

## BALANÇO DE ENERGIA EM CULTIVO DE SOJA NO CERRADO<sup>1</sup>

Maria Lucia Meirelles<sup>2</sup>, Sylvia Elaine Marques de Farias<sup>3</sup>, Antonio Fernando Guerra<sup>2</sup>, Augusto César Franco<sup>4</sup>

**ABSTRACT** - The quantification of water used by soybean crop in the Brazilian Savanna and its relationships of micrometeorological factors are important dates for use balance water models for this agroecosystem. The aim was to determine the energy balance components in unrainy days in the wet season of a soybean crop (*Glycine max* cv Celeste) located in the rural region PAD, DF, Brazil. An automated micrometeorological station and an eddy covariance system were used to determine the principal flux densities of the energy balance components: Rn, net radiation; LE, latent heat; H, sensible heat and G, soil heat. The values of the densities of the energy balance fluxes were analyzed for two unrainy days: 19/12/2001 (49 days after plantation) and 09/01/2002 (70 days after plantation). Rn was partitioned at 19/12/2001 in 23% (H), 53% (LE), 24% (G) and at 09/01/2002, 22% (H), 69% (LE), 9% (G). The Bowen ratio decreased of 0.45 to 0.32. The daily evapotranspiration were of 2.7 mm in 19/12/2001 and 4.1 mm in 09/01/2002.

### INTRODUÇÃO

A contribuição da cultura de soja no Cerrado tem sido determinante para a posição alcançada pelo Brasil em relação à exportação deste produto (Roessing & Guedes, 1993). A quantificação de água utilizada por cultivos de soja no Cerrado e sua relação com fatores micrometeorológicos são importantes dados para estudo de modelos de uso da água por este agroecossistema.

O balanço de energia, baseado no princípio físico da conservação de energia, relaciona as densidades dos fluxos de energia disponível ao nível da vegetação (saldo de radiação) com a energia utilizada principalmente como calor latente na evapotranspiração e calor sensível nas variações de temperatura do ar e do solo (Pereira et al., 2002). Os componentes do balanço de energia e variáveis micrometeorológicas responsáveis pela demanda evaporativa da atmosfera, são fatores determinantes da taxa de evapotranspiração de uma cultura.

Este estudo teve como objetivo quantificar os principais componentes do balanço de energia durante o período das chuvas no Cerrado, em um plantio de soja da cultivar Celeste, localizada no Núcleo Rural PAD-DF. Espera-se que, posteriormente, estes resultados possam contribuir para o desenvolvimento de modelos quanto ao uso da água desta cultura e em análises comparativas com outros ecossistemas naturais e agrícolas do Cerrado em relação às trocas de massa e energia entre a vegetação e a atmosfera.

### MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo foi cultivada com soja (*Glycine max* cv Celeste) de aproximadamente 500 ha

localizada no Núcleo Rural PAD-DF, a 16°01'31''S, 47°47'01''W e 1071m de altitude. A semeadura foi realizada em 01/11/2001 e as medições realizadas entre 15/12/2001 e 14/02/2002.

O índice de área foliar (IAF) foi obtido a partir da medição da área foliar verde em planímetro de mesa. Foram separados e pesados após secagem os caules e folhas verdes (fitomassa ativa) e secas (fitomassa inativa).

Foram instalados na área experimental dois mastros, um com a Estação Micrometeorológica Automática (EMA) e outro com o Sistema de Correlação dos Turbilhões (SCT) para a obtenção dos fluxos turbulentos sendo alimentados por dois painéis solares de 75W cada. Os sensores foram instalados a 3 m acima do solo.

A EMA possuía os seguintes sensores com os respectivos modelos e marcas: velocidade (014A – Met One) e direção do vento (024A – Met One); saldo de radiação (Q7 – REBS); radiação global (CM3 – Kipp & Zonen); temperatura e umidade do ar (HMP45C – Vaisala); calor do solo (HFT3 – REBS); temperatura (TCAV – Campbell Scientific) e umidade do solo (CS615 – Campbell Scientific) Estes sensores estavam acoplados a um sistema de aquisição de dados (Micrologger 23X – Campbell Scientific) que continha o software de gerenciamento sendo coletado dados a cada minuto e armazenadas as médias de 30 minutos. Os dados armazenados eram recolhidos semanalmente por meio de um módulo de armazenagem (SM16M – Campbell Scientific).

A SCT possuía um anemômetro sônico tridimensional (CSAT3 – Campbell Scientific) que media as flutuações da velocidade do vento nas três direções e temperatura e um higrômetro (Krypton – Campbell Scientific) medindo a densidade do vapor d'água no ar. Os aparelhos estavam acoplados a um datalogger (CR23X – Campbell Scientific) que gerenciava a obtenção dos dados em uma frequência de 20 Hz. Os dados obtidos eram enviados a um notebook e armazenados em arquivos a cada 30 minutos.

Foram obtidas as densidades dos fluxos dos componentes do balanço de energia na superfície: Rn, saldo de radiação; LE, calor latente; H, calor sensível no ar e G, calor sensível no solo.

