Unisanta Science and Technology, **2019, 3, July**
Published Online 2019 Vol.8 N°1 http://periodicos.unisanta.br/index.php/sat)

UNISANTA
Science and Technology
ISSN 2317-1316

Usina fotovoltaica: Simulação para Energia Renovável no Vale do Açú-RN - Brasil

Guilherme Ianusckiewicz Marques[1,2], Karina Tamião de Campos Roseno[1,2], Irio Nizzoli Filho[1]

UNISANTA[1] – Universidade Santa Cecília – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica - PPGEMec
Rua Oswaldo Cruz, 266 - Santos-SP, Brasil - CEP: 11045-100

POLI-USP[2] - Escola Politécnica da USP – Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia Química - São Paulo-SP, Brasil

E-mail: *alexguimarques@hotmail.com*
Received December, 2018

Resumo: Pela localização geográfica do Brasil, em virtude de estar próximo à linha do Equador, recebe alta incidência de sol durante todo o dia, com pouca variação ao longo das estações do ano, sendo o país que mais recebe esta fonte no mundo contando com mais de 3 mil horas de brilho do sol, correspondendo a uma incidência solar diária que pode ir de 4.500 a 6.300 Wh/m², possuindo um grande potencial para o aproveitamento desta fonte para geração de energia elétrica, através de sistemas fotovoltaicos, apesar de seu uso ser pouco aproveitado com apenas 0,05% de utilização. Este trabalho objetivou realizar uma simulação para identificar o potencial de energia fotovoltaica no Rio Grande do Norte, na microrregião do Vale do Açú. Utilizando o programa *SunData*, com as latitudes e longitudes, da região pesquisada, foram encontradas as médias da irradiação solar. Foram elaborados cálculos matemáticos para determinar as correlações entre as componentes da radiação nos planos horizontal e inclinado, além de dados referentes a infraestrutura da região, para se determinar se esta microrregião possui condições para a implantação de uma usina solar fotovoltaica.

Palavras chave: Incidência solar; Energia fotovoltaica; Usina solar.

Photovoltaic plant: Renewable Energy Solution in the Açú Valley-RN –Brazil

Abstract: Due to the geographic location of Brazil, due to its proximity to the Equator, it receives a high incidence of sun throughout the day, with little variation throughout the seasons, being the country that receives the most source in the world with more than 3,000 hours of sunshine, corresponding to a daily solar incidence that can range from 4,500 to 6,300 Wh/m², having a great potential for the use of this source for electric energy generation, through photovoltaic systems, although its use is little used with only 0.05% of use. This work aimed to simulate the potential of photovoltaic energy in Rio Grande do Norte, in the microregion of the Açu Valley. Using the SunData program, with the latitudes and longitudes, of the searched region, the means of solar irradiation were found. Mathematical calculations were used to determine the correlation between horizontal and inclined radiation components, as well as data on the region's infrastructure, to determine if this micro-region has the conditions for the implantation of a solar photovoltaic power plant.

Keywords: Solar incidence; Photovoltaics; Solar power plant.

1. Introdução

Um dos principais fatores de crescimento econômico e do desenvolvimento deve-se a demanda adequada de energia, com o rápido crescimento populacional e, con-sequentemente, um maior consumo de energia ocorre um aumento mais amplo do uso de combustíveis fósseis. Porém, o fenômeno do aquecimento global causado pelo grande uso desses combustíveis tornou-se uma questão global iminente.

Copyright © 2019 ISESC.

Para amenizar este problema pesquisadores de todo o mundo desenvolveram o uso de recursos energéticos sustentáveis e hoje muitos países já adotaram planos nacionais para diminuir a dependência de energia fóssil e viabilizar o crescimento da utilização de energias renováveis.

O grande diferencial dos recursos energéticos renováveis é que são limpos e amplamente disponíveis e possibilitam uma série de benefícios ambientais e econômicos que os diferem dos recursos energéticos convencionais [15]**.** Energia renovável é a denominação utilizada para as fontes naturais de energia que são capazes de se regenerar e, desta forma, nunca se esgotam. As fontes de energia renovável poluem pouco e não chegam a atingir com gravidade o meio ambiente por serem consideradas energias limpas [14]. Dentre estes recursos renováveis encontra-se a energia solar que na última década têm sido motivo de muitas pesquisas e nos dias de hoje seu uso tornou-se uma tendência mundial e como resultado há um grande número de empresas voltadas a fabricação de painéis solares. Provavelmente a energia solar é o tipo mais conhecido de fontes renováveis e um dos recursos mais significativos para a produção de energia econômica, limpa e sustentável [15]**.**

Segundo Tolmasquim[16], a energia solar que se consegue diretamente do sol pode ser usada na forma passiva, uso mais comum na arquitetura bioclimática, e, também, na forma ativa, meio em que se usam recursos capazes de convertê-la diretamente em energia elétrica, através dos painéis fotovoltaicos ou em energia térmica por meio de coletores planos e concentradores.

