

# **AValiaÇÃO DO DESEMPENHO DE UM MODELO DE ESTIMATIVA DE SALDO DE RADIAÇÃO EM ALGUMAS CULTURAS**

**JEANINE F. ACOSTA<sup>1</sup>, NILCEU P. CARDOZO<sup>2</sup>, FÁBIO R. MARIN<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Meteorologista, doutoranda Depto. Ciências Exatas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba – SP, Fone: (0xx19) 3429 4283, jeanine.acosta@usp.br

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, mestrando Depto. Ciências Exatas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba – SP

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas – SP

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 – GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo Horizonte – MG.

**RESUMO:** Avaliou-se o desempenho do método de estimativa do saldo de radiação proposto por ALLEN, 1998, em experimentos de culturas de girassol, amendoim, café, limão e grama, através de regressões lineares com base nos indicadores estatísticos coeficiente de correlação “r”, índice de Willmott “d” e índice de desempenho “c”. Segundo os critérios de avaliação do índice “c”, o método proposto por ALLEN, 1998 representa de forma satisfatória os dados de saldo de radiação, sendo obtidos os desempenhos equivalentes a 0,79 (muito bom) para as culturas de girassol e grama e de 0,96; 0,86 e 0,88 (ótimo) para as culturas de amendoim, café e limão, respectivamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** saldo de radiação, índice de Willmott “d”, índice de desempenho “c”.

## **EVALUATION OF A NET RADIATION MODEL IN SOME AGRONOMIC CULTURES**

**ABSTRACT:** The net radiation model (ALLEN, 1998) was evaluated by linear regression based on the correlation coefficient “r”, Willmott index and c index. The studied cultures were sunflower, peanut, coffee, lemon and grass. According to the criteria of c index the model presented a very good performance for peanut, coffee and lemon - 0.96; 0.86 and 0.88 respectively – and a good performance for sunflower and grass (0.79).

**KEY-WORDS:** net radiation, Willmott index, c index.

**INTRODUÇÃO:** O saldo de radiação (R<sub>n</sub>) representa a quantidade de energia disponível para ser utilizada nos processos de evapotranspiração, fotossíntese e de aquecimento do ar e do solo (FIETZ e FISCH, 2009). É influenciado por parâmetros como latitude, altitude, época do ano, cobertura de nuvens, composição espectral da radiação incidente, tipo de cobertura, disponibilidade hídrica e temperatura da superfície e da atmosfera (AZEVEDO et al., 1997). O saldo de radiação é uma das variáveis meteorológicas necessárias para o cálculo da evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith-FAO, atualmente considerado padrão (ALLEN et al., 1998). Geralmente é obtido em experimentos agrometeorológicos, restringindo suas medições a estudos experimentais específicos. Além disso, experimentos de campo são de alto custo e há regiões de difícil acesso e instalação do equipamento, tornando escassas as informações do saldo de radiação à superfície (PONTES e BASTOS, 1997). ALLEN (1998) propôs um método de estimativa para o saldo de radiação, baseado em outras variáveis, normalmente de fácil obtenção em estações meteorológicas. De posse de dados de saldo de radiação medidos em experimentos de culturas de girassol, amendoim, café arábica, limão e grama, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho do modelo proposto por ALLEN (1998), através de regressões lineares, em que se considerou os indicadores estatísticos coeficiente de correlação “r”, índice de Willmott “d” (WILLMOTT, 1981) e o índice de desempenho “c” (CAMARGO e SENTELHAS, 1995).

