

# ESTIMATIVA DA ONDA LONGA ATMOSFERICA DESCENDENTE, EM TOLEDO: UMA APLICAÇÃO DO MÉTODO DE IQBAL

Flávio Rodrigues Soares<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Centro de Engenharias e Ciências Exatas – Rua da Faculdade, 645 – Jardim La Salle – CEP 85903-030 – Toledo – PR – Brazil, email: [soaresfr@unioeste.br](mailto:soaresfr@unioeste.br)

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011  
SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari – ES

**RESUMO:** O trabalho mostra o uso do modelo de DAS & IQBAL para a determinação da irradiância atmosférica em Toledo/PR, usando a água precipitável que pode ser estimada da temperatura e da umidade relativa medida a nível de abrigo.

**PALAVRA-CHAVE:** Onda longa atmosférica, índice de claridade, Iqbal, perfil espectral, vapor d'água.

**ABSTRACT:** The paper show the use of the simplified DAS & IQBAL model to compute atmospheric irradiation at Toledo/PR, using precipitable water vapor which can be determined from surface air temperature and relative humidity.

**KEYWORDS:** Downwelling atmospheric radiation, clearness index, Iqbal, spectral profile, water vapor.

**INTRODUÇÃO:** Denomina-se onda longa atmosférica descendente (OLA) aquela radiação gerada na atmosfera e que chega ao solo, na faixa de 5 a 100  $\mu\text{m}$ . A modelagem do campo de radiação da onda longa atmosférica descendente contribui para métodos de estimativa do balanço de onda longa, o qual é componente do balanço de radiação, para recuperação de séries climatológicas e aplicações na engenharia civil e térmica. Além dos métodos empíricos como Swinbank (1963), o trabalho de UDO (1999) mostrou que o índice de claridade pode ser usado como variável independente para a estimativa da onda longa. A dificuldade deste método consiste no alto grau de espalhamento de OLA para um mesmo índice de claridade. Vários autores (e. g. SOARES, 2003) procuram minimizar o efeito deste espalhamento, correlacionando o valor médio de todos os valores de OLA que ocorrem dentro de uma faixa de índice de claridade, com o valor do índice de claridade do centro desta faixa. Pode-se determiná-la, também, de forma exata, utilizando-se códigos computacionais pesados (e. g. *SBDART*). DAS & IQBAL (1987), desenvolveram um método que apresenta tanto as virtudes de um método rigoroso teórico quanto de um empírico. SOARES & SOARES (2010) utilizaram este método para determinar o perfil espectral da emissividade atmosférica em Toledo-PR. Neste artigo, continuamos com o método e calculamos a variabilidade diária da OLA ( $\text{Wm}^{-2}$ ), supondo que a atmosfera seja um corpo negro cuja energia é modulada pela emissividade.

**MATERIAL E MÉTODOS** A cidade de Toledo localiza-se na região oeste do Paraná a 546 km da capital, Curitiba. Com as coordenadas de 24° 45' de latitude sul e 53° 41' de longitude a oeste de Greenwich, está a 547,00 metros em relação ao nível médio dos mares. O clima de Toledo é subtropical úmido mesotérmico, verões quentes com tendência de concentração das chuvas (temperatura média superior a 22° C), invernos com geadas pouco frequentes

(temperatura média inferior a 18° C), sem estação seca definida. A estação meteorológica do SIMEPAR instalada em Toledo, pertence a uma rede telemétrica descrita por Prates et al. (2002), de 36 estações agrometeorológica que se distribuem por todo o estado do Paraná. A estação de Toledo foi instalada em 1997. Desde então, vem operando regularmente. Os dados utilizados neste trabalho (e. g. temperatura e umidade relativa) foram colhidos por esta estação. A média horária, de qualquer um dos parâmetros medidos, é realizada sobre 360 leituras, cada uma sendo tomada a intervalos de 10 segundos. A média horária da emissão de OLA é escrita como

$$L = \pi \int \varepsilon_{\lambda}(T_a, w) B(T_a, \lambda) d\lambda \quad (1)$$

Onde L (OLA) é dada em  $Wm^{-2}$ . A temperatura  $T_a$  é temperatura de abrigo. Esta integral, realizada no intervalo de  $5,25\mu m$  a  $42,83\mu m$ , apresenta duas dificuldades. A primeira consiste no fato de que os intervalos de  $\Delta\lambda$  não são os mesmos ao longo do espectro, o que limitaria a integração numérica pela regra trapezoidal, por exemplo. A segunda é que a emissividade não é função explícita de  $\lambda$ , o que limita a utilização da quadratura gaussiana. Como esta comunicação tem só o objetivo de mostrar o método que estamos usando em Toledo para determinar a OLA, optamos por trabalhar, aqui, com um  $\Delta\lambda$  médio ( $0,36\mu m$ ),