O Brasil tem um grande potencial para geração de energia elétrica a partir de fonte solar por possuir níveis de irradiação solar superiores a alguns países como Alemanha, França e Espanha que contam com projetos para aproveitamento de energia solar muito avançados. Neste sentido, a Alemanha, que mesmo recebendo menor radiação solar que o Brasil, é um país de destaques nos avanços do setor de energia solar no mundo e está à frente da nação brasileira no uso dessa fonte, porém, destaca-se que ambos os países possuem acordo de cooperação no setor energético renovável [17].

Apesar do território brasileiro contar com altos níveis de irradiação solar seu uso para geração de energia elétrica não é totalmente aproveitado contando com apenas 0,05% de utilização desta fonte. Com a celebração do Acordo de Paris na COP21 (Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas) no ano de 2015, onde o Brasil assumiu compromisso de redução de emissões de gases de efeito estufa, em 2025 e 2030, respectivamente em 37% e 43% em relação aos níveis de 2005, a utilização de recursos renováveis torna-se primordial para alcançar estes números, pois será necessário aumentar o uso de fontes de energia não fóssil, em pelo menos 23% até 2030, principalmente pelo aumento da participação das fontes solares, eólica ebiomassa [12]. Uma usina solar fotovoltaica é um enorme sistema que usa dos mesmos equipamentos para gerar energia elétrica a partir da luz do sol. A diferença está no tamanho e complexidade do projeto, assim como na finalidade a que se remete a energia gerada. Ela utiliza milhares ou mesmo centenas de milhares de módulos fotovoltaicos para gerar energia, os quais ocupam milhares de quilômetros quadrados de extensão, esses módulos (conhecidos popularmente como placas solares) podem ser instalados em terra ou mesmo sobre a água de represas, rios ou mares, por meio de sistemas de flutuamento.

Em terra, esses módulos ainda podem ser instalados sobre estruturas chamadas de *trackers*, que movem o painel conforme o deslocamento do sol no céu para otimizar a captação da luz e, assim, aumentar a geração de energia. Kalogirou [6] definiu coletores ou placas solares como trocadores de calor que transformam radiação solar em calor.

O coletor recebe a radiação solar, transforma em calor, e transfere esse calor para um fluido (ar, água ou óleo). De maneira oposta aos sistemas fotovoltaicos residenciais ou comerciais, na qual a energia é gerada para ser consumida, na usina solar a enorme carga gerada de forma centralizada e em grande quantidade é destinada para a venda e distribuição na rede elétrica.

Recentemente, os incentivos fiscais para a geração de energia fotovoltaica começaram a ser implantados. Hoje o incentivo existente em âmbito federal é a isenção do ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços). O Convênio ICMS nº 42/2018, publicado no Diário Oficial da União do dia 17 de maio de 2018, onde o Conselho Nacional de Política Fazendária [3], firma convênio quepassará a beneficiar todos os Estados da Federação, abrangendo 100% da população, empresas e produtores rurais do Paíspara a energia gerada pelas unidades e devolvida à rede de distribuição. Como a alíquota deste imposto é em média 25% (varia de acordo com o estado), a isenção do mesmo representa ganho considerável no tempo de retorno do investimento para quem priorizar por gerar sua própria energia, objetivando tornar cada vez mais viável economicamente os sistemas de geração de energia fotovoltaica.

Por estar localizado próximo à linha do Equador, o país recebe alta incidência de sol durante todo o dia, com pouca variação ao longo das estações do ano, em função das características de translação do planeta.

Segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar[13], o país recebe, durante todo o ano, mais de 3 mil horas de brilho do sol, correspondendo a uma incidência solar diária que pode ir de 4.500 a 6.300 Wh/m²[8], portanto, o Brasil é o país que mais recebe irradiação solar em todo o mundo, conforme Figura 1.