**MATERIAL E MÉTODOS:** Na realização desta pesquisa foram utilizados dados diários de saldo de radiação obtidos em experimentos de campo em culturas de girassol (cultivar Catissol I), amendoim (cultivar IAC Tatu ST), café arábica (variedade Mundo Novo Apuatã), limão (variedade Tahiti) e grama Batatais. O experimento da cultura de girassol foi realizado na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte - EMPARN, localizada na cidade de Apodi-RN no período de 5 de setembro de 2008 a 4 de dezembro do mesmo ano, totalizando a aquisição de 91 dados diários de saldo de radiação para esta cultura. Para a cultura do amendoim, foram registrados 99 dados diários de saldo de radiação, compreendidos no período de 30 de outubro de 2007 a 5 de fevereiro de 2008, adquiridos na Fazenda Experimental da Universidade Estadual Paulista - UNESP, situada no município de Jaboticabal-SP. Os dados diários das culturas de café, limão e grama foram obtidos em áreas experimentais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, localizada no município de Piracicaba – SP, totalizando 73 (período de 21/8 a 1/11/2002), 35 (período de 15/1 a 18/2/2000) e 3012 (período de 1/1/2001 a 31/3/2009) dados diários, respectivamente. O desempenho do método de estimativa do saldo de radiação proposto por ALLEN (1998) foi avaliado correlacionando-se os dados medidos com os estimados, através de uma regressão linear em que se considerou os indicadores estatísticos coeficiente de correlação “r” (precisão), índice de Willmott “d” (exatidão) e índice “c” (confiança ou desempenho). O índice de Willmott está relacionado ao afastamento dos valores estimados em relação aos observados, variando de zero para nenhuma concordância à 1 para a concordância perfeita, sendo determinado por:

$$d = 1 - \left[ \frac{\sum (P_i - O_i)^2}{\sum (|P_i - O| + |O_i - O|)^2} \right]$$

em que:  $P_i$  é o valor estimado;  $O_i$  é o valor observado;  $O$  é a média dos valores observados. O índice “c” é calculado reunindo os índices de correlação “r” e Willmott “d”, por:

$$c = r * d$$

cuja interpretação é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1: Critério de interpretação do desempenho do método de estimativa de saldo de radiação proposto por ALLEN, 1998, pelo índice “c”.

Valor de “c”	Desempenho
>0,85	Ótimo
0,76 a 0,85	Muito bom
0,66 a 0,75	Bom
0,61 a 0,65	Mediano
0,51 a 0,60	Sofrível
0,41 a 0,50	Mau
≤ 0,40	Péssimo

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Tabela 2 mostra os valores para o índice “c” de desempenho obtidos para as culturas de girassol, amendoim, café, limão e grama.

Tabela 2: Desempenho do método de estimativa de saldo de radiação proposto por ALLEN, 1998, segundo o índice “c”, para as culturas de girassol, amendoim, café, limão e grama.

<b>Cultura</b>	<b>Índice “c”</b>	<b>Desempenho</b>
Girassol	0,79	Muito Bom
Amendoim	0,96	Ótimo
Café	0,86	Ótimo
Limão	0,88	Ótimo
Gramma	0,79	Muito Bom

Observa-se, pela Tabela 2, que o modelo proposto por ALLEN para a estimativa do saldo de radiação apresentou ótimo desempenho para as culturas de amendoim, café e limão, sendo que na cultura de amendoim, seu valor foi equivalente à 0,96. As culturas de girassol e grama apresentaram desempenhos inferiores, igual a 0,79 (muito bom), mas mesmo assim significando bons resultados.

**CONCLUSÕES:** Pelo exposto, pôde-se concluir que, de um modo geral, o método de estimativa de saldo de radiação proposto por ALLEN, 1998, reproduz de forma satisfatória os valores obtidos de saldo de radiação nas culturas estudadas, principalmente nas culturas de amendoim, café e limão.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela bolsa de estudos concedida.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

AZEVEDO, P.V. de; LEITÃO, M.M.V.B.R.; SOUZA, I.F.; MACIEL, G.F. **Balanco de radiação sobre culturas irrigadas no semi-arido do Nordeste do Brasil.** Revista Brasileira de Meteorologia, Rio de Janeiro, v.5, n.1, p.403 – 410, 1990.

CAMARGO, A.P.; SENTELHAS, P.C. **Avaliação de modelos para a estimativa da evapotranspiração potencial mensal, em base diária para Campinas e Ribeirão Preto, SP.** In: IX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Resumos. Campina Grande, 1995. p. 415 - 417.

FIETZ, C.R.; FISCH, G.F. **Avaliação de modelos de estimativa do saldo de radiação e do método de Priestley-Taylor para a região de Dourados, MS.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.13, n.4, p.449 - 453, 2009.

PONTES, E.G.S.; BASTOS, E.J. de B. **Determinação de coeficientes de correlação entre o saldo de radiação medido na superfície e a radiação solar global medida e estimada via satélite.** In: X Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Anais. Piracicaba, 1997. p. 422 - 424.

WILLMOTT, C.J. **On the validation of models.** *Physical Geography*, v.2, p. 1984 – 194.  
1981.