

ESTIMATIVA DO ALBEDO COM BASE EM DADOS DISCRETOS

ESTIMATING THE SURFACE ALBEDO BASED ON DISCRETE DATA

Lineu Neiva Rodrigues¹, Gilberto Chohaku Sedyama², Mauro Aparecido Martinez³ e José Helvécio Martins⁴

RESUMO

Avaliaram-se dois métodos para determinação do albedo da superfície. Para tanto, utilizaram-se de dados de irradiância solar global (Qg) e de irradiância refletida (Qr) apresentados por SOBRINHO (1983). As curvas de Qr e de Qg foram digitalizadas e gravadas no formato "windows bmp". Os pontos sobre as curvas foram obtidos pelo programa SACRID (software para aquisição de coordenadas reais de imagens digitais), para intervalos de 1, 2, e 4 horas. Com o objetivo de definir um padrão para fins de comparação, foram obtidos os pontos para intervalos de tempo equivalentes a 16 minutos. Depois da obtenção dos pontos, realizou-se o ajuste de curvas para cada intervalo de tempo, pelo método dos quadrados mínimos. Ajustou-se uma função do tipo $y = a + bx + cx^n$, para todos os intervalos de tempo, sendo $n = 1,5$ para Qr e $n = 2$ para Qg, com $R^2 > 0,98$. As áreas sob as curvas de Qg e de Qr foram obtidas por integração analítica. O albedo, estimado pela relação entre as áreas sob as curvas de Qg e de Qr, apresentou diferença relativa máxima de 3,2%. A diferença relativa máxima entre o albedo pontual médio e estimado analiticamente foi de 16,8%.

Palavras-chave: irradiância solar, irradiância refletida, saldo de radiação, albedo.

¹ Est. de Doutorado, Bolsista do CNPq, Dep. de Eng. Agrícola, UFV. 36571-000 Viçosa, MG.

² Prof Titular, Bolsista do CNPq, Dep. de Eng. Agrícola, UFV. 36571-000 Viçosa, MG.

³ Prof. Adjunto, Dep. de Eng. Agrícola, UFV. 36571-000 Viçosa, MG

⁴ Prof. Titular, Dep. de Eng. Agrícola, UFV. 36571-000 Viçosa, MG

SUMMARY

A study was carried out to estimate the surface albedo by two methods. The solar global radiation (Q_g) and the reflected radiation (Q_r), obtained by SOBRINHO (1983) were used to evaluate the methodology. The curves of Q_g and Q_r were scanned, and then the points on the curves were obtained by SACRID program (software used to determine the coordinates points from digital images), for one, two, and four hours intervals. The actual value of the albedo was obtained using 16 minutes observations intervals. For all data points intervals a curve was adjusted by means of minimum square method. A function of the type $y = a + bx + cx^n$ was adjusted for all time intervals, in which $n = 1.5$ for Q_r and $n = 2$ for Q_g with $R^2 > 0.98$. The areas under the curves of Q_g and Q_r were obtained by analytical integration. The estimated value of the albedo by means of the ratio of the two areas under the curves of Q_g and Q_r reached a maximum relative error of 3.2%. The maximum relative difference between punctual averaged value of the calculated albedo and estimated analytically was 16.8%.

Key words: solar global radiation, reflected solar radiation, radiation balance, albedo.

INTRODUÇÃO

O termo albedo (a), em trabalhos mais recentes, tem sido definido como coeficiente de reflexão da superfície para a radiação de ondas curtas (VIANELLO & ALVES, 1991). O albedo varia de acordo com a superfície e é altamente dependente do ângulo de incidência dos raios solares, que varia com a latitude e época do ano. É utilizado no cálculo do balanço de energia, particularmente nos modelos de predição da radiação solar (BURMAN & POCHOP, 1994). É encontrado, também, em equações utilizadas na estimativa da evapotranspiração (Modelos de Ritchie, Penman-Monteith, além de outros).

