



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros **Irradiância Solar Global e Direta em Maceió-AL**



José Marcelo Lopes Júnior¹; José Leonaldo de Souza²; Ricardo Araújo Ferreira Junior³; Marshall Victor Chagas Santos⁴; Chigueru Tiba⁵

¹Graduando em Meteorologia, ICAT - Instituto de Ciências Atmosféricas, Laboratório de Agrometeorologia e Radiometria Solar, UFAL, Maceió-AL, josemarcelolopesjunior@hotmail.com

²Professor Doutor, ICAT - Instituto de Ciências Atmosféricas, Laboratório de Agrometeorologia e Radiometria Solar, UFAL, Maceió-AL, leonaldajs@yahoo.com.br

³Professor Doutor, CECA - Centro de Ciências Agrárias, Laboratório de Agrometeorologia e Radiometria Solar, UFAL, Rio Largo-AL, ricardo_ceca@hotmail.com

⁴Doutorando em Meteorologia, UFV, Viçosa-MG

⁵Professor Doutor, Departamento de Energia Nuclear, UFPE, Recife- PE, tiba@ufpe.br

RESUMO: O objetivo deste trabalho é avaliar a irradiância solar global e direta em Maceió (9° 33' S, 35° 46' O, 100m) para dia de céu claro na estação chuvosa (maio-julho) e seca (novembro-janeiro), por medidas do piranômetro (CM5, KIPP & ZONEN) e pireliômetro (sNIP, Eppley), com dados obtidos de forma automática através do Micrologger 21XL da Campbell Scientific INC, programado para fazer médias de dez minutos. A irradiância solar direta e global teve valores médios de 538,16 W m⁻² e 351,36 W m⁻², respectivamente, no período da manhã (07:00h - 09:00h), e valores médios de 639,21 W m⁻² e 429,89 W m⁻² no período da tarde (14:00h – 16:00h), dia 20.06.2012 da estação chuvosa. Na estação seca os valores médios da irradiância solar direta e global foram de 757,47 W m⁻² e 613,21 W m⁻², respectivamente, e valores médios de 869,41 W m⁻² e 608,56 W m⁻², durante o mesmo período horário da estação chuvosa, dia 11.12.2013.

PALAVRAS-CHAVE: Irradiância Solar, Sazonalidade, Energias Renováveis

Global and Direct Solar Irradiance in Maceió-AL

ABSTRACT: The objective of this study is to evaluate global and direct solar irradiance in Maceió (9° 40' S, 35° 42' W) to clear sky day in the rainy season (May-July) and in the dry season (November-January), by pyranometer measurements (CM5, Kipp & Zonen) and pyrhelimeter (sNIP, Eppley) with data acquired automatically through Micrologger 21XL of Campbell Scientific INC, programmed to make averages in ten minutes. The direct and global solar irradiance had average of 538,16 W m⁻² e 351,36 W m⁻², respectively, in the morning (07:00 – 09:00), and average of 639,21 W m⁻² e 429,89 W m⁻² in the afternoon (14:00 – 16:00), day 20.06.2012 of the rainy season. In the dry season the average of the direct and global solar irradiance were 757,47 W m⁻² e 613,21 W m⁻², respectively, and average of 869,41 W m⁻² e 608,56 W m⁻², during the same period of the rainy season, day 11.12.2013.

KEYWORDS: Solar Irradiance, Seasonality, Renewable Energies

INTRODUÇÃO

A radiação solar é a principal fonte de energia da Terra. Sua distribuição ao redor do mundo determina as variações climáticas, resultando em um balanço de energia no sistema Terra-Atmosfera que estabelece os padrões de circulação atmosférica e oceânica (Souza, 1997). Portanto, o estudo da

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

radiação solar e sua variação local e sazonal é a base para qualquer outro estudo climático e tem aplicação em diversas áreas, como a meteorologia, agricultura, engenharia, arquitetura, hidrologia etc (Souza et al., 2005).

O balanço de radiação em ambientes naturais e agrícolas é de fundamental importância nos estudos energéticos regionais que influencia nos processos fisiológicos que regem o desenvolvimento e crescimento das plantas, com implicações na determinação de sua produtividade. (Souza et al., 2011)

Porém, um dos principais enfoques da radiação solar é o seu aproveitamento para a produção alternativa de energia visto que as fontes convencionais de geração de energia não são renováveis e seus recursos são exauríveis, diante de muitos problemas ambientais, aumenta o interesse na utilização da energia solar, gerando uma maior necessidade na obtenção de dados de radiação solar confiáveis (Nicácio, 2002). Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar a variação da irradiância solar global e direta para Maceió-AL em dias da estação seca e chuvosa.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados para a avaliação das irradiâncias global e direta foram obtidos de forma automática a partir de uma estação radiométrica solar, localizada sobre o telhado do prédio Severinão da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió (9° 33' S, 35° 46' O, 100 m), Laboratório de Agrometeorologia e Radiometria Solar (LARAS). A irradiância solar global (R_g) e direta (R_D) foram medidas através de um piranômetro modelo CM5 da *Kipp & Zonen*, e um pireliômetro sNIP da *Eppley*, respectivamente, ligados a um *Micrologger 21XL* da *Campbell Scientific Inc*, programado para fazer médias de dez minutos, durante os anos de 2012-2013.

