

VARIAÇÃO DIÁRIA E SAZONAL DO FLUXO DE CALOR NO SOLO CULTIVADO COM GRAMA

MARCOS A. DOS SANTOS¹, JOSE LEONALDO DE SOUZA², GUSTAVO B. LYRA³, IEDO TEODORO⁴, MERCEL J. DOS SANTOS⁵, RICARDO A. FRREIRA JUNIOR¹.

1 Estudante de Eng. Agrônômica, Bolsista I.C., Lab. de Agrometeorologia e Radiometria, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, LARAS/ICAT/UFAL, Macéio-Al, marcosalexceca@hotmail.com; 2 Meteorologista, Prof. Associado, LARAS/ICAT/UFAL, Macéio-Al; 3 Meteorologista, Prof. Visitante, Lab. de Agrometeorologia e Radiometria, LARAS/ICAT/UFAL, Macéio-Al, 4 Engo. Agrônomo, Prof. Assistente, Centro de Ciências Agrárias, Dep. de Solos, Engenharia e Economia Rural, LARAS/CECA/SER/UFAL, Macéio-Al, 5 Estudante de Meteorologia, Bolsista I.C., Inst. de Ciências Atmosférica, LARAS/ICAT/UFAL, Macéio-Al.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de Julho de - 2007– Aracaju - SE

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo avaliar a variação anual do fluxo de calor no solo (G) e sua estimativa a partir da temperatura do solo e saldo de radiação (Rn) em cultivo de grama. O estudo foi realizado durante o período de 1 de janeiro a 31 de dezembro de 2006, na estação agrometeorológica do Centro de Ciências Agrárias-CECA, da Universidade Federal de Alagoas-UFAL (Latitude: 09° 28'02" S; longitude: 35° 49'43" W; Altitude: 127 m). G foi comparado em três períodos com características pluviométricas diferentes: período chuvoso, seco e transição. Os resultados obtidos mostraram que os maiores valores de G ocorreram no período seco. O período de transição comportou-se de forma intermediária. A estimativa do fluxo de calor no solo a partir de Rn mostrou-se eficiente ($r^2 = 0,9748$), enquanto que em função da temperatura do solo foi satisfatória ($r^2 = 0,873$).

PALAVRAS CHAVES: Saldo de radiação, temperatura do solo, grama.

ABSTRACT: The aim of this work was to evaluate the annual variation of the soil flux heat (G) and its estimative in function of the soil temperature (Rn) and net radiation in grass cultivate. The study was done during the period from 1th January to 31st December, in the agrometeorological station of Centro de Ciências Agrárias -CECA, at Federal University of Alagoas –UFAL (Latitude: 09 28' 02''S: longitude: 35 49' 43''N; Altitude: 127 m). G was compared in three periods with different rainfall characteristics: rainy period, dry period and transition. The obtainable results showed that the highest values of G were found in the dry period. The transition period was intermediary. The estimative of G from Rn presented efficient ($r^2= 0,9748$), whereas in the function of soil's temperature was satisfactory ($r^2 = 0,873$).

Keywords: Net radiation, soil temperature, grass.

INTRODUÇÃO: Da energia líquida disponível à superfície (Rn), somente uma pequena parcela é consumida como fluxo de calor no solo, a outra parte é utilizada nos processos de evaporação da água e aquecimento do ar (ALVES et al., 1998; CUNHA &

BERGAMASCHI, 1994). Apesar de sua pequena participação em relação a RN, essa energia é de extrema importância para agricultura, pois suas variações refletem na temperatura do solo, que está estreitamente relacionada à germinação de sementes, atividade dos microrganismos, crescimento radicular, absorção de água e nutrientes. MARTINS (2002) observou que as variações no fluxo de calor no solo são reflexos das variações de radiação incidente, do grau de cobertura do solo e de suas características físicas, a exemplo da umidade. Em regiões sob densas florestas é praticamente zero, porém onde a vegetação é escassa passa a ser um componente significativo do balanço de energia (OLIVER et al., 1987). A determinação dessa variável é necessária para o melhor entendimento da partição de energia, e em níveis diurnos é requerida na estimativa da evapotranspiração. No entanto, o fluxo de calor no solo não é fácil de ser medido (CLOTHIER et al., 1986) e não faz parte das medições rotineiras em estações meteorológicas. Assim sua estimativa em função de outros componentes energéticos, das características da superfície e através de modelos pode ser vantajosa. Esse trabalho tem por objetivo avaliar a variação anual do fluxo de calor no solo cultivado com grama e sua estimativa a partir da temperatura do solo e do saldo de radiação.

