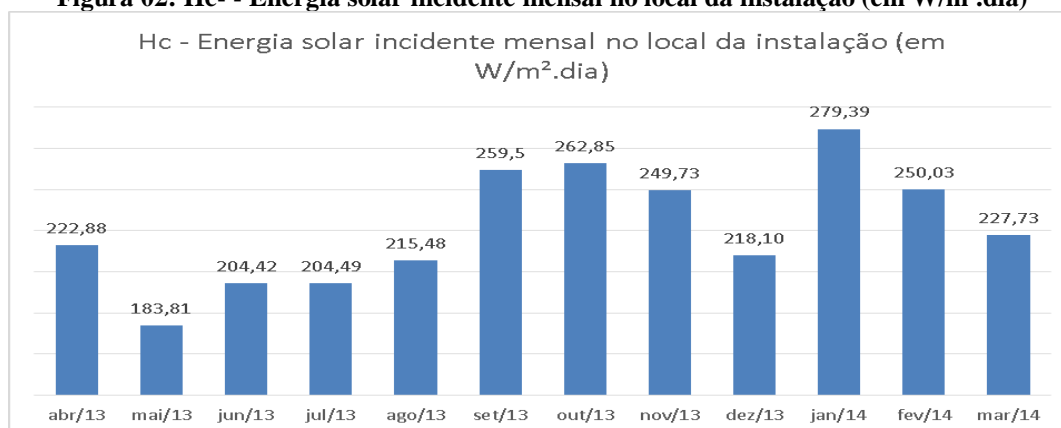
A simulação deste estudo é realizada do período de abril de 2013 a março de 2014, a partir de dados diários de insolação e de dados de radiação solar, retirados da Estação Agrometeorológica de Mandacaru (Juazeiro-BA 09°24'S, 40°26'W).

Sabendo-se que estes coeficientes “a” e “b” dependem da camada atmosférica a ser atravessada pela radiação solar, sendo influenciada pela época do ano. Na Tabela 01, são apresentados os coeficientes de “a” e “b” da equação de Angström para região de Juazeiro-BA. Observou-se que o valor maior do coeficiente “a” está presente no mês fevereiro de 2014 e o mês em que foi menor foi no mês Julho de 2013. Já para o coeficiente “b” o menor valor está presente no mês de fevereiro de 2014. Percebendo-se então que os valores de “a” e “b” variam entre os meses. Os valores para o Fator de Correção “K” (ver tabela 02) foram utilizados para encontrar os valores para HSP = Potencial energético do local da instalação, no plano do painel (Horas de Sol Pleno em kWh/dia em média mensal).

Tabela 01: Coeficientes de Angström “a” e “b”

Mês	a	b
Abril/2013	0,27	0,30
Mai/2013	0,26	0,31
Junho/2013	0,26	0,30
Julho/2013	0,23	0,35
Agosto/2013	0,24	0,35
Setembro/2013	0,25	0,34
Outubro/2013	0,25	0,35
Novembro/2013	0,26	0,30
Dezembro/2013	0,27	0,31
Janeiro/2014	0,26	0,32
Fevereiro/2014	0,30	0,28
Março/2014	0,28	0,29

Em seguida foram reportados os cálculo efetuado de Hc - Energia solar incidente diária , HSP - Potencial energético diário do local, ER- Energia Real diária para os meses de Abril/2013 a Março/ 2014 como podemos ver nas figuras 02 a 05.

Figura 02: Hc- - Energia solar incidente mensal no local da instalação (em W/m².dia)

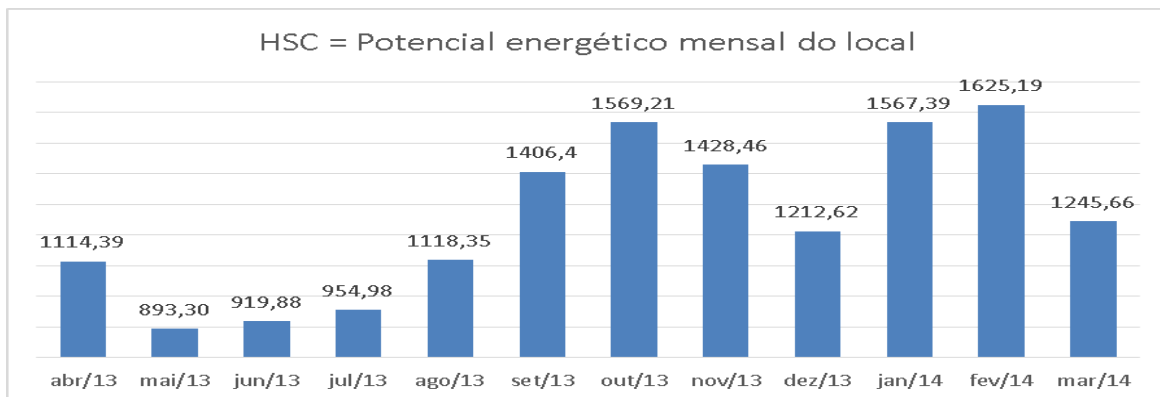
Os valores para o Fator de Correção “K”(ver Tabela 02) foram utilizados para encontrar os valores para HSP = Potencial energético do local da instalação, no plano do painel (Horas de Sol Pleno em kWh/dia em média mensal).

