

Análise da radiação global em Natal-RN entre abril de 2011 a março de 2012 e sua influência na produção de energia elétrica

Alexandro Vladno da Rocha¹, Cecília Caroline Andrade de Oliveira², Jessica Aline Rodrigues de Lima³, Jessica Celly de Oliveira Paula⁴, Sayonara da Silva Souza⁵

¹Professor / Coordenador do Curso de Energias Renováveis do IFRN. e-mail: alexandro.rocha@ifrn.edu.br

²Estudante do Curso Técnico em Edificações – IFRN. Bolsista da Petrobras. e-mail: cecilia_caroline_@hotmail.com

³Estudante do Curso Técnico em Eletrotécnica – IFRN. Bolsista da Petrobras. e-mail: jessdelima@hotmail.com

⁴Estudante do Curso Técnico em Eletrotécnica – IFRN. Graduando do Curso de Ciências e Tecnologia – UFRN. Bolsista da Petrobras. e-mail: jessica_9207@hotmail.com

⁵Estudante do Curso Técnico em Eletrotécnica – IFRN. Graduando do Curso de Engenharia Civil - UnP. Bolsista da Petrobras. e-mail: sayonarasilva65@hotmail.com

Resumo: Neste trabalho foi abordado um assunto que vem sendo bastante estudado, mas que ainda necessita de aperfeiçoamento: a utilização da radiação solar como fonte geradora de energia. São realizadas diariamente medições relativas à radiação solar em Natal-RN pelo Laboratório de Variáveis Ambientais Tropicais – LAVAT, e estas informações mostram quantitativamente a radiação recebida na cidade, mas ainda precisa-se de um panorama de como essa radiação pode ser aproveitada. Com base em dados coletados pela estação Solarimétrica, foram feitas médias diárias, mensais e anuais do comportamento da radiação global e sua aplicação em um modelo de painel fotovoltaico. Sendo assim, buscou-se nesta pesquisa avaliar e mostrar o potencial de Natal, utilizando-se de cálculos médios e de aplicações teóricas do comportamento da radiação solar, onde foi utilizado o método fotovoltaico de conversão e absorção para transformação da radiação em energia elétrica.

Palavras-chave: energia, fotovoltaico, Natal, radiação solar

1. INTRODUÇÃO

A radiação solar que chega à Terra é capaz de fornecer o correspondente a 10.000 vezes o consumo mundial de energia. Com isso, observa-se que o sol é uma das fontes mais promissoras, pois fornece condições de energia inesgotável e limpa.

Porém, para essa produção acontecer é necessário avaliar alguns aspectos influentes nessa matéria prima, como as variações climáticas e o movimento de rotação da terra durante um período de 365 dias, que geram barreiras para que a radiação solar chegue até a superfície terrestre (CRESESB, 1999).

Antes de atingir o solo, as características da radiação solar, como intensidade, distribuição e angulação, são afetadas e variadas devido aos efeitos de absorção e espalhamento. Essas variações dependem da espessura da camada atmosférica. Devido às mudanças climáticas e variações entre dias e noites, há uma variabilidade da radiação solar em condições de absorção e geração de energia (CRESESB, 1999).

A radiação que incide na superfície terrestre divide-se em duas: a direta e a difusa, que somadas é chamada de radiação global. Essa radiação global pode ser transformada em energia elétrica, e uma das maneiras para fazê-lo é através de sistemas baseados na conversão fotovoltaica. Desse modo, como a produção de energia não renovável vem gerando degradação da natureza e poluição do meio ambiente, a energia solar vem ganhando mais espaço no âmbito mundial.

Com isso, para que haja a utilização da energia do sol de forma eficiente, é necessário conhecer as condições das variações da radiação. Sendo assim, buscou-se analisar neste artigo, com base em dados coletados anteriormente pelo Laboratório de Variáveis Ambientais Tropicais – LAVAT, do INPE-CRN, que podem ser encontrados via internet (endereço <http://www.crn2.inpe.br/lavat>), a variação de radiação solar global de Natal a partir de 1º de abril de 2011 até 31 de março de 2012. Esses dados mostram de forma quantitativa o potencial energético da cidade e suas condições variantes.