Copyright © 2019 ISESC



Figura 1. Radiação solar no Brasil.
Fonte: MARTINS, et.al. 2005 [10].

A Região Nordeste do Brasil possui uma área territorial de 1.558.196 km²,correspondendo a 18% do território nacional e que apresenta a maior disponibilidade energética em virtude de sua localização mais próxima à linha do Equador, seguidas pelo Centro-Oeste e Sudeste. A região Norte, também bem posicionada nesse sentido, recebe menos incidência solar, por ter características climáticas e geográficas que diminuem o alcance da radiação. O Nordeste apresenta elevados valores de médias anuais de temperatura do ar, que variam de 20 a 28 °C e com 5,9 kWh/m² de radiação global média, esta região se destaca também pela baixa diferenciação de incidência durante o ano, conforme consta no Atlas Brasileiro de Energia Solar [13]. Apesar das variações regionais, porém, é pequena a diferença entre os índices de radiação registrados nas cinco diferentes regiões brasileiras. A região Sul, por exemplo, recebe a média de 5,0 kWh/m² por ano de incidência solar, valor acima do registrado em países como a Alemanha.

1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objeto simular o potencial de energia fotovoltaica no Rio Grande do Norte, na microrregião do Vale do Açú utilizando o programa SunData para determinar as médias da irradiação solar e avaliar a infraestrutura da região para estipular se ela possui condições para a implantação de uma usina solar fotovoltaica.

2. Materiais e Métodos

21. Estado do Rio Grande do Norte

O Estado do Rio Grande do Norte está localizado no extremo nordeste do Brasil, está situado entre os paralelos 6°58'57"S e 4°49'53"S e os meridianos 38°34'54"W e 34°58'08"W, ocupando uma área territorial de 53.307 km, sendo 3,42% da área do Nordeste e representa 0,62% do território brasileiro. Seus limites são formados com o Oceano Atlântico ao leste e norte, e com os Estados da Paraíba, ao sul e Ceará a oeste, e conta com 167 municípios. O litoral, com extensão da ordem de 400 km, apresenta uma grande área de dunas e formações arenosas, orientadas segundo a direção dos ventos alísios, intensos e constantes nesta região da costa brasileira. Com exceção da porção sudeste, onde o clima semi-úmido propicia um maior desenvolvimento da vegetação verde, o restante do território possui clima semiárido, com mais de sete meses de duração do período seco anual, resultando no domínio da vegetação xerófila seca e esparsa (caatinga). Os mais altos valores de insolação estão localizados na região sudoeste, onde encontra-se a microrregião do Vale do Açú. A Figura 2, mostra as características geográficas do Estado do Rio Grande do Norte[1], através do mosaico *Landsat* 5, sobreposto ao modelo de relevo do Estado, com a escala vertical elevada em 10 vezes, onde foi feita uma adaptação pelo autor (círculo 1), demonstrando a microrregião de maior incidência solar no Estado.

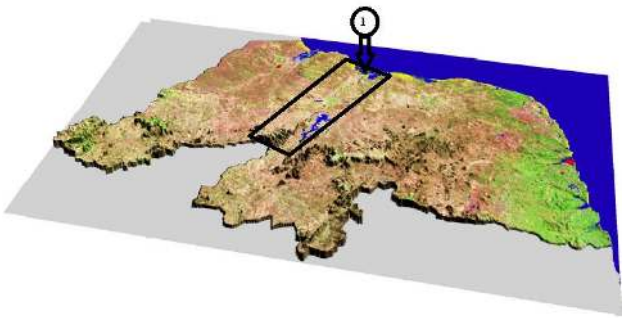


Figura 2. Microrregião do Vale do Açú (1).
Fonte: AMARANTE et al., 2003 [1], adaptado pelo autor**.**

Copyright © 2019 ISESC

2.2. Dados relativos a microrregião do Vale do Açú.

Entre os vários fatores, os quais tem que considerar na hora de prospecção do terreno ideal para uma usina solar, o primeiro e mais importante é a radiação solar. Além da radiação é significativo também considerar a infraestrutura do *grid* público, a geografia e geologia do terreno para facilitar a construção (plano e sem rochas) o acesso rodoviário, recurso hídrico e, também, a rede de transmissão para poder injetar a energia.

