

## Desempenho do modelo de Bruin-Holtslag em estimar os componentes do balanço de energia para o cultivo do feijão caupi\*

Evandro Chaves de Oliveira<sup>1</sup>, Leonardo de Oliveira Neves<sup>1</sup>,  
Vanda Maria Sales de Andrade<sup>1</sup>, Marcos Antonio Vanderlei Silva<sup>2</sup>,  
Hernani José Brazão Rodrigues<sup>3</sup>, José Maria Nogueira da Costa<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Doutorando em Meteorologia Agrícola/UFV, Minas Gerais*  
*e-mail: echoliveira@yahoo.com.br ; ds\_neves@hotmail.com e*  
*vanda007@yahoo.com*

<sup>2</sup>*Prof. Msc Agronomia, UNEB, Doutorando em Meteorologia Agrícola /UFV,*  
*Minas Gerais*  
*e-mail: maavsilva@uneb.br*

<sup>3</sup>*Prof. Dr. Curso de Meteorologia Agrícola/UFV, Minas Gerais*  
*e-mail: hernani@ufpa.br*

<sup>4</sup>*Prof. Dr. Curso de Meteorologia/UFPA, Pará*  
*e-mail: jmnrcosta@ufv.br*

### Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho do modelo de Bruin-Holtslag em estimar os componentes do balanço energia para o feijão caupi em condições de sequeiro, localizado no sítio experimental na fazenda Amaniteua, na cidade de Tracuateua, PA. Os fluxos de energia foram medidos usando a técnica de covariância dos vórtices turbulentos. Por meio das análises realizadas nas simulações, observou-se que o modelo estimou satisfatoriamente o fluxo de calor sensível e latente para a cultura do caupi.

---

\*LBA (Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia): cooperação institucional da Universidade Federal de Viçosa /DEA, Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi (Departamento de Ecologia), University of Edinburgh e Oxford University.

## 1. Introdução

O caupi (*Vigna unguiculata* L.) é uma importante fonte de proteínas para a população das regiões Norte e Nordeste do Brasil, especialmente para as de baixa renda. Apesar da importância do feijão caupi, poucos trabalhos foram realizados sobre os componentes do balanço de energia dessa cultura, (SAN JOSÉ et al., 2003). Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho do modelo de Bruin-Holtslag em estimar os componentes do balanço energia para o feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.), em condições de sequeiro, na região de Bragança, Pará.

## 2. Material e métodos

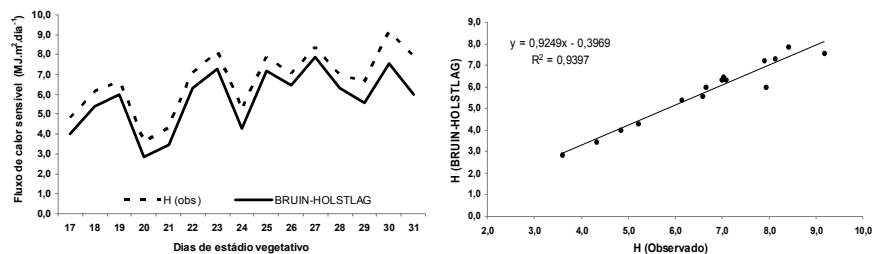
O trabalho foi realizado no sítio experimental, de 70 ha, cultivado com feijão caupi, localizado à (01° 00' 38.6" S; 46° 50' 58.1" W), na fazenda Amaniteua, na cidade de Tracuateua – PA, na região de Bragança. Os fluxos de vapor d'água e energia foram medidos usando-se a técnica de covariância dos vórtices turbulentos. Utilizou-se o sistema *Edisol*, desenvolvido na University of Edinburgh por John Moncrieff. O sistema *Edisol* descrito por Moncrieff et al., (1997), utiliza um anemômetro sônico tridimensional, para medições instantâneas dos componentes da velocidade do vento e um analisador de gás no infravermelho para H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub>. As análises foram feitas para 15 dias do período vegetativo da cultura (mês de agosto).

A estimativa do fluxo de calor sensível e latente entre o dossel da cultura de feijão caupi foi baseada nas equações propostas por Bruin e Holtslag (1982).