1.1 Radiação Solar

A radiação solar que chega à superfície terrestre é de natureza direta e difusa. A direta é proveniente do disco solar, e não sofre interação com a atmosfera terrestre; é a energia que chega diretamente na superfície do solo. Já a difusa, é toda a radiação oriunda da atmosfera, ou seja, é a que provém das demais direções da atmosfera. A radiação global é, portanto, a soma dessas duas componentes (BEZERRA, 2001).

Nos trópicos e zonas temperadas onde se situam os desertos e regiões áridas é possível o total aproveitamento dos dias de sol, pois a umidade relativa é fraca, o céu é claro e praticamente sem nuvens. Devido a essa condição, essa região é considerada privilegiada em termos de radiação e insolação, e é denominada de cinturão solar da Terra. (BEZERRA, 2001).

1.2 Eficiência de um Painel Fotovoltaico

Vários fatores influenciam na eficiência de um painel, e um deles é a diferença de temperatura entre o coletor e ambiente. Quanto maior essa diferença, menor a eficiência. Além disso, o tipo de superfície absorvedora, o tamanho da superfície coberta por painéis, a intensidade da radiação, o isolamento térmico empregado, entre outros, também influenciam nessa eficiência (BEZERRA, 2001).

O painel solar consegue reter mais radiação quando ele está direcionado para o sol, de modo a receber a incidência com o mínimo de obstáculos. Como em um sistema instalado fixo geralmente não há condições para mudar o painel de posição ao longo do dia, recomenda-se que ele esteja orientado para o Norte Geográfico, caso esteja no Hemisfério Sul, e, quanto mais próximo ao Equador, o melhor posicionamento é o horizontal, porém com uma inclinação mínima para a drenagem da água na superfície externa do equipamento (CRESESB, 1999).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado a partir de dados da Estação Solarimétrica do Laboratório de Variáveis Ambientais Tropicais – LAVAT, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / Centro Regional do Nordeste, localizado em Natal-RN, a 58 m acima do nível do mar, latitude 5.8367° Sul e longitude 35.2065° Oeste, montada no topo de uma caixa d'água (SILVA, et al., 2008).

Foram coletados, via internet (endereço <http://www.crn2.inpe.br/lavat>), apenas os dados de radiação global a partir de 1º de abril de 2011 até 31 de março de 2012, que foram medidos através de um piranômetro da marca Kipp & Zonen, modelo CM11 (SILVA, et al., 2008), e os resultados de gráficos e tabelas foram gerados no software Excel 2011.

Depois de examinar as informações coletadas, foram calculadas as médias mensais, as médias diárias de todo o período (1 ano), e o desvio padrão. Após isso, dois gráficos foram construídos para análise: um do comportamento médio diário da radiação global nos 365 dias do ano (24 horas x radiação média), e outro do comportamento mensal (12 meses x radiação média).

Para o cálculo das médias e de desvio-padrão foram excluídos os dados a partir do dia 25 até o 31 do mês de outubro de 2011, devido à inconsistência dos dados medidos pela Estação Solarimétrica.

Por último, foi feita uma estimativa da produção de energia elétrica através de painéis fotovoltaicos, usando como exemplo o módulo solar LG de silício monocristalino (Figura 1), modelo LG240M1C-G1, potência máxima 240 W, tensão de máxima potência 29.7 V, corrente de máxima potência 8,10 A, tensão de circuito aberto 36,9 V, corrente de curto-circuito 8,58 A e eficiência de 14,7% (dados do fabricante do equipamento).



Figura 1 - foto do módulo solar LG.

Fonte: <<http://www.lge.com/br/empresas/produtos/solar/LG-LG240M1C-G1.jsp>>

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gráfico mostrado na Figura 2 foi construído utilizando medições da radiação global feitas a cada trinta minutos diariamente. Com as informações de cada medição, foi calculada uma média por horário com todos os dias do ano, sendo obtida uma média do comportamento da radiação solar durante o dia em Natal para o período de 01 de abril de 2011 e 31 de março de 2012.