- Área: 4 708,834 km².
- População: 155 043 hab. *est. 2007*.
- Densidade: 31.9 hab./km².
- Principais Rodovias: BR 110, BR 405, BR 304, RN015 e RN 117.
- Cidades próximas: Assu, Jucurutu, Ipangaçú, Pendências, Alto do Rodrigues.
- Geomorfologia: Planície costeiras e Planície fluviais (planícies designam as superfícies planas de baixas altitudes (com até 100 m), formadas por rochas sedimentares. As costeiras ou litorâneas correspondem aos terrenos planos próximos à região litorânea, já as planícies fluviais são formadas pela ação de um rio, ou seja, pela decomposição de sedimentos dos rios.
- Recursos Hídricos: Bacias dos Rios Piranhas-Açú e Apodi-Mossoró.
- Clima: Dominante quente e semiárido úmido, com umidade relativa média acima de 60%.
- Pluviometria: Média anual de 375,67mm.
- Média de irradiação solar: 6.250 wh/m² /dia.
- Temperatura: Altas variando entre 26º a 29ºC.
- Rede de energia elétrica: Satisfatória.
- Velocidade média do vento: 4,78m/s.

A Figura 3 apresenta a foto satélite da microrregião do Vale do Açú.



Figura 3. Foto satélite da microrregião do Vale do Açú. Fonte: Miranda; Coutinho, 2004 [11].

3. Fundamentos teóricos.

3.1. Radiação solar global em um plano inclinado (kW/m²). Foi utilizado o Modelo de Perez, disposto na Equação 1.

$$I_t = I_{dir} \cdot \left(1 - \frac{Hd}{H}\right) \cdot R_b + I_{dif} \cdot \left(\frac{1+\cos\beta}{2}\right) + I_{gh} \cdot \rho \cdot \left(\frac{1-\cos\beta}{2}\right) \quad (1)$$

Em que:
I_t – Irradiância solar global em um plano inclinado (W/m²);
*I*dir – Irradiância solar global horizontal (W/m²);
*I*dif – Irradiância solar difusa na superfície horizontal (W/m²);
*I*gh – Irradiância global horizontal (W/m²);
Rb– Fator geométrico constante igual a 1;
β – Inclinação do painel solar 45° (graus);
ρ – Albedo (%);
$\frac{H_d}{H}$ – Relação entre a radiação média do feixe diário na superfície inclinada e a horizontal (W/m²).

3.2. Fator geométrico *R*d**,** é dado pela Equação 2 [7].

$$R_D = \frac{G_{D,t}}{G_D} = \frac{\cos\theta}{\cos\theta_z} \quad (2)$$

Em que:
θ – Ângulo de incidência (graus);
θz – Ângulo zenital solar (graus).

3.3. Cálculo da irradiação direta incidente no plano horizontal (W/m²), Equação 3 (Lei dos Cossenos de Lambert).

$$I_{dir} = .\cos\theta z \quad (3)$$

Onde:
*I*dir – Irradiância solar global horizontal (W/m²);
I solar– Feixe de irradiancia solar (W/m²);
θz – Ângulo zenital solar (graus).

3.4. Cálculo da radiação difusa de céu claro no plano horizontal na Terra, disposta na Equação 4 [9].

$$I_{dif} = \text{Idir}\,(1 + 0{,}033\cos\frac{360n}{365}) \quad (4)$$

Em que:
*I*dif – Irradiância solar difusa na superfície horizontal (W/m²);
*I*dir – Irradiância solar global horizontal (W/m²);
n – É o enésimo dia do ano.

Copyright © 2019 ISESC

3.5. Cálculo da irradiação global horizontal, mostrado na Equação 5 [4].

$$I_{gh} = I_{dir} + I_{dif} \quad (5)$$

Sendo:
*I*gh – Irradiância global horizontal (W/m²);
*I*dir – Irradiância solar global horizontal (W/m²);
*I*dif – Irradiância solar difusa na superfície horizontal (W/m²).

3.6. Cálculo do Albedo, demonstrado na Equação 6 [2].

$$\rho = \frac{\pi \cdot L_{\gamma i}}{k_{\gamma i} \cdot cosZ \cdot d_r} \quad (6)$$

Onde:
Lyi– Radiância espectral de cada banda;
Kyi– Irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera;
Z – Ângulo zenital solar (graus);
dr – Quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol (r0) e a distância Terra Sol (r) em dado dia do ano.

