

Variação Horária da Radiação Solar Ultravioleta Total – Região de Maceió

Anthony Carlos Silva Porfírio¹, José Leonaldo de Souza¹, Gustavo Bastos Lyra²,
Ricardo Araujo Ferreira Junior¹, Marshall Victor Chagas Santos¹

¹ Laboratório de Agrometeorologia e Radiometria Solar-LARAS, Universidade Federal de Alagoas-UFAL, Maceió, AL, jls@ccen.ufal.br

² Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro-UFRRJ, Seropédica – RJ, Brasil

ABSTRACT

The objective of this work is to show the hourly variation of solar ultraviolet radiation and to assess the fraction of total solar ultraviolet in the Maceió during the year 2008. The components of the global and ultraviolet solar radiation were measured at the Radiometric/Agrometeorological station located at the Center for Agrarian Sciences, Federal University of Alagoas, Rio Largo (9 ° 28'S, 35 ° 49'W, 127m), situated in the metropolitan area of Maceió, Brazil. The ultraviolet solar radiation (UVR, $W m^{-2}$) was obtained by a global UV radiometer, with spectral range of 290-400nm and the global solar radiation (Rg) measured by a pyranometer heat-sensitive in the range of 305-2800 nm, during the year 2008. The fractions of solar ultraviolet (FUV) and global atmospheric transmittance (Kt) have inverse relationship. The FUV varied with weather conditions and high fractions occurred at low values of global solar irradiance and global atmospheric transmittance.

Palavras-Chaves: Radiação Solar Global, Radiação Solar Ultravioleta.

1. INTRODUÇÃO

A radiação solar ultravioleta (UV) representa pequena parcela da radiação solar global, porém de grande potencial energético, sendo importante em fenômenos físico-químico e biológico ocorrentes na atmosfera superior e na superfície terrestre. No espectro solar a UV encontra-se entre os comprimentos de onda de 100 à 400 nm. A radiação solar ultravioleta é proveniente da superfície solar (fotosfera) e da cromosfera (Woods *et al.*, 1996). Atualmente, estudos sobre a radiação ultravioleta se destacam, devido à preocupação com o aumento de casos de câncer de pele em todo País (INCA, 2005). O conhecimento da partição ultravioleta solar é de vital importância, pois exerce papel fundamental tanto na atmosfera quanto para os seres vivos. Na atmosfera a UV com comprimentos menores participa do processo de formação e destruição do ozônio e de processos termodinâmicos em suas diversas camadas. Em torno de 30 Km de altitude, encontra-se uma região denominada de camada de ozônio - região da atmosfera terrestre onde os máximos de concentração de ozônio são encontrados. A formação do gás ozônio consiste da interação da UV mais energética (< 242 nm) com o O_2 , o que deixa livre dois átomos de oxigênio (O), processo conhecido como fotodissociação. Posteriormente o átomo de O livre na atmosfera terrestre, recombina-se com a molécula de O_2 , e assim gera o ozônio (O_3). A fotodissociação do O_3 em O e O_2 também ocorre na atmosfera, por meio da reação com comprimentos da UV < 315 nm (Okuno e Vilela, 2005). Logo, o ozônio é modulador da radiação solar ultravioleta, sua diminuição (aumento) influencia no aumento (diminuição) dos níveis ultravioleta em superfície. A variação na camada de ozônio causaria mudanças na química da atmosfera e alteraria os perfis verticais de temperatura, o que resultaria em danos à vida na Terra (Kirchhoff,