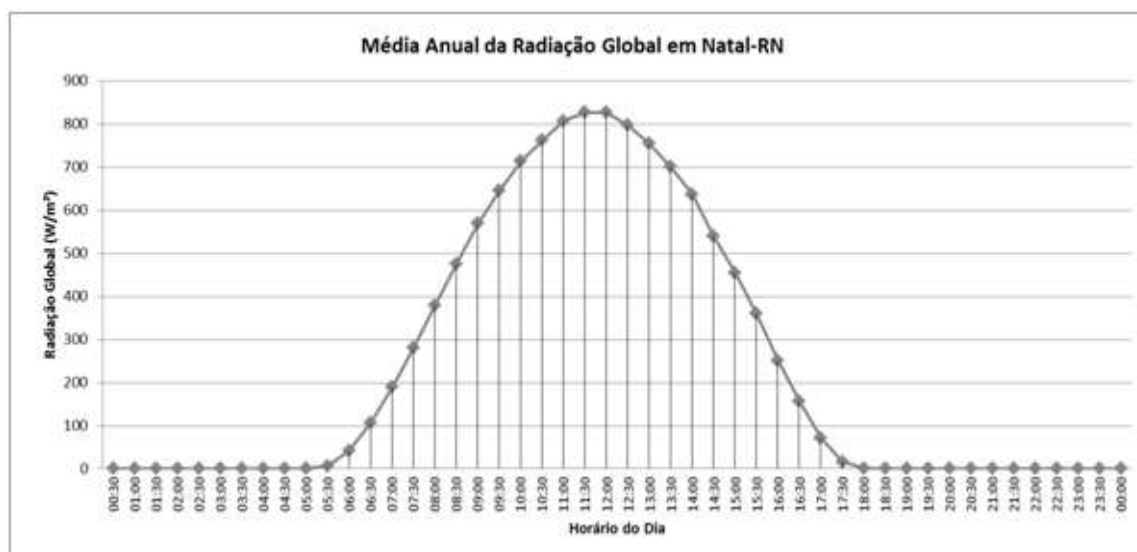


Figura 2 - Gráfico da média anual por horário do dia da radiação global em Natal-RN.

Fonte: Pesquisa.

Após observar a trajetória da curva, nota-se que a radiação global começa a incidir em Natal por volta das 05h30min até cerca de 17h30min, ou seja, são esses horários nos quais é possível a produção de energia, sendo o valor médio de pico de aproximadamente 827 W/m² no horário entre 11h30min às 12h30min.

Na segunda análise, foi obtido um gráfico relativo à média mensal no período de um ano (figura 3), no intuito de avaliar a sazonalidade da radiação solar em Natal-RN. Verificou-se com isto que há meses em que a produção de energia solar é maior, com radiação solar global acima de 250W/m² (outubro a março), como também haverá uma diminuição de incidência nos meses chuvosos, com radiação solar global abaixo de 200W/m² (maio a julho) e um período de média intensidade, com radiação solar global na faixa entre 200W/m² a 250W/m² (abril, agosto e setembro).