4. Coordenadas geográficas e planos horizontal e inclinado.

Foi utilizado o programa Sun Data de busca de localidades próximas que é feito por meio da coordenada geográficas (latitude e longitude) do ponto de interesse. Foi usado para o formato numérico de entrada da coordenada geográfica minutos e segundos (00°00'00").

Apesar do programa fornecer os dados de irradiação solar para três localidades disponíveis próximas do ponto de interesse, houve a opção por somente uma localidade.

Os valores de irradiação solar, em kWh/m^2.dia no plano horizontal, que é a soma das radiações direta e difusa, correspondentes às diárias médias mensais para os doze meses do ano. Já para o plano inclinado, que engloba, além das componentes direta e difusa, o acréscimo de uma parcela de radiação refletida na superfície e dos elementos ao redor.

As tabelas mostram os valores de irradiação solar convertidos do plano horizontal para planos inclinados com três diferentes ângulos de inclinação em relação ao plano horizontal:

- o ângulo igual à latitude;
- o ângulo que fornece o maior valor médio diário anual de irradiação solar;
- o ângulo que fornece o maior valor mínimo diário anual de irradiação solar [5].

Foi inserido a latitude e a longitude no software *SunData* fornecido pelo CRESESB [5] na microrregião pesquisada.

4 resultados

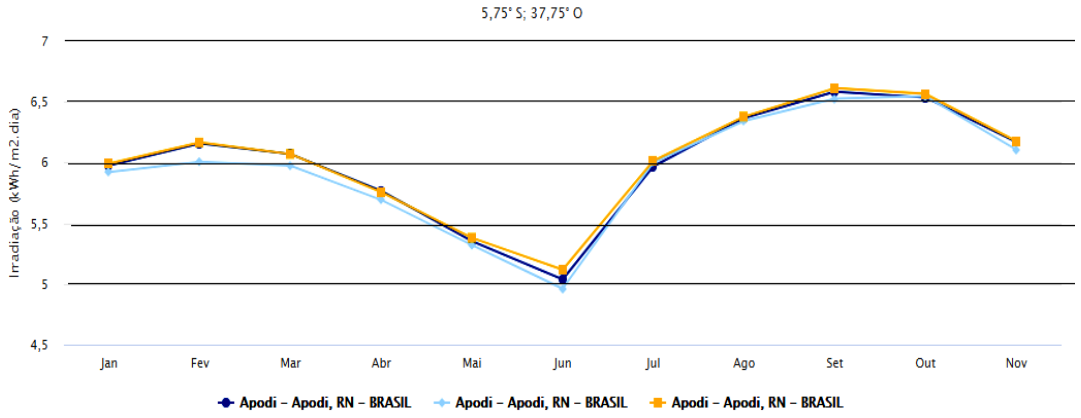
Os dados, referentes as coordenadas geográficas e os planos horizontal e inclinado, são demonstrados nas Tabelas 1 e 2 e graficos 1 e 2.

A Tabela 3, apresenta os resultados dos cálculos matemáticos para se obter a melhor condição de inclinação dos painéis fotovoltaicos.

Tabela 1. Plano horizontal.

Estação	Município	UF	País	Irradiação solar diária média [kWh/m^2.dia]																
				Latitude [°]	Longitude [°]	Distância [km]	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
Apodi	Apodi	RN	BRASIL	5,701° S	37,749° O	5,5	5,98	6,16	6,07	5,77	5,35	5,04	5,33	5,97	6,37	6,59	6,54	6,17	5,94	1,55
Apodi	Apodi	RN	BRASIL	5,801° S	37,749° O	5,7	5,92	6,01	5,97	5,69	5,32	4,96	5,31	6,00	6,34	6,53	6,55	6,11	5,89	1,59
Apodi	Apodi	RN	BRASIL	5,701° S	37,849° O	12,2	5,99	6,17	6,07	5,76	5,38	5,12	5,40	6,02	6,38	6,61	6,57	6,18	5,97	1,50

Gráfico 1. Irradiação solar no plano horizontal.



Copyright © 2019 ISESC

Tabela 2. Plano inclinado.