Foram escolhidos dois dias do período para a avaliação das irradiâncias, ambos os dias com céu claro ($k_t \geq 0,7$), sendo um na estação chuvosa (maio-julho) e outro na estação seca (novembro-janeiro). Para a caracterização da nebulosidade utilizou-se a transmitância atmosférica global (K_t). O K_t foi determinado pela razão entre a irradiação solar global diária e a irradiação solar diária esperada numa superfície horizontal no topo da atmosfera (R_o). Valores de $K_t \leq 0,3$ são considerados céu nublado (NB), $0,3 < K_t < 0,7$ classificado como céu parcialmente nublado (PN) e $K_t \geq 0,7$ céu claro (CL) (Iqbal, 1983). A irradiância solar no topo da atmosfera (R_o) foi calculada em função da constante solar ($S_o = 1367 \text{ W.m}^{-2}$), do raio vetor da órbita terrestre, da latitude local, da declinação e ângulo horário do Sol.

Uma regressão linear simples foi realizada entre a R_D (variável dependente) e irradiância solar global normal aos raios solares (R_{gN}) (variável independente). Na qual, R_{gN} foi calculada pela razão entre a R_g e o cosseno do ângulo zenital ($\text{COS } \theta_z$).

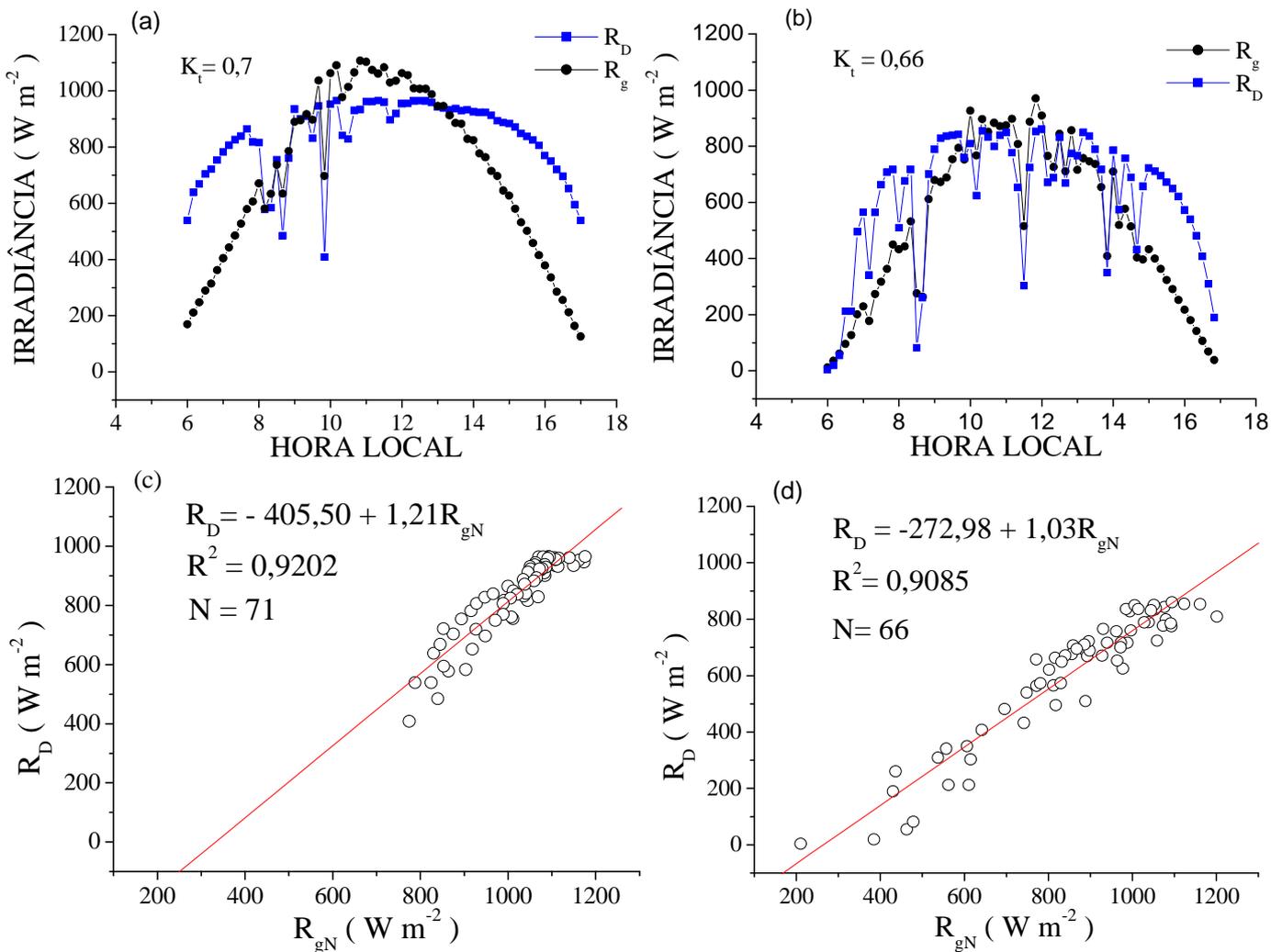
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A irradiância solar direta (R_D) e a global (R_g) para o dia 11.12.2013 (estação seca) (Figura 1a) teve valores médios de $757,47 \text{ W m}^{-2}$ e $613,21 \text{ W m}^{-2}$, respectivamente, das 07:00h as 09:00h, e valores médios de $869,41 \text{ W m}^{-2}$ e $608,56 \text{ W m}^{-2}$ das 14:00h as 16:00h, com uma média diária de $769,63 \text{ W m}^{-2}$ e $639,80 \text{ W m}^{-2}$, para a irradiância solar direta e global, respectivamente. No período entre as 11:30h e 12:30h, os valores da irradiância solar global aproximam-se de 1100 W m^{-2} , com valor máximo de $1083,1 \text{ W m}^{-2}$. No mesmo período a irradiância solar direta obteve valores abaixo de 1000 W m^{-2} , com um valor máximo de $963,9 \text{ W m}^{-2}$. Esses valores máximos da R_D e R_g concordam com a passagem do Sol pelo meio-dia local da cidade de Maceió, e a irradiação que chega na superfície pode ser observada em função da hora local da cidade.

