

ESTIMATIVAS DOS FLUXOS TURBULENTOS NUMA CULTURA DE ARROZ NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

Julio Sena¹, Débora Roberti², Janaina Carneiro³,
Cláudio Teichrieb⁴, Andréa U. Timm⁵, Hanz Zimmermann⁶

¹ Físico Licenciado, mestrando do PPG em Meteorologia, CRS/INPE/UFSM, Brasil

E-mail: juliosena45@gmail.com

² Prof. do Detpto. De Física, CCNE ,UFSM, Brasil

E-mail: d_r_roberti@yahoo.com.br

³Janaina Carneiro, doutoranda do PPG em Física CCNE ,UFSM, Brasil

E-mail: carneirojana@yahoo.com.br

⁴ Físico Licenciado, doutorando do PPG em Física da atmosfera, UFSM/CRS/INPE, Brasil

E-mail: teichrieb@gmail.com

⁵Mestre em Física, Doutoranda do PPG em Física, CCNE, UFSM, Brasil,

E-mail: annddri@gmail.com

⁶ Prof. do Depto. de Física, CCNE ,UFSM, Brasi

E-mail: zrhans@gmail.com

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011
– SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

Resumo: Sabe-se que para uma determinada região da superfície terrestre a energia líquida disponível no sistema Terra-Atmosfera é descrita em termos das radiações em onda curta e longa e que podem ser medidas diretamente por um único sensor de radiação, e também pode ser obtida em termos de fluxos turbulentos, como o fluxo de calor sensível, latente e fluxo de calor no solo. Numa cultura de arroz, a radiação líquida medida de forma direta foi comparada com a radiação calculada em termos de fluxos turbulentos com a utilização do método eddy-covariance para o cálculo dos fluxos de calor sensível e latente. Neste trabalho são mostradas as relações entre as componentes do fechamento do balanço de energia na superfície obtidas de forma direta (Rn) e indireta ($H+Le+G$) durante um período de 29 dias numa cultura irrigada de arroz na região central do Rio Grande do Sul Brasil, where comparisons were made between the first 5 days and last 5 days of analysis.

Palavra chave: balanço de energia.

Abstract: It is known that for a given surface site the net energy available on Earth-Atmosphere system is described in terms of short-wave radiation and long and can be directly measured by a single sensor, but this energy can also be obtained in terms of turbulent flows with as sensible heat flux, latent heat flux and soil heat flux. In rice cultivation, the net radiation measured directly was compared with radiation net calculated in terms of flow using the eddy-covariance method for calculating the sensible heat fluxes and latent. This work shows the relationships among the components of energy balance closure at the surface obtained in a direct (Rn) and indirect ($H + L + G$) over a period of 29 days in an irrigated rice in the central region of Rio Grande do Sul Brazil, where a comparison was made between the first 5 days and last 5 days of analysis..

Keyword: energy balance

1 Introdução

Estimativas destas transferências de energia e massa no sistema Terra-Atmosfera (T-A) podem ser obtidas com a utilização da técnica eddy-covariance para os fluxos turbulentos, segundo Scott R. L. (2010, p. 219) esse método é o padrão para monitorar os fluxos de energia e massa no sistema T-A. Este estudo foi realizado com base do princípio da conservação da energia, de modo que a radiação líquida ou saldo de radiação Rn disponível na Camada Limite Planetária pode ser definida como a diferença entre os ganhos e perdas

radiativas neste sistema (M. A. VAREJÃO-SILVA, 2006). O balanço de energia para este sistema é dado pela soma dos fluxos de energia, de modo que o fechamento do balanço energético pode ser representado pela equação:

$$Rn = Le + H + G \quad (1)$$

onde Le e H são os fluxos turbulentos de calor latente e sensível e G é o fluxo de calor no solo. O fluxo de calor latente está relacionado com a energia disponível na atmosfera para a evaporação da água e o fluxo de calor sensível com a energia utilizada para variar a temperatura da atmosfera. O fluxo de calor no solo está relacionado com a energia transferida na forma de calor para as camadas internas da superfície.