MATERIAL E METODOS: As medidas de saldo de radiação (R_n), irradiação solar global (R_g), temperatura e fluxo de calor no solo (G) foram obtidas na estação agrometeorológica do Centro de Ciências Agrárias - CECA, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL (Latitude: 09° 28'02" S; longitude: 35° 49'43" W; Altitude: 127 m), durante o período de 1 de janeiro a 31 de dezembro de 2006. A temperatura do solo (°C) foi medida por dois termistores (Modelo 107, Campbell Scientific Inc, Logan, Utah) nas profundidades de 0,05 e 0,1 m. A irradiação solar global foi medida por um piranômetro (CM3, KIPP ZONEN, Netherlands). Na determinação do fluxo de calor do solo (G , $W m^{-2}$) utilizou-se um fluxímetro (HFT3, Campbell Scientific INC, Logan, Utah), instalado a 0,08 m de profundidade. O saldo de radiação (R_n , $W m^{-2}$) foi obtido por um saldo radiômetro (NRLITE, KIPP & ZONE, Netherlands) instalado no centro da área. Esses instrumentos foram conectados a um sistema automático de aquisição de dados (CR21X, Campbell Scientific Inc, Logan, Utah), programado para fazer medidas a cada dez segundos e armazenar as médias de cinco minutos para G , R_g e R_n e dez minutos para as demais variáveis. Os valores de G e R_n foram integrados para a obtenção em níveis horários e diários. Durante o período de estudo excluíram-se as observações de R_n em dias que ocorreram eventos chuvosos, por motivos de possíveis erros de medidas do saldo radiômetro.

G foi comparado ao longo do ano em períodos com características pluviométricas diferentes, determinados por SOUZA et al (2003). Os autores definiram período úmido da segunda quinzena de março até a segunda quinzena de agosto, e o seco entre a primeira quinzena de outubro e a segunda quinzena de fevereiro. Os meses de março e setembro foram denominados de período de transição. Também foi avaliada a tendência de G em dias antes e após eventos de chuva, nas mesmas condições de claridade. As condições de claridade foram definidas em função do índice de claridade (K_t), determinado pela razão entre a irradiância solar global e a do topo da atmosfera. Os dias com $K_t \geq 0,7$, classificados como céu claro, $0,3 < K_t < 0,7$ céu parcialmente nublado e com $K_t < 0,3$ céu parcialmente nublado (IQBAL, 1983). Para esses dias foi calculado instantaneamente o gradiente vertical de temperatura do solo no perfil de 0,05 a 0,1m.

A estimativa de G diurno a partir do Rn foi feita considerando seus valores médios horários durante o período estudado através regressão linear simples descrita pela equação abaixo:

$$G_h = a + bRn_{h-1} \quad 01$$

em que h é a hora compreendida entre 6 e 18, a e b são os coeficientes da equação, G e Rn são o fluxo de calor no solo e saldo de radiação, respectivamente. A estimativa de G a partir da temperatura do solo também foi feita por regressão linear simples, utilizado os valores médios medidos na profundidade de 0,05 m.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A variação horária de G para os períodos úmido, transição e seco está representada na Figura 1. Observou-se que o período seco apresentou os maiores valores horários de G, tanto diurno quanto noturno. Nesse período os valores diurnos oscilaram de 55 a 405 W m⁻², com média de 176 W m⁻². O período de transição comportou-se de forma intermediária entre o seco e o úmido. Seus valores diurnos variaram de 27 a 297 W m⁻², com média de 164 W m⁻². Nesse período, G durante fevereiro e a última quinzena de setembro apresentou valores elevados (71 -396 Wm⁻²), mostrando similaridade com o período seco. Já os dias correspondentes à primeira quinzena de março e a primeira de setembro apresentaram semelhança ao período úmido da região. Esses contrastes nas magnitudes de G proporcionaram ao período de transição as maiores variações, com coeficiente de variação de 54,2%.