Tabela 02: valor do Fator de Correção K

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
5,61	6,5	5,47	5	4,86	4,5	4,67	5,19	5,42	5,97	5,72	5,56	5,37

Na Figura 03 a seguir, os meses de maio e junho são marcados pelos menores valores de horas de sol disponíveis, enquanto que os meses de outubro e fevereiro possuem os dias com maiores horas de insolação, entretanto, mesmo em períodos com menor exposição à luz solar a radiação média recebida nos meses de maio, junho e julho ultrapassam os 2768,16 W/m² por dia, marcando 893,90;919,88 e 954,98W/m².dia respectivamente.

Figura 03: HSC - Potencial energético mensal do local



Os meses de maio e junho são marcados pelos menores valores de horas de sol disponíveis, enquanto que os meses de outubro e fevereiro possuem os dias com maiores horas de insolação, entretanto, mesmo em períodos com menor exposição à luz solar a radiação média recebida nos meses de maio, junho e julho ultrapassam os 2768,16 W/m² por dia, marcando 893,90;919,88 e 954,98W/m².dia respectivamente.

Da análise das Figuras 04 e 05, referentes aos valores de Irradiação solar diária média e HSC- Potencial Energético Mensal do local, pode se inferir que a região de Juazeiro, BA, apresenta condições gerais propícias para utilização do recurso da Energia Solar.

Figura 04: ER - Energia Real Mesal

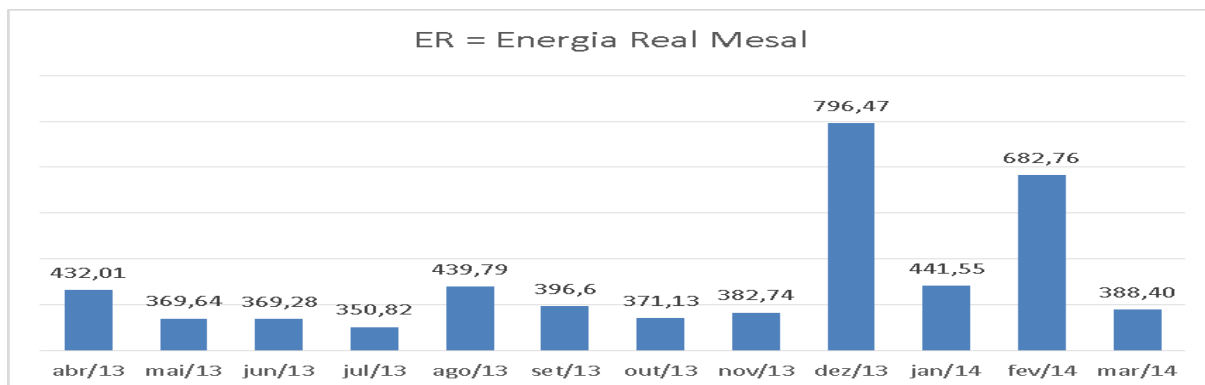
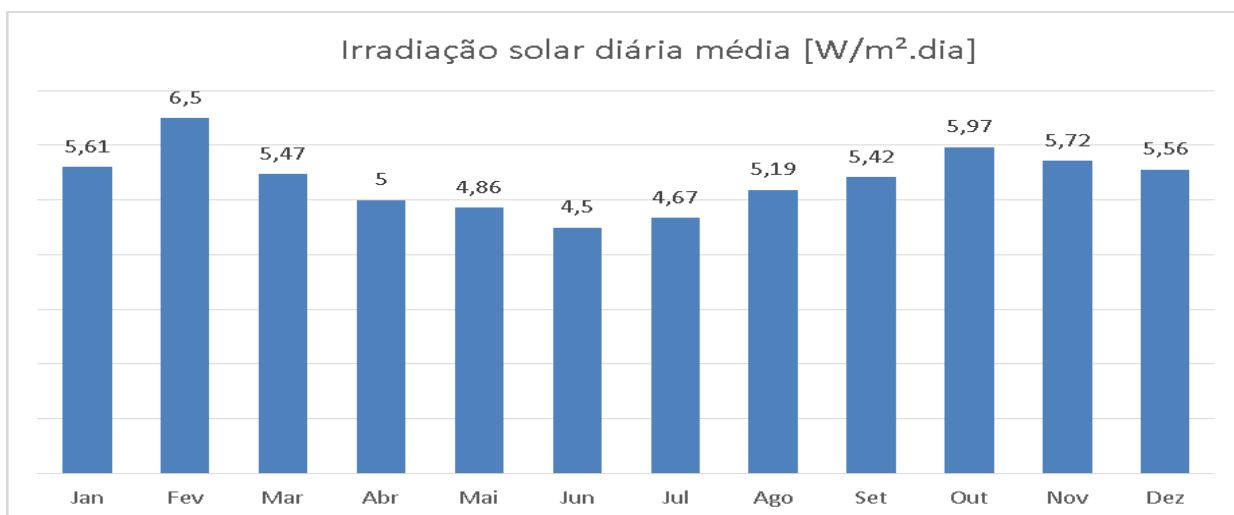