Os valores de Rn e G foram obtidos a partir de medições diretas, porém o Rn sofreu correção em relação a velocidade do vento. O G foi calculado a partir da média de duas placas de solos colocadas a 8cm de profundidade acrescida da energia armazenada na camada acima do solo (S).

No SCT foram obtidos os dados para os cálculos dos fluxos turbulentos de LE e H pelo Método de Correlação dos Turbilhões (Oke, 1987). H e LE foram obtidos pela média do produto das flutuações da velocidade vertical do vento com a temperatura sônica e a concentração do vapor de água, respectivamente.

<sup>1</sup> Trabalho financiado pelo Programa Centro-Oeste de Pesquisa e Pós-graduação - CNPq.

<sup>2</sup> Pesquisador. Embrapa Cerrados, CP 08223, CEP 73301-970, Planaltina, DF, lucia@cpac.embrapa.br, guerra@cpac.embrapa.br

<sup>3</sup> Doutoranda em meteorologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), sylvia@cptec.inpe.br

<sup>4</sup> Professor. Departamento de Botânica, Universidade de Brasília, acfranco@unb.br

Para a obtenção dos fluxos foi utilizado o software Eddy2, adaptação realizada pela equipe de micrometeorologia do CPTEC/INPE do programa EDDYWSC desenvolvido em ALTERRA (Holanda).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta dados de crescimento da cultura de soja. O IAF aumentou 2,4 vezes entre 50 e 70 DAP. Já se observa um peso seco da vagem de 235,1 g m<sup>-2</sup> em 95 DAP e uma redução no IAF de 5,2 para 3,6 entre 95 e 105 DAP.

A tabela 2 apresenta os valores diurnos totais (6h30min às 18h) das densidades dos fluxos dos componentes do balanço de energia para dois dias sem chuva: 19/12/2001 (49 DAS) e 09/12/2001 (70 DAS). Do Rn total, obteve-se, para o dia 19/12/2001, uma partição de 23% (H), 53% (LE), 24% (G) e para o dia 09/01/2002, 22% (H), 69% (LE), 9%(G). Observa-se que maior parte da energia foi utilizada no processo evapotranspirativo (LE). A partição da energia disponível utilizada em H foi semelhante nos dois dias. No dia com IAF de 1,6 foram utilizados 24% da energia disponível em G reduzindo para 9% com IAF de 3,8 e maior cobertura do solo. A energia utilizada em LE aumentou de 53% para 69%. A razão de Bowen, que corresponde a relação H/LE, diminuiu de 0,45 para 0,32. As taxas de evapotranspiração para o período de 24h foram de 2,7 mm em 19/12/2001 e 4,1 mm em 09/01/2002.

Uma maneira de se avaliar a qualidade das densidades dos fluxos turbulentos (H e LE) obtidas pelo Método de Correlação de Turbilhões é verificando-se a proximidade do fechamento da equação do balanço de energia. As inclinações das retas entre Rn-G e H+LE foram de 0,87 (19/12/2001) e 0,81 (09/01/2002). Estes valores são compatíveis com os encontrados na literatura demonstrando que o SCT utilizado permitiu a obtenção de H e LE confiáveis.

## REFERÊNCIAS

OKE, R. **Boundary Layer Climates**. 2 ed. London: Routledge, 1987. 435p.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.

ROESSING, A. C.; GUEDES, L. C. A. Aspectos econômicos do complexo soja: sua participação na economia brasileira e evolução na região do Brasil Central. In: **Cultura de soja nos Cerrados**, eds: ARANTE, N. E.; SOUZA, P. I. M. Piracicaba, SP: POTAFOS, 1993. p.1-69.

**Tabela 1.** Dados de crescimento obtidos em dias após semeadura (DAP) de uma cultura de soja *Glycine Max* cv Celeste localizada no Núcleo Rural PAD-DF.

DAP	50	70	95	105
Altura (cm)	47 ± 4	89 ± 5	91 ± 9	96 ± 12
IAF	1,6	3,8	5,2	3,6
Fitomassa ativa*	54,1	126,1	190,5	142,2
Fitomassa inativa*	x	3,3	6,2	7,4
PS caule*	39,0	139,4	255,6	262,0
PS vagem*	x	x	235,1	266,7

\* fitomassa e PS (peso seco) em g m<sup>-2</sup>.

**Tabela 2 .** Índices de área foliar (IAF) e densidades dos fluxos de H (calor sensível do ar), LE (calor latente) e G (calor sensível o solo) em MJ m<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup> e acompanhados da porcentagem de cada valor em relação ao saldo de radiação (Rn) para o período diurno de dois dias sem chuva.

VALORES	19/12/2001	09/01/2002
IAF	1,6	3,8
H	2,90 (23%)	3,50 (22%)
LE	6,48 (53%)	10,86 (69%)
G	2,91 (24%)	1,40 (9%)
H/LE	0,45	0,32