Embora, para uma determinada superfície, o albedo seja variável durante o ano, via de regra, utiliza-se um valor constante. Diversos pesquisadores (BURMAN & POCHOP, 1994; MONTEITH & UNSWORTH, 1990) sugerem valores mínimos, máximos e médios do albedo para diversas superfícies.

O albedo pode ser estimado pela relação entre a integração (áreas) das curvas de irradiância solar refletida e irradiância global, conforme Equação 1

$$a = \frac{Q_r}{Q_g} \quad (1)$$

em que Q_r é a irradiância solar refletida pela superfície em $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ e Q_g a irradiância solar global à superfície em $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$.

A irradiância solar global incidente em um ponto pode ser medida pelo piranômetro, enquanto para a irradiância refletida utiliza-se o piranômetro invertido.

Esses aparelhos, devido às suas características construtivas, são instrumentos de alto valor aquisitivo, sendo normalmente utilizados apenas em centros de pesquisas, que muitas vezes possuem apenas um aparelho.

Quando se utiliza apenas um aparelho, Q_r é estimada invertendo-se o piranômetro a intervalos de tempos pré-fixados. Portanto, face à limitação de equipamentos, ao final da coleta de dados os valores de Q_g e Q_r são, normalmente, pontuais horários (incompletos), ou seja, têm-se apenas um grupo de dados discretos.

Tendo em vista tais dificuldades, o presente trabalho teve como objetivo, avaliar metodologia para cálculo do albedo com base em dados discretos.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se as curvas de radiação global e refletida, apresentadas por SOBRINHO (1983). Os dados foram coletados, para um dia típico claro (sem nuvens), em área plantada com grama batatais (*Paspalum notatum* L.), em Viçosa, MG, cujas coordenadas geográficas são: latitude de 20°45' S, longitude de 42°51' W e altitude de 651 m.

As curvas de Q_r e de Q_g foram digitalizadas e gravadas no formato “windows bmp”. Os pontos sobre as curvas foram obtidos por meio do programa SACRID (Software para aquisição de coordenadas reais de imagens digitais), para os intervalos de tempo correspondentes a 16 minutos, 1, 2 e 4 horas, sendo o primeiro tomado como padrão.

Para cada intervalo de tempo, as curvas foram ajustadas pelo método dos quadrados mínimos. As áreas sob as curvas foram determinadas por integração analítica, ou seja,

$$A = \int_0^t f(x)dx \quad (2)$$

onde A é a área sob a curva Q_g ou Q_r , conforme o caso.

Verifica-se que a área calculada pelo processo analítico é equivalente, em termos numéricos, à área determinada por planimetria.

O albedo, com os dados pontuais, foi calculado por meio da Equação 3.

$$a = \left(\frac{Q_{r_1}}{Q_{g_1}} + \frac{Q_{r_2}}{Q_{g_2}} + \dots + \frac{Q_{r_n}}{Q_{g_n}} \right) / n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{Q_{r_i}}{Q_{g_i}} \quad (3)$$

Fazendo,

$$a_i = \frac{Qr_i}{Qg_i} \quad (4)$$

pode-se escrever a equação 3 da seguinte forma:

$$a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i \quad (5)$$

em que n é o número de pares de observações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A curva ajustada aos dados observados, pelo método dos quadrados mínimos, forneceu uma equação tipo $y = a + bx + cx^2$, para os dados de irradiância solar global e uma equação tipo $y = a + bx + cx^{1.5}$, para os dados de irradiância refletida. Os valores dos coeficientes a , b e c , bem como de R^2 , para os diversos intervalos de tempo, são apresentados nos Tabela 1.

Os valores de albedo, estimados pelo método do ajuste de curvas (Equação 2) e pelo método da média dos dados discretos (Equação 3), são apresentados na Tabela 2. De acordo com dados desta Tabela, verifica-se que os valores de albedo, estimados pelo método do ajuste da curva diferiram, em termos relativos, do valor tomado como padrão (16 minutos) de 3,2; 1,1 e 2,7 % para os tempos de 1, 2 e 4 horas, respectivamente. Os valores estimados pelo método da média dos dados pontuais diferiram de -3,8; 7,6; 5,4 e 16,8 %, para os tempos de 16 minutos, 1, 2 e 4 horas, respectivamente. Os valores positivos indicam que o albedo foi superestimado enquanto o negativo indica que ele foi subestimado.