Figura 05: Irradiação solar diária média [W/m².dia]



CONCLUSÃO

A Bahia vem se destacando com o crescimento da geração de energia em fontes renováveis, o que contribui para aumentar a segurança energética, a criação de maiores oportunidades de trabalho e o custo/benefício em longo prazo é reduzido. Sendo uma das alternativas mais viáveis para região de Juazeiro-BA. O uso da Energia Solar na região de Juazeiro-BA, tecnicamente e economicamente viável, mesmo nos períodos com menos Irradiação Solar. De acordo com o Atlas Brasileiro de Energia Solar, o território da Alemanha apresenta valores bem inferiores comparada a Juazeiro-BA, é considerada país líder mundial no setor de aproveitamento de energia solar.

Com os dados obtidos e discutidos anteriormente, conclui-se que entre os meses de outubro de 2013 a Fevereiro de 2014 apresentou valores no Potencial Energético mensal propício para a utilização da Energia Solar na região de Juazeiro-BA. Já entre nos meses entre Maio de 2013 a Julho de 2013, apresentam valores baixos devido à estação do ano, consequências da umidade do ar; sendo suprida no decorrer dos meses. A alternativa de utilização de Energia Solar na região traria geração de empregos para região, benefícios para o meio ambiente, como a diminuição da queima de combustíveis fósseis, os impactos ao meio ambiente durante a instalação e utilização são pequenos quando comparadas as outras fontes de energia. Portanto, a região de Juazeiro-BA apresenta valores suficientes para geração de energia solar durante o ano inteiro.

REFERENCIAS

BARRY, Roger G.. Atmosfera, tempo e clima/ Roger G. Barry, Richard J. Chorley; tradução: Ronaldo Cataldo Costa; revisão técnica: Francisco Eliseu Aquino.-9ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

LENZI, Ervim. Introdução à química da atmosfera: ciência, vida e sobrevivência/Ervin Lenzi, Luiza Otilia Bortotti Favero.- Rio de Janeiro: LTC, 2009.

SILVA, Glauciene Justino Ferreira da, SEVERO, Thiago Emmanuel Araújo. Potencial/Aproveitamento de Energia Solar e Eólica no Semiárido Nordestino: Um Estudo de Caso em Juazeiro – BA nos Anos de 2000 a 2009. Revista Brasileira de Geografia Física 03, página 586-599. UFPE - Universidade Federal de Pernambuco, 2012.

RÜTHER, Ricardo. Demonstrating the Superior Performance of Thin-Film Amorphous Silicon for Building-Integrated Photovoltaic Systems in Warm Climates. ISES 1999 Solar World Congress - International Solar Energy Society, Jerusalem, Israel, 1999.

_____ Edifícios solares fotovoltaicos: o potencial da geração de energia fotovoltaica integrada a edificações urbanas e interligada à rede elétrica pública no Brasil. 1. ed. Florianópolis: UFSC/LABSOLAR, 2004.