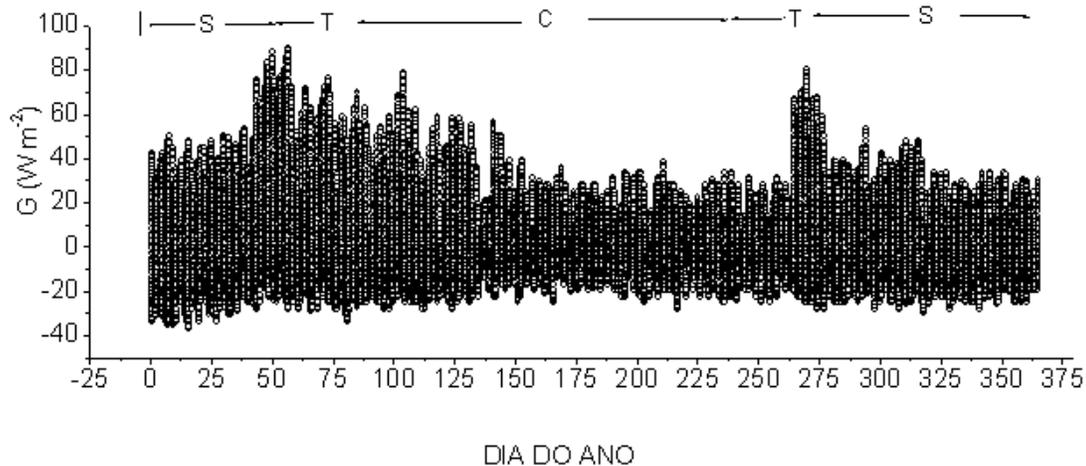


Figura 1. Variação do fluxo de calor no solo (G, W m⁻²) horário no período seco(S), chuvoso(C) e transição (T).

Pela Figura 2 pode-se avaliar a influência da umidade na tendência de G. Observou-se que um evento chuvoso de 16 mm (Figura 2a) não proporcionou alterações significativas no G. CLOTHIER et al (1986) também chegou a essa constatação analisando G em cultivo de alfafa sob diferentes regimes hídricos. Porém, um evento de 60 mm (Figura 2b) causou decréscimo significativo em G, principalmente a parti do meio-dia. Esse decréscimo pode ser explicado pela diminuição no gradiente vertical de temperatura, causado pelo excesso de umidade, no qual decaiu de 1,49 para 0,77 °C cm⁻¹ ao meio-dia no perfil de 5 a 10 cm.

Enquanto que a chuva de 16 mm provocou alterações pouco significativas, diminuindo apenas $0,1 \text{ } ^\circ\text{C cm}^{-1}$.

Pelo fato da época chuvosa ter apresentado altos níveis pluviométricos, dando um acumulado de 1300 mm, a umidade do solo foi um fator relevante para reduzir o G nesse período, juntamente com os baixos índices de radiação solar.

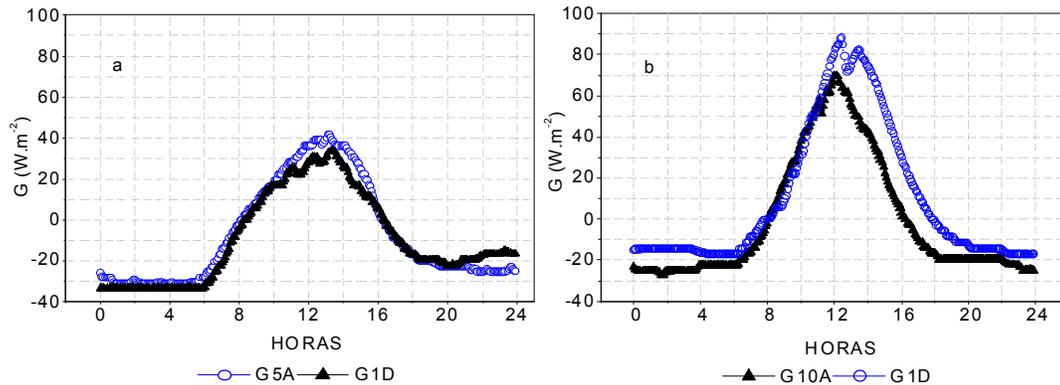


Figura 2. -(a) Variação do Fluxo de calor no solo gramado em dias antes (GA) e depois (GD) de dois eventos de chuva, 16 mm (a) e 60 mm (b), dias de céu claro.