O conhecimento dos fluxos de calor sensível, latente, fluxo de calor no solo G e saldo de radiação Rn para uma determinada região são úteis para a utilização de forma econômica das técnicas de irrigação (C. R. Antônio et al. 2002) e, entre outros fatores meteorológicos, ajudam no planejamento de novas áreas de plantação. Já para Ramirez et. al. (2009), O equilíbrio de fluxos de energia a superfícies terrestres é crítico para interpretação apropriada de equilíbrio de água e fluxos de carbono e dióxido de carbono para o micro clima local.

2 Materiais e métodos

2.1 Descrição do sítio

O local onde foi feito este estudo, se encontra na região de Cachoeira do Sul, na região central do estado do Rio Grande do Sul (lat. -30.2771 long. -53.1479). A torre apresenta 6m de altura e nela estão instalados os sensores de direção e velocidade do vento CSAT3, analisador de gás por infravermelho LICOR-Li 7500, saldo de radiação NET NR-Lite kipp&Zone, radiação global CMB6 kipp&Zone, radiação fotossinteticamente ativa PAR – kipp & Zone, fluxo de energia no solo Fluxímetro HFP01SC, Temperatura no solo – Termopar tipo E-TCAV-L situado a 2cm da superfície, sensor de temperatura T-107_C utilizado na lâmina de água, precipitação – TB4 Rain Gauge measurement e um DataLogger CR-1000 da Campbell Science. Os dados foram divididos em valores de alta frequência 10Hz e baixa frequência 0,01Hz. A torre se encontra fixa no meio de duas parcelas da lavoura.

2.2 Análise de dados

A análise teve início no dia 17 de dezembro de 2010, entre o período onde a lavoura já apresentava uma lâmina de água com altura média de 3cm e a altura do arroz estava com uma altura média de 5cm e foi até o dia 17 de janeiro de 2011 e, onde o arroz já estava com uma altura média de 68 cm de comprimento. O limite do nível da lâmina de água verificado foi de aproximadamente 9 cm verificado em 03 de janeiro de 2011. Para este período se fez a análise dos fluxos turbulentos relacionados com o balanço de energia na superfície através da equação (1). Os fluxos de calor latente e sensível foram obtidos pelo método eddy-covariance para intervalos de 30 min.

Medidas que apresentaram erros, foram desconsideradas. Dividimos os dias analisados em dois períodos: I - primeiros cinco dias do experimento, com vegetação baixa e solo irrigado.

II - últimos cinco dias do experimento, com vegetação alta e solo irrigado.

3 Resultados

A figura (1) apresenta a média diária para Rn e $(H+LE+G)$ para o período de estudo (de 17/2010 a 17/2011). Observando o gráfico, nota-se que a diferença entre Rn e $(H+LE+G)$ aumenta ao longo do período, ou seja, conforme a vegetação evolui e o índice de área foliar aumenta como foi observado no experimento relacionado com as componentes do balanço de energia realizado por Antônio et. al. (2002).