Os valores encontrados para o albedo estão dentro da faixa de valores de albedo para grama (0,14 a 0,45), sugeridos por BURMAN & POCHOP (1994), pouco diferindo daquele valor sugerido por DOORENBOS & PRUIT (1977), $\alpha = 0,25$.

De acordo com os resultados, pode-se concluir que ambas as metodologias podem ser utilizadas no cálculo do albedo. No entanto, ressalta-se que o número de pontos utilizados tem influência sobre o resultado, principalmente quando se utiliza a metodologia da média dos dados discretos. Observou-se (Tabela 2) que, quando se utilizou intervalos de tempo de 4 horas, a estimativa piorou consideravelmente, passando o erro de 5,4 %, intervalo de 2 horas, para 16,8 %.

Quando se utilizam poucos pontos, a escolha desses pontos é de fundamental importância. Eles devem ser bem distribuídos ao longo da curva. Por exemplo, se a decisão é pela utilização de apenas 4 pontos de irradiância solar global e refletida, uma escolha razoável seria: 1) um ponto no início da curva onde, a princípio o albedo é alto; 2) um ponto entre o valor mínimo e o valor máximo, no ramo

ascendente; 3) um ponto entre o valor máximo e o valor mínimo, no ramo descendente e 4) um ponto no final da curva.

Tabela 1. Valores dos coeficientes (*a*, *b* e *c*) das equações ajustadas pelo método dos quadrados mínimos, para os dados de irradiância solar global (*Q_g*) e refletida (*Q_r*) a intervalos de tempo de 16 minutos e 1, 2 e 4 horas

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>R</i> ²
16 minutos				
<i>Q_g</i>	-1,1385	0,3515	-0,0151	0,99
<i>Q_r</i>	-2790	0,1275	-0,0260	0,98
1 hora				
<i>Q_g</i>	-1,0532	0,3327	-0,0142	0,99
<i>Q_r</i>	-0,2257	0,1109	-0,0226	0,94
2 horas				
<i>Q_g</i>	-1,0106	0,3231	-0,0114	0,99
<i>Q_r</i>	-0,2423	0,1136	-0,0230	0,95
4 horas				
<i>Q_g</i>	-0,9834	0,3167	-0,0134	0,99
<i>Q_r</i>	-0,2466	0,1115	-0,0223	0,98

Tabela 2. Valores de albedo (%), para os diversos intervalos de tempo, obtidos pelos métodos da integração analítica (IA) e média dos dados discretos pontuais (M)

	16 (minutos)	1 (hora)	2 (horas)	4 (horas)
Albedo IA	18,5	19,1	18,7	19,0
Albedo M	17,8	19,9	19,5	21,6

CONCLUSÃO

Pela análise dos resultados conclui-se que ambas as metodologias podem ser utilizadas na estimativa do albedo. No entanto, quando se utiliza a média dos dados discretos, deve-se ter em mente que o número de pontos e sua escolha adequada é importante para a estimativa do albedo médio diário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURMAN, R., POCHOP, L.O. **Evaporation, evapotranspiration and climatic data.** Amsterdam, Elsevier. 1994. 278 p.
- DOORENBOS, J., PRUIT, W.O. **Crop water requirements.** Roma, FAO. 1977. 144 p. (FAO: Irrigation and Drainage Paper, 24).
- MONTEITH, J.L., UNSWORTH, M.H. **Principles of environmental physics.** London, Edward Arnold. 1990. 291 p.
- SOBRINHO, J.E. **Análise dos termos "Aerodinâmico" e "balanço de energia" da equação de Penman, para Viçosa, MG.** Viçosa, UFV, 1983. 87 p. Tese (Mestrado em meteorologia Agrícola). Curso de Pós-Graduação em Meteorologia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, 1983.
- VIANELLO, R.L., ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicação.** Viçosa, Imprensa Universitária da UFV, 1991. 449 p.