A estimativa de G horário para o período diurno a partir de Rn (Figura 3b) mostrou-se eficiente, com coeficiente de determinação elevado (0,9748). Esse resultado deve-se a tendência similar dessas duas variáveis, diferindo apenas nas suas magnitudes e no atraso de resposta por parte de G de mais ou menos uma hora. Esse atraso foi considerado em sua estimativa. A estimativa de G em função da temperatura do solo na profundidade de 0,05 m (Figura 3a) mostrou-se satisfatória, assim tem-se uma boa alternativa para estimar G, visto ser a temperatura do solo uma variável mais rotineiramente medida em estações agrometeorológicas.

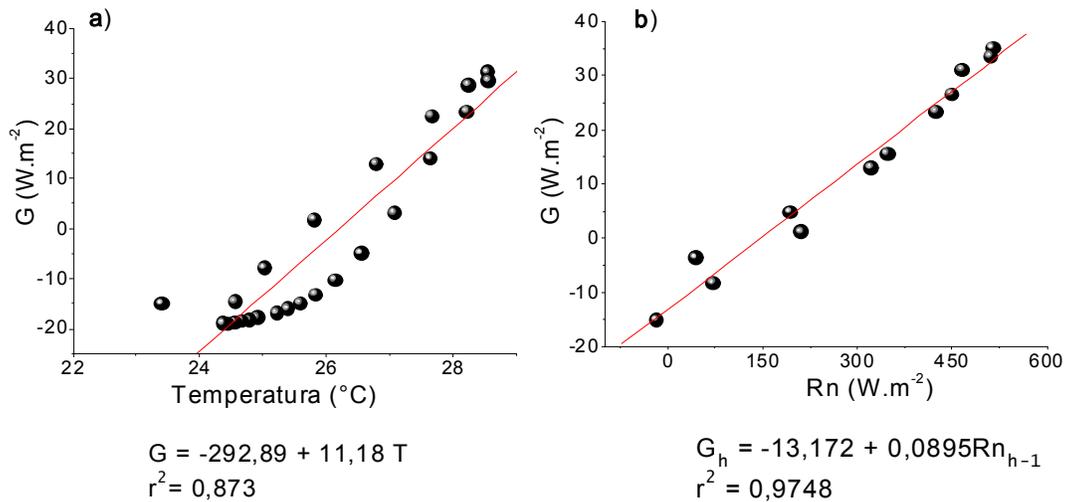


Figura 3. (a) Relação entre fluxo de calor no solo horário e temperatura do solo na profundidade de 5 cm; (b) relação entre fluxo de calor no solo diurno e saldo de radiação.

CONCLUSÕES: Os resultados obtidos mostram que o fluxo de calor no solo varia consideravelmente ao longo do ano, sendo os maiores valores encontrados no período seco. A sua estimativa através do saldo de radiação em período diurno é viável assim como em função da temperatura do solo.

AGRADECIMENTOS: CT-Hidro/CNPq 504068/03-2, PROEST/UFAL, PMGCA/UFAL.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A.V.; AZEVEDO, P.V.; SILVA, B.B. Balanço de energia e reflectância do albedo em cultivo de melão. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 139-146, 1998.
- CLOTHIER, B.E.; CLAWSON, K.L.; PINTER, P.J.; JR., MORAN, MS., REGINATO, R.J., JACKSON, R.D. Estimation of soil flux heat from net radiation during the growth of alfafa. **Agricultural and Forest Meteorology**. Amsterdam, v. 37, p. 319-329, 1986.
- CUNHA, G.R.; BERGAMASCHI, H. Balanço de energia em alfafa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, p. 9-16, 1994.
- IQBAL, L.M. An introduction to Solar Radiation. New York, Academic Press. 1983.
- MARTINS, L.T.G. **Características energéticas em um cultivo de milho (Zea mays L.) em solo de tabuleiro costeiro de Alagoas**. Maceió: UFAL, 2002. 84 f. Dissertação (mestrado em meteorologia)- Universidade Federal de Alagoas, 2002.
- OLIVER, S.A.; OLIVER, H.R.; WALLACE, J.S.; ROBERTS, A.M. Soil heat flux and temperature variation with vegetation, soil type and climate. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 39, p. 257-269, 1987.
- SOUZA, J.L.; FILHO, J.M.; LYRA, R.F.F.; TEODORO, I.; SANTOS, E.A.; SILVA, J.L.; SILVA, P.R.T.; CARDIM, A.H.; AMORIM, E.C. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na Região do Tabuleiro Costeiro de Maceió, AL, período de 1972-2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 131-141, 2003.