1991). O objetivo do presente trabalho é mostrar variação horária da radiação solar ultravioleta total na região metropolitana de Maceió, no ano 2008.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas observações das componentes global e ultravioleta da radiação solar na estação Radiométrica/Agrometeorológica (9°28'S, 35°49'W, 127m), localizada no Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, região metropolitana de Maceió. A irradiância solar ultravioleta (R_{UV} , $W m^{-2}$) foi obtida por um radiômetro ultravioleta global (CUV3, Kipp & Zonen), com faixa espectral de 290 - 400 nm e a irradiância solar global (R_g , $W m^{-2}$) medida por um piranômetro termo-sensível (CM5, Kipp & Zonen) na faixa de 305-2800 nm, durante o ano de 2008. Os sensores foram instalados a 5 m acima da superfície e com os horizontes livres em todas as direções. As medidas foram obtidas com auxílio de um sistema automático de aquisição de dados (CR10X, *Campbell Scientific*, Utha), programado para realizar medidas a cada 10 segundos e armazenar médias de 5 minutos. Na caracterização da nebulosidade, utilizou-se a transmitância atmosférica global (K_t). O K_t foi determinado pela razão entre a irradiação solar global e a irradiação solar esperada numa superfície horizontal no topo da atmosfera. Valores de K_t 0,3 foram considerados céu nublado (NB), $0,3 < K_t < 0,7$ classificado como céu parcialmente nublado (PN) e $K_t > 0,7$ céu claro (CL) (Iqbal, 1983). Baseado nas irradiâncias ultravioleta e global determinou-se a fração solar ultravioleta (F_{UV}), que corresponde à razão entre a irradiância solar ultravioleta e a irradiância solar global ($F_{UV} = R_{UV}/R_g$). Em períodos horários essa razão é definida como F_{UV}^h . As medidas foram separadas em período seco (setembro a fevereiro) e período chuvoso (março a agosto), e posteriormente avalia-se a tendência sazonal das frequências acumuladas de transmitância atmosférica e fração solar ultravioleta, horária. Análises da fração solar ultravioleta sob diferentes condições atmosféricas de R_g e K_t também foram realizadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variabilidade anual da irradiância solar global (Figura 1a) e ultravioleta (Figura 1b) apresentaram variações similares ao longo do ano. A diminuição das irradiâncias entre os meses de verão a inverno foi devido a dois fatores principais: a) aproximação do período chuvoso da região, com aumento da frequência de dias com elevada nebulosidade - o que favorece a atenuação da radiação; b) menor disponibilidade de radiação, devido a diminuição da radiação solar no topo da atmosfera (R_o), decorrente da maior inclinação de incidência dos raios solares nessa época. Os valores médios mensais horários de irradiância solar ultravioleta e global apresentaram seus máximos entre 11:00 e 13:00 horas, com exceção de junho onde extremos superiores ocorreram entre 10:00 e 11:00 horas. O valor máximo absoluto de R_{UV} horário foi $26,90 Wm^{-2}$ em janeiro e, para R_g ($944,92 Wm^{-2}$) em dezembro, ambos entre as 11:00 e 12:00 horas. O mínimo entre os máximos mensais ocorreu em junho, $14,88$ e $541,50 Wm^{-2}$. A estação seca e chuvosa caracterizaram as fração solar ultravioleta horária (F_{UV}^h) e transmitância atmosférica global horária (K_t^h) diferentemente, como indicado pelos intervalos de suas maiores predominâncias. A transmitância atmosférica global para esses períodos teve maior frequência no intervalo de céu parcialmente nublado (Figura 2a). Essa condição de nebulosidade compreendeu aproximadamente 60,5 % e 58,1 % das observações da estação seca e chuvosa, respectivamente. Frequências menores foram observadas no intervalo nublado (NB) e céu claro (CL).