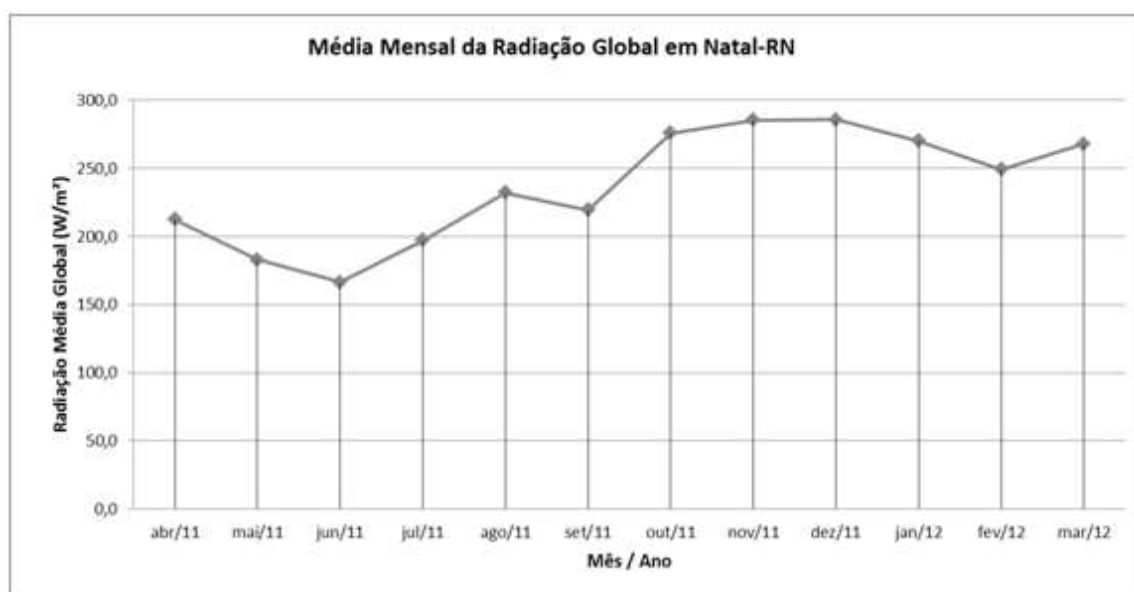


Figura 3 – Gráfico da média mensal da radiação global em Natal-RN.

Fonte: Pesquisa.

Observou-se também que os meses de maior produção de energia solar são os que possuem maior variância (desvio padrão) ao longo do dia, confirmando que no período do verão existem maiores variações da radiação solar, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Mês	Radiação Média Global (W/m²)	Desvio Padrão	Valor Máximo (W/m²)	Horário do Valor Máximo
Abril/11	212,6	315,8	1079,9	12:00
Mai/11	182,9	270,9	1007,0	11:30
Junho/11	166,4	260,6	1079,5	12:00
Julho/11	197,1	271,9	957,8	12:00
Agosto/11	232,1	323,4	1015,5	11:30
Setembro/11	219,4	359,1	1052,1	11:30
Outubro/11	276,0	367,3	1090,4	11:00
Novembro/11	285,5	369,2	1101,6	11:30
Dezembro/11	285,7	369,4	1084,0	11:30
Janeiro/12	270,3	353,9	1104,8	12:30
Fevereiro/12	249,3	359,8	1126,3	11:00
Março/12	267,8	367,0	1146,9	12:00

Tabela 1 – Radiação média global no período analisado.

A Tabela 2 apresenta os valores mensal e total da quantidade de energia solar que foi produzida ao longo do período medido. Pode-se verificar que, caso a energia solar total produzida durante um ano (2.083kWh/m²) fosse integralmente aproveitada e, considerando um consumo médio mensal de uma residência no valor de 400 kWh (4.800kWh/ano), seria possível alimentar 100 residências (480.000kWh/ano) com uma área de geração de energia de apenas 230 m², ou seja, em um terreno de 10m x 23m, poderia ser gerada a energia elétrica de 100 residências.

Mês	Quant. de dias	Horas Totais (h)	Radiação Média (W/m ²)	Energia Total (kWh/m ²)
Abril/11	30	720	212,6	153,1
Mai/11	31	744	182,9	136,0
Junho/11	30	720	166,4	119,8
Julho/11	31	744	197,1	146,7
Agosto/11	31	744	232,1	172,7
Setembro/11	30	720	219,4	158,0
Outubro/11	31	744	276,0	205,3
Novembro/11	30	720	285,5	205,6
Dezembro/11	31	744	285,7	212,6
Janeiro/12	31	744	270,3	201,1
Fevereiro/12	29	696	249,3	173,5
Março/12	31	744	267,8	199,3
TOTAL		8784,0	237,1	2083,6

Tabela 2 – Energia total produzida, em média, durante um ano.

Como ainda não é possível aproveitar 100% da energia solar incidente, foi feita uma análise a partir de um painel solar modelo LG240M1C-G1, cuja especificação é apresentada na Tabela 3, fornecida pelo fabricante.

Eficiência	Dimensões	Área útil do módulo	Máxima Potência	Voltagem de Máxima Potência	Corrente de Máxima Potência	Voltagem de Circuito Aberto	Corrente de Curto-Circuito
14,70%	1649 x 993 x 42 mm	1,46m ²	240 Wp	29,7 V	8,1 A	36,9 V	8,58 A

Tabela 3 – Especificações técnicas do painel fotovoltaico hipoteticamente utilizado.