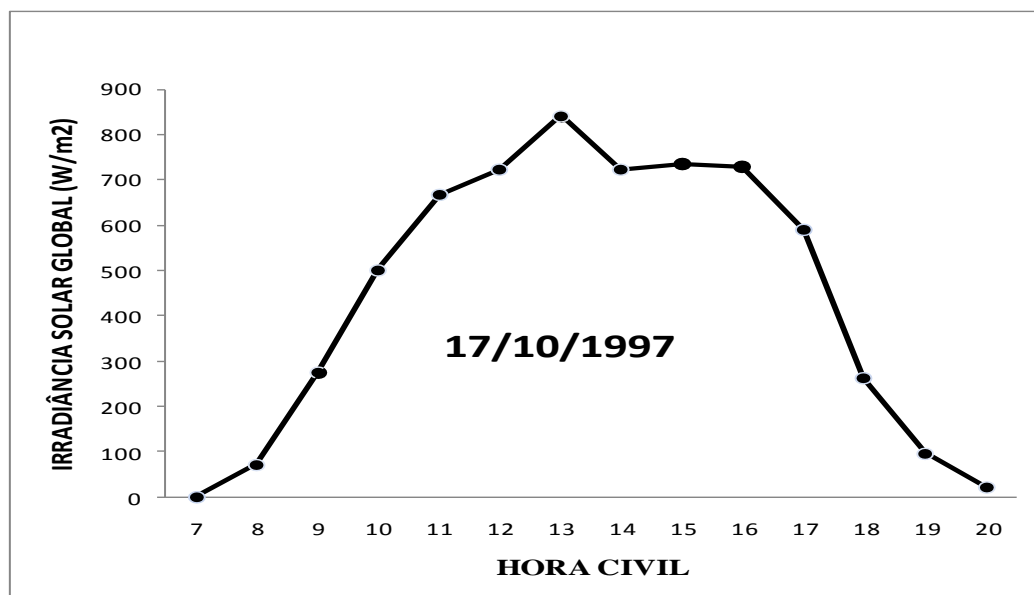


Figura 1: Perfil diário da média horária da irradiância solar global, procurando indicar a qualidade do céu do dia escolhido para estudo.

entre todos os  $\lambda$ 's do espectro utilizado. Assim, podemos utilizar a regra trapezoidal, aqui encarada como uma aproximação de primeira ordem. Este problema será solucionado e o método será aplicado em todo o banco de dados. Utilizamos o dia 17/10/1997, que está completo em termos de informações meteorológicas e não há precipitação. A radiação global pode ser vista na Fig. 1.