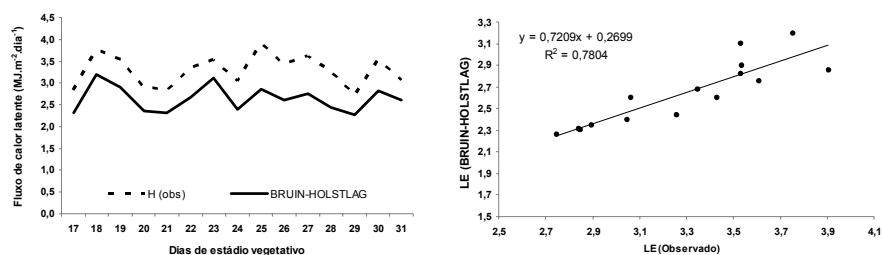
O desempenho do modelo empírico aplicado para estimar os fluxos do balanço energia foi comparado utilizando-se o coeficiente de determinação ( $r^2$ ), o Índice “d” de Concordância (WILLMOTT et al., 1985), o quadrado médio do erro (RMSE) de Loague e Green (1991) e a porcentagem de desvio (porcentagem de desvio negativos indicam sub-estimativa, e a porcentagem de desvios positivas indicam super-estimativa).

## 3. Resultados

O modelo de Bruin-Holtslag estimou o fluxo de calor sensível da cultura do feijão caupi com precisão, sendo o índice de concordância (d) bastante elevado (0,94) com baixo quadrado médio do erro (RMSE) de 3,48 % e elevado coeficiente de determinação ( $r^2 = 0,93$ ) entre os valores observados e estimados, confirmando a adequada estimativa realizada pelo modelo para o fluxo de calor sensível na cultura de feijão caupi, (Figura 1a e 1b).



**Figura 1.** (1a) Estimativa da variação média diária do fluxo de calor sensível pelo modelo de Bruin-Holtslag durante o período vegetativo e (1b) Valores do fluxo médio diário de calor sensível observado e estimado pelo modelo de Bruin-Holtslag para o período vegetativo do feijão caupi.



**Figura 2.** (1a) Estimativa da variação média diária do fluxo de calor latente pelo modelo de Bruin-Holtslag durante o período vegetativo e (1b) Valores do fluxo médio diário de calor latente observado e estimado pelo modelo de Bruin-Holtslag para o período vegetativo do feijão caupi.

O fluxo de calor latente foi adequadamente estimado pelo modelo de Bruin-Holtslag para a cultura de feijão caupi (Figura 2a e 2b). Os valores observados e estimados para o período vegetativo da cultura foram bastante similares, e a porcentagem de desvio da estimativa foi de  $-19,61\%$ , com índice de concordância (d) baixo (0,52), e valores do quadrado médio do erro (RMSE) menor do que 5%, evidenciando a habilidade do modelo de Bruin-Holtslag em estimar o fluxo de calor latente do feijão caupi.

#### 4. Conclusão

O modelo de Bruin-Holtslag simulou com adequada precisão a variabilidade diária do fluxo de calor sensível na cultura do caupi, apresentando bom ajuste aos dados observados. Para o fluxo de calor latente, o modelo apresentou razoável ajuste entre dados observados e estimados.

## 5. Referências bibliográficas

- BRUIN, H. A. R.; HOLTSLAG, A. A. M. A simple parametrization of the surface fluxes of sensible and latent heat during daytime with the Penman Monteith concept. **Journal of Applied Meteorology**, v.21, p.1610-1621, 1982.
- MONCRIEFF, J.B., MASSHEDER, J.M., DE BRUIN, H., ELBERS, J., FRIBORG, T., HEUSINKVELD, B., KABAT, P., SCOTT, S., SOEGAARD, H AND VERHOEF, A., A system to measure surface fluxes of momentum, sensible heat, water vapour and carbon dioxide. **Journal of Hydrology**. p. 589-611. 1997.
- SAN JOSÉ, J.J.; BRACHO, R.; MONTES, R.; NIKONOVA, N. Comparative energy exchange from cowpeas (*Vigna unguiculata* (L) Walp) cvs. TC-9-6 and M-28-6-6) with differences in canopy architectures and growth durations at the Orinoco llanos. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.116, n.3-4, p.197-219, 2003.
- LOAGUE, K.; GREEN, R.E. Statistical and graphical methods for evaluating solute transport models: overview and application. **Journal of Contaminant Hydrology**, v.7, p.51-73, 1991.
- WILLMOTT, C.J.; AKLESON, G.S.; DAVIS, R.E.; FEDDEMA, J.J.; KLINK, K. M.; LEGATES, D.R.; O'DONNELL, J.; ROWE, C. M. Statistic for the evaluation and comparison of models. **Journal of Geophysical Research**, v.90, p.8995-9005, 1985.