

EQUAÇÕES DE ESTIMATIVA MENSAL DAS RADIAÇÕES UV, PAR E IV A PARTIR DA RADIAÇÃO GLOBAL

João Francisco Escobedo¹, Alexandre Dal Pai¹, Amauri Pereira Oliveira², Jacyra Soares², Eduardo Nardini Gomes¹

ABSTRACT – The objective of this work was to propose equations to estimate UV, PAR and IV irradiances as function of the global solar irradiation in the monthly partitions. The angular coefficients for the equations in the monthly partitions were almost the same of the hourly and daily equations and they quantified the fractions of the spectrum as being $K_{UV}=4.1\%$, $K_{PAR}=49.2\%$ and $K_{IV}=46.6\%$. The determination coefficients showed high correlations among UV, PAR and IV to the global solar radiation. The MBE, RMSE, 'd' and 'c' statistical indicators showed high precision in the validations.

INTRODUÇÃO

As equações de estimativa da radiação solar que são disponíveis na literatura são: horária, diária e mensal, onde cada partição atende as necessidades de uso da energia, sendo específicas a cada área, adequado a cada aplicação. No trabalho: "Equações de estimativa horária e diária para as radiações UV PAR e IV em função da radiação global", divulgado neste evento, são apresentadas as equações de estimativa e a validação na partição horária e diária. Nesta comunicação são apresentadas as equações de estimativa na partição mensal para as radiações UV, PAR e IV à partir da radiação global média mensal. A determinação das equações de estimativa mensal é importante em programas de simulação de conversões térmicas em coletores solares e biomassa, que utilizam radiações acumuladas em intervalos de tempo mensal e anual.

MATERIAL E MÉTODOS

A base de dados utilizada na geração das equações de estimativa compreende os anos de 2001 a 2003. A validação foi efetuada a partir de uma base de dados de 2004, independente dos utilizados na geração das equações de estimativa, e analisada por meio dos indicadores estatísticos MBE, RMSE, d de Willmott (1981) e 'c' de Camargo & Sentelhas (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 mostra a interação relação entre as irradiações UV, PAR e IV, em função da radiação global na partição mensal. As equações de estimativa obtidas por meio de regressão linear, com seus respectivos coeficientes de determinação estão apresentadas na tabela 1.

As correlações entre as radiações médias mensais UV, PAR e IV e global apresentam altos coeficientes de determinação, tendo melhor ajuste na seqüência, em ordem decrescente, PAR, IV e UV. Se for considerado a sazonalidade das médias mensais das quatro irradiações, na qual a elevada precipitação e baixa insolação atuam na absorção fortemente no verão e primavera nos níveis de energia das radiações

médias mensais anual, o resultado da correlação pode ser considerado muito bom.

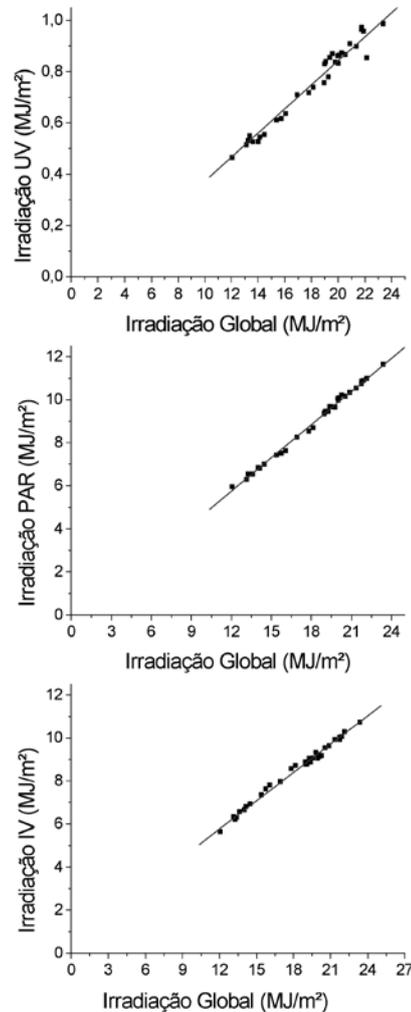


Figura 1. Equações mensais de estimativa para as irradiações UV, PAR e IV.

Tabela 1. Equações de estimativa mensal.

Irradiações	Equação	R ²
UV	$H_{UV}^m = 0,041H_g^m$	0,9667
PAR	$H_{PAR}^m = 0,492H_g^m$	0,9954
IV	$H_{IV}^m = 0,466H_g^m$	0,9916

Os coeficientes de determinação das equações de estimativa para UV, PAR e IV na partição mensal foram da mesma ordem de grandeza dos coeficientes obtidos pelas equações de estimativa nas partições horária e diária. Nas três partições, horária, diária e mensal, os coeficientes de determinação mostraram que os ajustes sempre foram melhores para a radiação PAR, seguidos das radiações IV e UV, respectivamente. Se considerarmos que as energias

¹ Depto. De Recursos Ambientais (Setor Ambientais), FCA, Univ. Estadual Paulista, Botucatu, Fazenda Experimental Lageado, CP 237, 18603-970, Botucatu, SP, Brazil. (escobedo@fca.unesp.br)

² Depto de Ciências Atmosféricas – IAG/USP. (E-mail apdolive@usp.br ; jacyra@usp.br)

das três radiações decrescem no sentido UV, PAR e IV e, na interação com a atmosfera, a variabilidade também decresceria no sentido UV, PAR e IV, esperava-se que os ajustes das equações de estimativa para qualquer partição de tempo fossem melhores na ordem: UV, PAR e IV. No entanto, a radiação UV apresentou o maior nível de dispersão, e conseqüente os menores coeficientes de determinação.