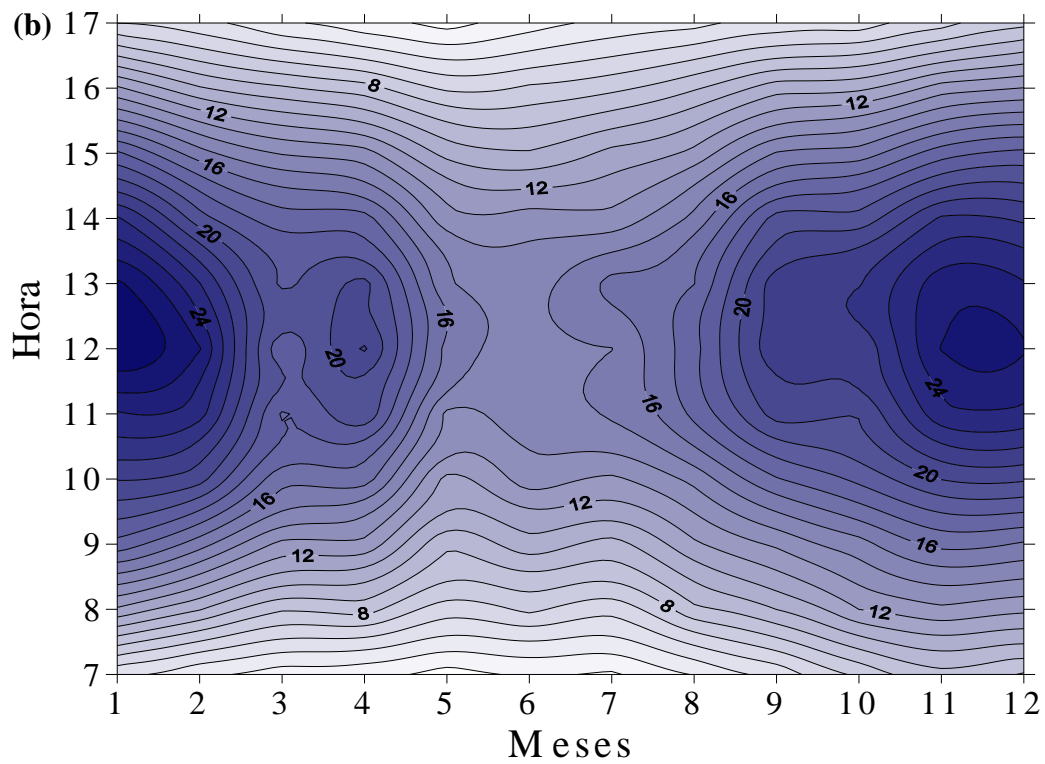
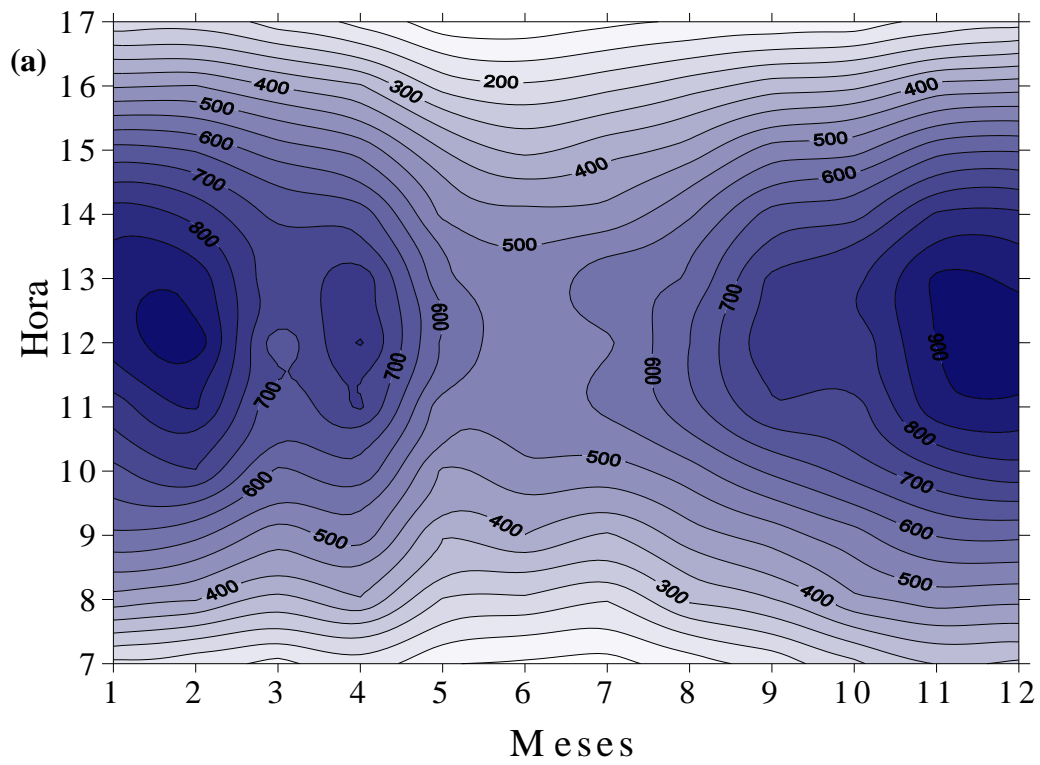


Figura 1. Variação média horária da: a) Irradiância solar global (Wm^{-2}) e b) Irradiância solar ultravioleta (Wm^{-2}), durante o ano de 2008, em Rio Largo, AL.