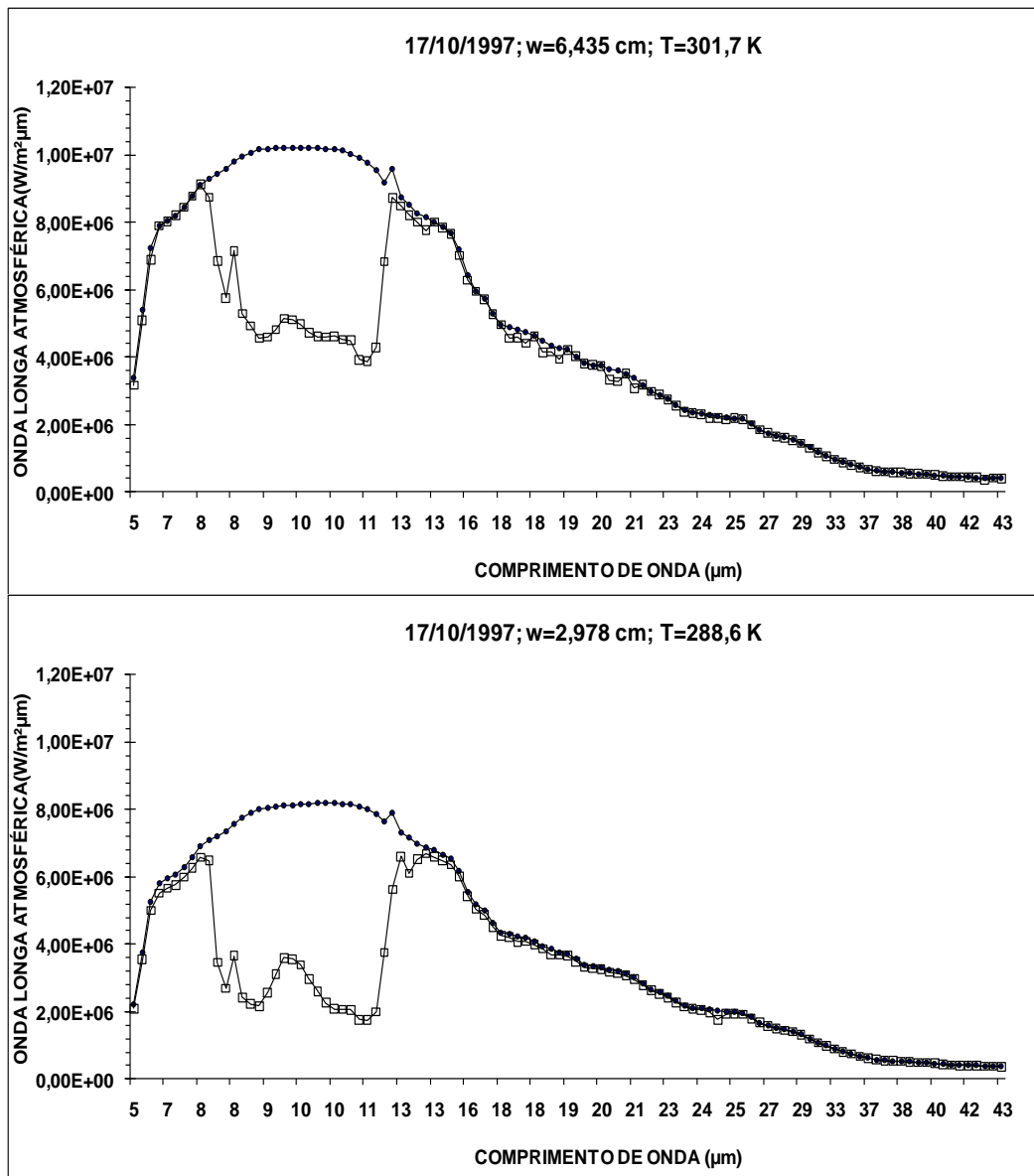


Figura 2: Irradiância atmosférica em dois momentos do dia, um mais úmido e outro mais seco. Devemos observar o perfil do corpo negro para a respectiva temperatura e o perfil do céu real, que resulta da modulação da emissão ideal pela emissividade espectral.

**RESULTADO E DISCUSSÃO:** Aqui a emissividade do céu, para onda longa, está sendo determinada somente pelo conteúdo do vapor d'água, porém com intensidade diferente para cada comprimento de onda. As Fig.2 mostram a distribuição espectral da OLA para dois horários do dia, um sendo o mais seco ( $w=2,978$  cm) e outro o mais úmido ( $w=6,435$ ). Nota-se que há muito mais energia térmica na atmosfera no momento mais úmido. A Fig. 3 mostra a densidade de fluxo da OLA ( $Wm^{-2}$ ) médio horário para o dia 17/10/2010. Nota-se que o método de DAS & IQBAL (1987) reproduz a variabilidade diária da forma como esperada.

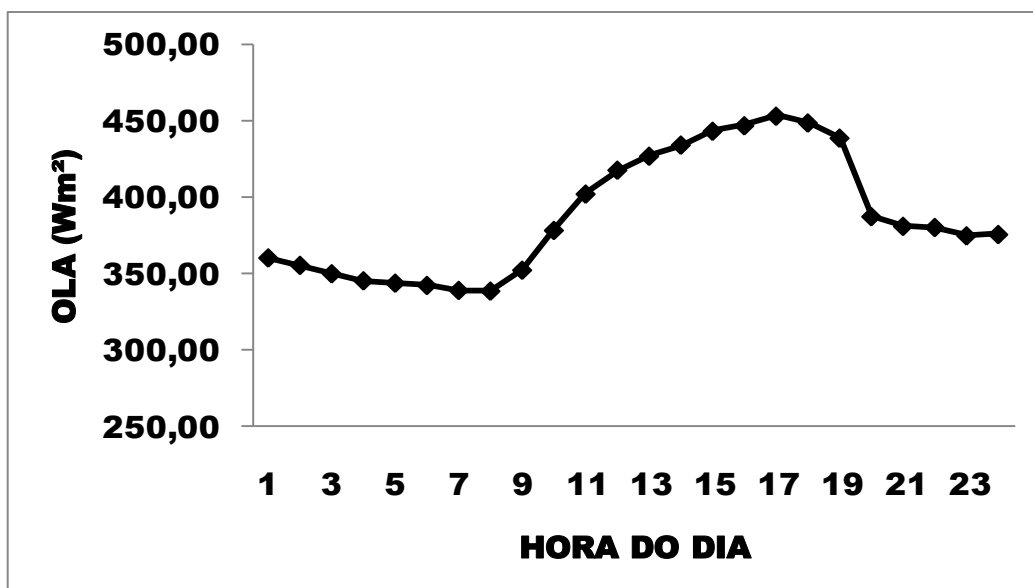


Figura 3: Variação diária da OLA para o dia 17/10/1997.

**CONCLUSÃO:** É possível determinar a irradiância atmosférica de onda longa, a partir do conhecimento da temperatura e da água precipitável, a nível de abrigo. Este método será utilizado em o nosso banco de dados com o objetivo de conhecer os valores das variáveis meteorológicas vigentes em Toledo-PR.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAS, A. K., IQBAL, M. A simplified technique to compute spectral atmospheric radiation, *SolarEnergy*, v.19, n.2, p.143-155, 1987.

SOARES, F.R. **Radiação atmosférica à superfície: variabilidade temporal e modelos paramétricos**. Botucatu, Universidade Estadual Paulista-FCA,2003. 53 p. (Tese de Doutorado).

SWINBANK, W. C. Long wave radiation from clear skies (discussions). *Quart. J. R. Met. Soc.* v.89, p.488-493,1963.

UDO,S.O. On the relationship between downward infrared sky radiation and clearness index, *Global Journal of Pure and Applied Science*. v.5, n.3, p.427-430, 1999.