Os coeficientes angulares das equações de estimativa mensais quantificaram as frações médias como: $K_{UV}=4,1\%$; $K_{PAR}=49,2\%$ e $K_{IV}=46,6\%$. Os resultados estão em concordância com vários trabalhos que encontram-se disponíveis na literatura para a estimativa das radiações solares UV e PAR, como sendo: Moon (1990), Howel (1983), Assunção (2003), Gueymard (1989).

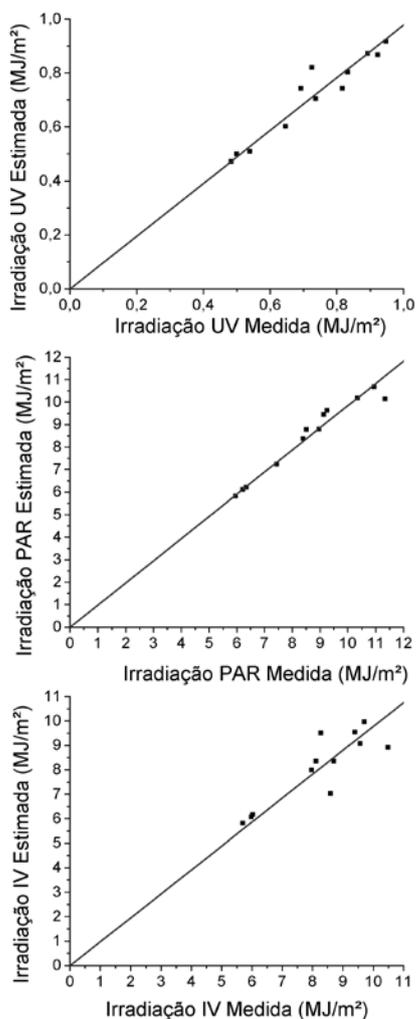


Figura 2. Validação das equações de estimativa mensais das irradiações UV, PAR e IV.

As frações K_{UV} , K_{PAR} e K_{IV} , foram praticamente iguais aos obtidos nas partições horária e diária, com pequenas diferenças entre uma radiação e outra, que não ultrapassam a 0,2%. Esta característica permite concluir que, para qualquer intervalo de tempo, as parcelas das três radiações UV, PAR e IV que compõe o espectro solar são aproximadamente constantes, e que as equações de estimativa podem ser empregadas indistintamente para qualquer partição, nos cálculos da

energia solar em projetos de simulação de conversão térmica, fotovoltaica e biomassa.

A figura 2 mostra a comparação das medidas do ano de 2004 e as estimativas pelas equações do quadro 1. Os indicativos estatísticos MBE, RMSE, e de Willmott e coeficientes de confiança (c) obtidos na validação estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Validação das equações de estimativa

	MBE	RMSE	d	r	c
UV	-1,94	6,37	0,9764	0,9833	0,96
PAR	-1,26	4,68	0,9857	0,9977	0,98
IV	-1,63	9,28	0,9281	0,9958	0,92

Os valores de MBE foram estatisticamente melhores na ordem decrescente das radiações PAR, IV e UV, e indicaram que as equações de estimativa subestimaram as medidas abaixo de 2%. O indicativo RMSE foi inferior a 10% para todas as radiações, sendo melhor na seqüência em ordem decrescente na seqüência PAR, UV e IV. O coeficiente de confiança (c) obtido à partir dos índice de correlação (r) e exatidão (d) acima de 0,9 expressaram estatisticamente ótima concordância entre medida e modelo.

REFERÊNCIAS

- Assunção, H. F. Modelo paramétrico para estimativa da radiação solar ultra-violeta. Tese de Doutorado, FCA, UNESP, 2003. 148p.
- Camargo, A. P., Sentelhas, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativas a evapotranspiração potencial de São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, RS, v. 5, n.1, p. 89-97, 1997.
- Gomes, E. N. Medidas e modelos da Par global e direta na incidência horizontal. Dissertação de Mestrado, FCA, UNESP, 2002. 98p.
- Gueymard, C. A two-band model for the calculation of clear sky solar irradiance, illuminance, and photosynthetically active radiation at the earth's surface. *Sol. Energy*, v.43, p.253-65, 1989a.
- Howell, T.A., Meek, D.W., Hatfield, J.L. Relationship of photosynthetically active radiation to shortwave radiation in the San Joaquin Valley. *Agric. Meteorol.*, v.28, p.157-75, 1983.
- Moon, P. Proposed standard solar radiation curves for engineering use. *J. Franklin Inst.*, v.230, p.583-618, 1940.
- Willmott, C.J. On the validation of models. *Physic Geogr.* v.2, p.184-94, 1981.

Agradecimentos: À FAPESP e CNPq.