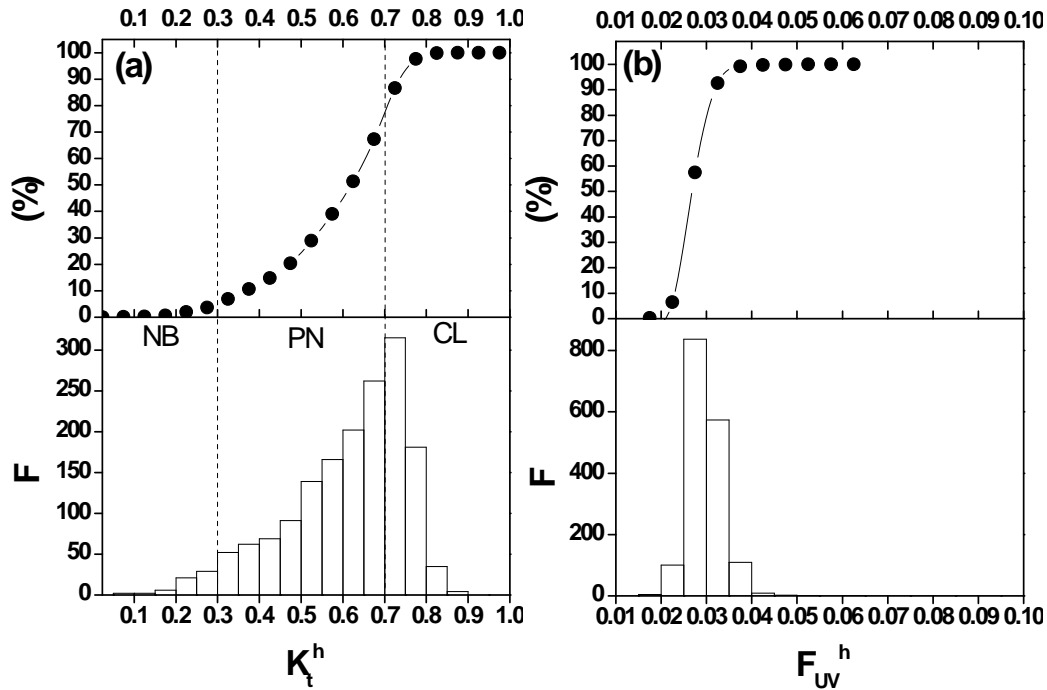


Figura 2. (a) Frequência (F) e frequência acumulada (%) da transmitância atmosférica global horária (K_t^h) e da (b) fração solar ultravioleta horário (F_{UV}^h), para a estação seca, ano de 2008.

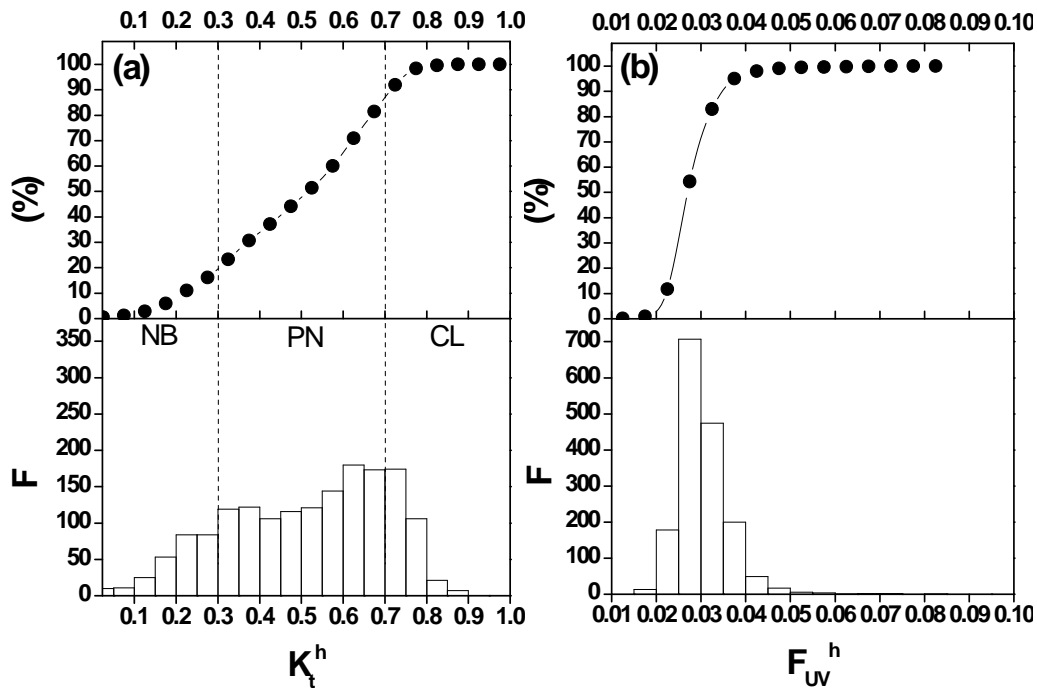


Figura 3. (a) Frequência (F) e frequência acumulada (%) da transmitância atmosférica global horária (K_t^h) e (b) fração solar ultravioleta horário (F_{UV}^h), para a estação chuvosa, ano de 2008.