Estação: Apodi
Município: Apodi , RN - BRASIL
Latitude: 5,701° S
Longitude: 37,749° O
Distância do ponto de ref. (5,75° S; 37,75° O) :5,5 km

Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m².dia]													
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
Plano Horizontal	0° N	5,98	6,16	6,07	5,77	5,35	5,04	5,33	5,97	6,37	6,59	6,54	6,17	5,94	1,55
Ângulo igual a latitude	6° N	5,75	6,02	6,06	5,90	5,59	5,31	5,60	6,17	6,42	6,48	6,30	5,90	5,96	1,17
Maior média anual	5° N	5,79	6,05	6,07	5,88	5,55	5,27	5,56	6,14	6,41	6,50	6,34	5,95	5,96	1,23
Maior mínimo mensal	11° N	5,53	5,87	6,01	5,97	5,75	5,51	5,79	6,29	6,42	6,35	6,07	5,65	5,93	,91

Gráfico 2. Irradiação solar no plano inclinado.

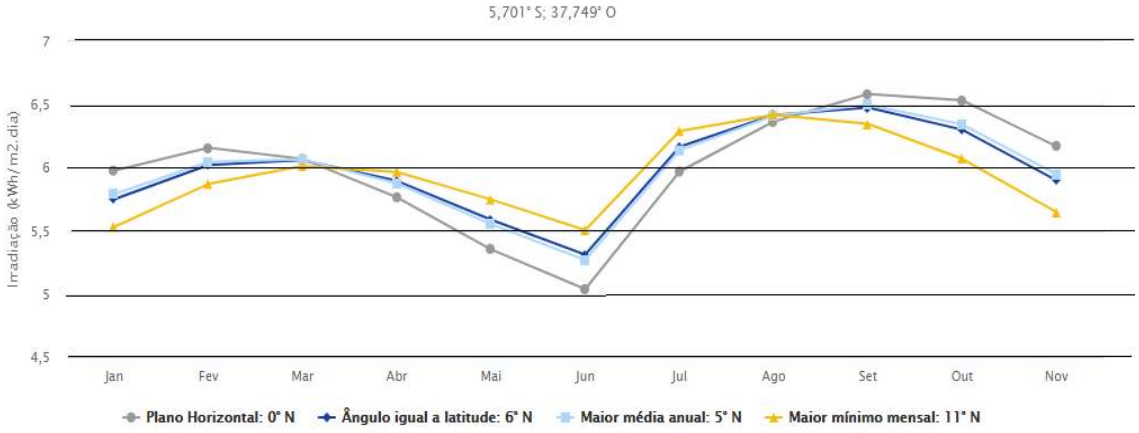


Tabela 3. Resultados dos cálculos matemáticos**.**

Microrregião	Idir	Idif	Igh	Rb	β	ρ	It
	(W/m²)	(W/m²)	(W/m²)	(adm)	(Graus)	(%)	(W/m²)
Vale do Açú	1482,5	1541,8	3024,3	1	45	30	5945

5. Discussão

A Tabela 1 e gráfico 2, irradiação solar no plano horizontal, mostram que as médias de menores incidências solar ocorreram no mês de junho, onde variou de 4,96 a 5,12 kWh/m².dia, enquanto que as maiores incidências no mês de outubro 6,61 a 6,59 kWh/m².dia. A Tabela 2 e gráfico 2, irradiação solar no plano inclinado, demonstram as menores incidência no mês de junho, tendo como maior mínimo mensal de 5,51 kWh/m².dia, enquanto que em setembro apresenta 6,42 kWh/m².dia.

A Tabela 3 exibe os resultados das Equações 1 a 6, onde a irradiação direta incidente no plano horizontal, Idir, (Equação 3) foi de 1482,5W/m². A Equação 4 (Idif) demonstra o resultado da radiação difusa de céu claro no plano horizontal na Terra 1541,8W/m² e na Equação 5, irradiação global horizontal (Igh) foi de 3024,3W/m². O fator geométrico (Rb) disposto na Equação 2, teve 1 e a inclinação do painel solar (β) foi de 45°. Já na Equação 6, cálculo do Albedo (ρ) apresentou um percentual de 30% e finalmente na Equação 1 (It), radiação solar global em um plano inclinado apresentou 5945W/m².