Para simplificação dos cálculos, foi considerado que o painel trabalhará nas condições ideais que possibilitam máxima potência gerada, ou seja, instalação perpendicular à incidência da radiação solar e temperatura de trabalho de 25° C (padrão de teste do fabricante).

A potência gerada durante o mês foi calculada pela radiação média mensal multiplicada pela área útil do painel e pelo seu rendimento. Como mostrado na Tabela 2, foi obtido uma radiação média mensal de 237,1 W/m² e multiplicada pela área útil do painel de 1,46 m² e rendimento de 0,147, Tabela 3, obtendo-se uma potencia gerada de 51 W.

Para se obter a energia gerada anual multiplicou-se a potência mensal pela quantidade de horas do ano. Com a potencia que foi obtida anteriormente de 51 W multiplicou-se por 8784, que é a quantidade de horas por ano, Tabela 2, sendo obtida a energia gerada em um ano de 448 kWh de potencia.

Considerando um preço médio de R\$ 0,54 por kWh, o painel instalado nas condições apresentadas acima irá gerar uma economia média anual de R\$ 241,37.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da análise dos resultados obtidos, pode-se notar que as médias anual e mensal de radiação global em Natal apresentam-se nos gráficos conforme o esperado pelo clima característico da região. Observou-se os horários de pico ocorrendo entre 11:30 e 12:00, em média; e tendo os meses de outubro a janeiro apresentando as maiores médias mensais de radiação.

Já que a eficiência do painel ainda não pode ser integral - gerando energia capaz de alimentar aproximadamente 100 residências - foi calculada a quantidade de energia produzida através da eficiência especificada pelo fabricante. Desta forma, foi possível estimar o valor economizado durante um ano por esse dado painel em condições ideais que possibilitam máxima potência gerada.

Como sugestão para trabalhos futuros, poderia ser feita uma análise mais detalhada do funcionamento e aproveitamento de um painel, instalado em condições reais. Com isso, poderia se obter resultados práticos da eficiência e utilização da radiação dessa cidade.

Poderia também haver uma análise de um período maior, para proporcionar uma média mais precisa, mostrando de forma mais detalhada as variações climáticas e influências mais frequentes na radiação que chega a este local.

Outro possível estudo que seria bastante útil é um exame da participação da radiação solar difusa e direta ao longo de um período, para compreensão da contribuição de cada uma na radiação global.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN, pelo apoio e espaço concedido, e ao apoio financeiro da Petrobrás por meio do Programa Petrobrás de Formação de Recursos Humanos (PFRH), que contribuíram para existência e qualidade desse artigo.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, Arnaldo Moura. Aplicações Térmicas da Energia Solar. 4. ed. Editora Universitária: João Pessoa. 2001. p. 70 – 71.

BRITO, Sérgio de Salvo. Centro de Referências para Energia Solar e Eólica - Energia Solar: Princípios e Aplicações. (CRESESB/CEPEL).

LABORATÓRIO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS TROPICAIS – LAVAT: banco de dados. Natal-RN, 2011–2012. Apresenta planilhas com os dados coletados pela estação solarimétrica do laboratório. Disponível em: <<http://www.crn2.inpe.br/lavat/index.php?id=climatologica>>. Acesso em: 17 junho 2012.

PALZ, Wolfgang. Energia Solar e Fontes Alternativas. Editora Hemus. 2002.

PEDRINI, Aldomar *et al.* Implantação da estação solarimétrica de Natal-RN. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR E III CONFERÊNCIA REGIONAL LATINO-AMERICANA DA ISES, 2008, Florianópolis.

SILVA, Francisco Raimundo da; OLIVEIRA, Hugo Sérgio Medeiros de; MARINHO, George Santos. Análise das componentes global e difusa da radiação solar em Natal-RN entre 2007 e 2008. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR E III CONFERÊNCIA REGIONAL LATINO-AMERICANA DA ISES, 2008, Florianópolis.