Para a condição de cobertura do céu nublado houve aumento das frequências, passando de 6,8% para 23,3 % entre as estações seca e chuvosa, para R_{UV} e R_g , respectivamente. A estação seca e chuvosa caracteriza as fração solar ultravioleta horária (F_{UV}^h) e transmitância atmosférica global horária (K_t^h) diferentemente, desta forma indicando os intervalos de maior predominância. A transmitância atmosférica

global para ambos os períodos tiveram maior frequência no intervalo de céu parcialmente nublado (Figura 2 e 3a). Provavelmente devido à maior nebulosidade nessa estação. O inverso ocorreu para a condição de céu claro, com predominâncias de 32,7 %, (533 casos) e 18,6 % (308 casos), referentes à estação seca e chuvosa, respectivamente. A frequência da fração solar ultravioleta horária apresentou característica similar para ambas às estações. Os intervalos de maior ocorrência de F_{UV}^h na estação seca (Figura 2b) foram 0,0225 - 0,0275, 0,0275 - 0,0325, 0,0325 - 0,0375, com percentuais 51,1 %, 35,0 %, 6,7 %, respectivamente. Frações inferiores a 0,0275 tiveram 57,5 % de frequência e superiores a 0,0325 (7,5 %). Para a F_{UV}^h durante a estação chuvosa (Figura 3b), persistiram os mesmos intervalos citados anteriormente, como os de maiores frequências, porém com magnitudes diferentes, 42,7 %, 28,6 %, 12,1 %, respectivamente. Em valores de fração solar ultravioleta superior a 0,0325 ocorreu aumento (17,1 %) em seu percentual, devido a maior nebulosidade da estação. Frações ultravioletas inferiores a 0,0275 aconteceram em 54,3 % dos casos. Os valores de transmitância atmosférica global (K_t^h) e fração solar ultravioleta horária (F_{UV}^h) mínimos, médios, máximos, desvio padrão, amplitude e número de observações para os períodos seco e chuvoso estão inseridos na Tabela 1. Na análise entre as estações, foi observado aumento na média da F_{UV}^h e diminuição na média da transmitância atmosférica. Não houve variação significativa da média de F_{UV}^h entre as estações, entretanto observou-se que seu valor máximo ocorreu na estação chuvosa.

Tabela 1. Transmitância atmosférica global (K_t^h) horária e fração solar ultravioleta (F_{UV}^h), desvio padrão (Sd), número de observações (N) para a estação seca e chuvosa.

Estação	Fração	Mínimo	Máximo	Médio	Sd	Amplitude	N
Seca	K_t^h	0,08	0,86	0,61	0,1422	0,78	1638
	F_{UV}^h	0,0218	0,0643	0,0297	0,0036	0,0456	1638
Chuvosa	K_t^h	0,02	0,89	0,51	0,1872	0,87	1654
	F_{UV}^h	0,017	0,0834	0,0304	0,0059	0,0657	1654

4. CONCLUSÕES

A irradiância solar global e ultravioleta apresenta variações ao longo do ano em concordância com a nebulosidade, com máximos entre 11:00 e 13:00 horas. A frequência horária sazonal mostra que independentemente da estação (seca ou chuvosa) a maior ocorrência da F_{UV}^h está entre 0,0225 e 0,0325.

5. AGRADECIMENTO: CNPq, FAPEAL, CAPES.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- INCA – Instituto Nacional de Câncer. Estimativa 2006: **Incidência de câncer no Brasil**. Ministério da Saúde, Brasil. Coordenação de Prevenção e Vigilância (Conprev/RJ), p.36, 2005.
- IQBAL, M. **An introduction to solar radiation**. New York., Academic Press, p.390, 1983;
- KIPP & ZONEN. **Manual de instruções do CUV3 BroadBand UV Radiometer**. SCI-TEC INSTRUMENTS, p.39, 1995.
- KIRCHHOFF, V. W. J. H. **Introdução à Geofísica Espacial**. São Paulo: EDUSP, p.149, 1991;
- OKUNO, E.; VILELA, M. A. C. **Radiação ultravioleta: características e efeitos**. 1. ed. São Paulo: Livraria da física, 2005.
- WOODS, T. N. et al. Validation of the UARS solar ultraviolet irradiances: Comparison with the ATLAS 1 and 2 measurements. **Journal of Geophysical Research**, v. 101, n. D6, p. 9541-9569, 1996.