Copyright © 2019 ISESC

6. Conclusão

Este trabalho mostrou a microrregião do Estado do Rio Grande do Norte, Vale do Açú, com potencial de produção de energia elétrica por meio de fonte solar. Os dados referentes a região são satisfatórios, por possuir alta irradiação solar, além de contar com uma geografia e geologia do terreno com predominância à planície e bom recurso hídrico. Temperaturas altas (26ºC a 28ºC) e pouco vento (4,78 m/s). Possui uma boa infraestrutura relacionada a população, estradas e rede de transmissão, portanto, são fatores condizente com as necessidades da construção da usina. Complementando, por meio do programa *Sun Data*, foram analisados as latitudes e longitudes onde foram encontradas as médias da irradiação solar nos planos horizontal e inclinado. Conclui-se que após a análise de todos os dados, mostra que a microrregião por apresentar média próximas a 5,94 kWh/m².dia em irradiação solar no plano horizontal e no inclinado, uma infraestrutura condizente para o projeto e após a aplicação dos cálculos matemáticos, mostrando que as correlações entre as componentes da radiação, em ambos os planos, apresentaram índices satisfatórios, apontam que há viabilidade para a construção de uma usina fotovoltaica na região.

Referências

[1] Amarante, O. A. C.; Silva, F. J. L.; Filho, L. G. R.; Vidal, M.J. B. Potencial eólico do Estado do Rio Grande do Norte. COSERN - Companhia Energética do Rio Grande do Norte. Natal:RN. 2003.

[2] Cunha Dantas, F.R.; Braga, C.C.; Souza, E.P.; Silva, S.T.A. Determinação do albedo da superfície a partir de dados AVHRR/NOAA e TM/ LANDSAT-5. Revista Brasileira de Meteorologia. v.25. n.1. pp. 24 - 31. 2010.

[3] CONFAZ- Conselho Nacional de Política Fazendária- Ministério da Fazenda. Convênio ICMS nº 42/2018. Brasília:DF. 2018.

[4] Costa, R.J.R.R. Comparação de Métodos de Seguimento Solar para Sistemas Fotovoltaicos, 82f. Dissertação de Mestrado em Engenharia da Energia e do Ambiente. Universidade de Lisboa- Faculdade de Ciências- Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia. Lisboa:PT. 2011.

[5] CRESESB- Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito. 2018. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>. Acesso em: 30 mai. 2019.

[6] Kalogirou, S.A. Solar energyengineering: processes and systems. 1ª ed., Academic Press, Elsevier, EUA. 2009.

[7] Macagnan, M.H. Introdução à radiação solar. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Univ. do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo:RS. 2010.

[8] Magnoli,D.; Scalzaretto,R. Geografia, espaço, cultura e cidadania. Ed. Moderna, v.1. São Paulo:SP. 1998.

[9] Marim,F.Micrometeorologia da Radiação I: Revisão. 2016. Disponível em: <https:// edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1765618/mod_resource/content/1/Aula2_Micro_RadiacaoI.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2019.

[10] Martins, F. R.; Pereira, E. B.; Abreu, S.L. et al.. Mapas de irradiação solar para o Brasil–Resultados do Projeto SWERA. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Goiânia:GO. INPE p.3137-3145. 2005.

[11] Miranda, E.E.de; Coutinho, A.C. (Coord). Brasil visto do espaço. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite.2004.Disponível em:<http://www.cdbrasil.cnpm. embrapa.br>. Acesso em: 21 mai. 2019.

[12] Nascimento,R.L. Energia solar noBrasil:Situação e perspectivas. Câmara dos Deputados- Consultoria Legislativa. Brasília:DF. 2017**.**

[13] Pereira,E.B; Martins,F.R.; Abreu,S.L.; Ruther,R. Atlas brasileiro de energia solar. INPE- Instituo Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos:SP. 2006.

[14] Pítsica,M. Possibilidades e limites da regulação supranacional das energias renováveis: O papel da Irena. 138f. Dissertação de Mestrado em Ciência Jurídica. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica da Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI. Itajaí:SC. 2012.

[15] Razmjoo,A.S.; Heibati,S.M.; Ghadimi,M.; Qolipour,M.**;** Nasab,J.R. Using Angstrom-Prescott (A-P) Method for Estimating Monthly Global Solar Radiation in Kashan. Journal of Fundamentals of Renewable Energy and Applications.v 6. Issue 5.2016.

[16] Tolmasquim,M. T. Fontes Renováveis de Energia no Brasil. 1º ed. Editora Interciência. Rio de Janeiro:RJ. 2003. ISBN: 8571930953.

[17] Torres, A.C.; Senna, P.R. Energia solar – Análise comparativa entre Brasil e Alemanha. IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. IVº Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Salvador:BA. 2013.

Copyright © 2019 ISESC