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

A R_D e R_g para o dia 20.06.2013 (estação chuvosa) (Figura 1b) teve valores médios de $538,16 \text{ W m}^{-2}$ e $351,36 \text{ W m}^{-2}$, respectivamente, das 07:00h as 09:00h, e valores médios de $639,21 \text{ W m}^{-2}$ e $429,89 \text{ W m}^{-2}$ das 14:00h as 16:00h, com uma média diária de $614,61 \text{ W m}^{-2}$ e $517,37 \text{ W m}^{-2}$, para a irradiância solar direta e global respectivamente. No período entre as 11:30h e 12:30h, os valores da irradiância solar global aproximam-se de 1000 W m^{-2} , com valor máximo de 970 W m^{-2} . No mesmo período a irradiância solar direta obteve valores abaixo de 900 W m^{-2} , com um valor máximo de $859,70 \text{ W m}^{-2}$.

A irradiância solar direta (R_D) estimada pela relação linear da irradiância solar global normal aos raios solares (R_{gN}) (Figura 1c), para o um dia do período da estação seca, mostra coeficiente de determinação (R^2) em torno de 92 %. Essa relação é importante para estimativa da R_D (que é mais difícil de ser medida) pela R_g que é mais comumente obtida em estações solarimétricas. Semelhantemente, R_D estimada por R_g , para um dia da estação chuvosa na região de Maceió (Figura 1d), mostrou coeficiente de determinação (R^2) em torno de 90%. A estimativa na estação seca mostra melhor ajuste do que na estação chuvosa devido à menor variação de nebulosidade.





XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



AGRADECIMENTOS

Ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior - CAPES e ELETROBRAS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SOUZA, J.L.; NICÁCIO, R. M.; MOURA, M. A. L. **Global solar radiation measurements in Maceió, Brazil.** *Renew Energy*, v. 30, p.1203 – 1220, 2005;

SOUZA, J.L. **Irradiância solar no litoral do nordeste: Avaliação preliminar.** In: *Congresso Brasileiro de Agrometeorologia*, 10, Piracicaba, 1997. P. 457-459

SOUZA, J.L. et al. **Irradiância solar global e fotossintética em regiões de alagoas.** In: *Congresso Brasileiro de Agrometeorologia*, 17, Guarapari, 2011.

NICÁCIO, R.M. **Radiação solar global e difusa para Maceió-AL: Medidas e Modelos.** 2002. 107p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2002.

IQBAL M. **An introduction to solar radiation.** New York: Academic Press; 1983