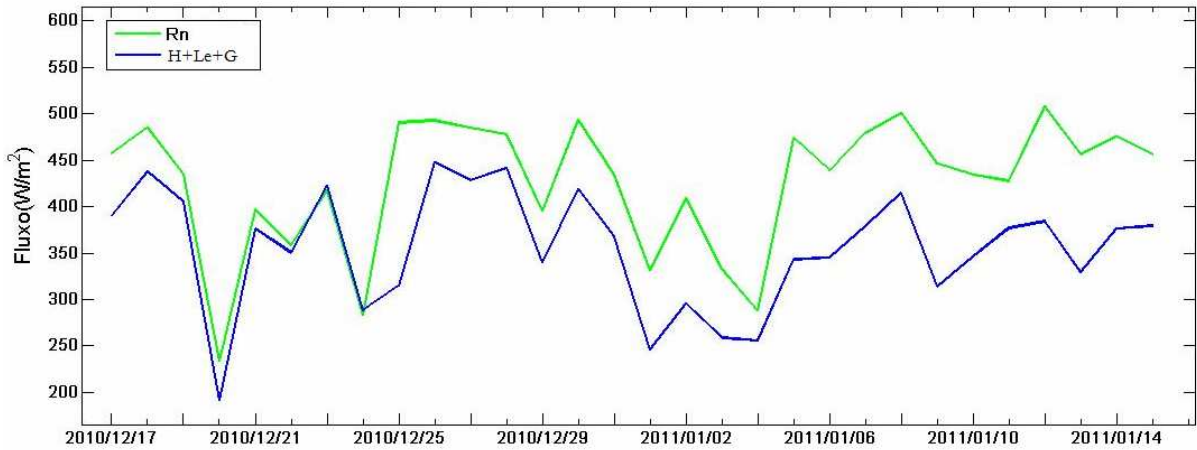


Fig.1 – Média diária das componentes do balanço de energia numa região de cultivo de arroz irrigado no RS no período de 17 de dezembro de 2010 a 17 de janeiro de 2011.

O ciclo diurno das componentes do balanço de energia para os 5 primeiros e 5 últimos dias do período analisado são apresentados na Fig. 2. A partir das Figuras é possível observar que à medida que a vegetação vai cobrindo o solo, os raios solares são interceptados pela planta, diminuindo consideravelmente a quantidade de energia que chega à superfície. Além disso, cabe ressaltar que a cultura do arroz permanece irrigada durante praticamente todo o período.

A diferença entre Rn e $(H+LE+G)$ entre os períodos I e II chegou a atingir um valor máximo superior a 40W/m^2 , no período I e aproximadamente 250 W/m^2 no período II. Os gráficos abaixo mostram claramente uma diferença considerável entre esses dois períodos.

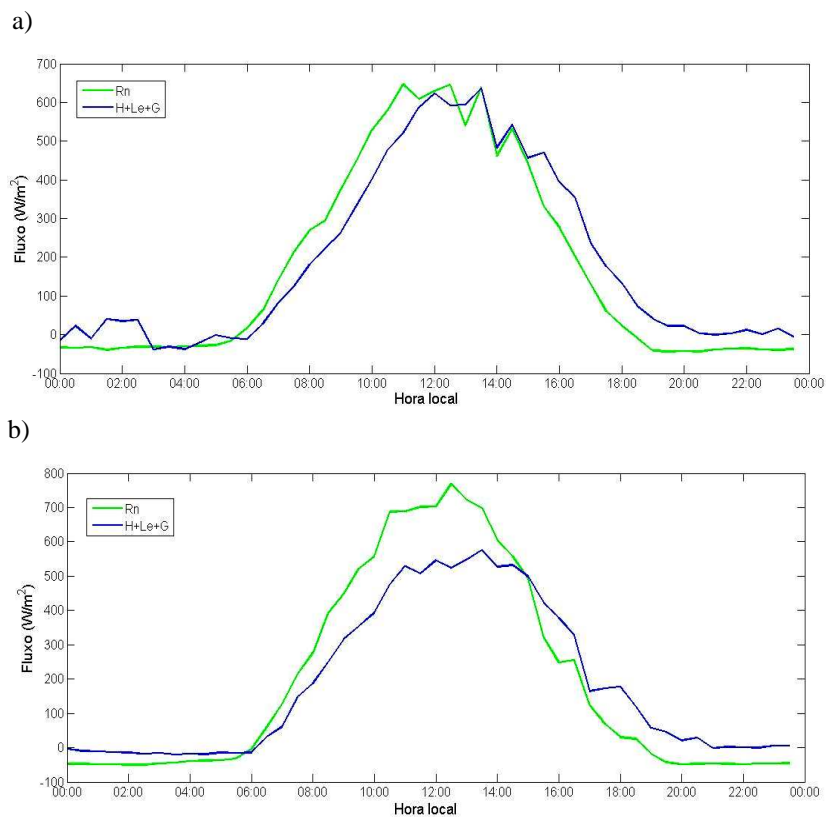


Fig. 2 – Comparação do dia médio entre os fluxos de radiação líquida medida e o fluxo de radiação líquida calculada para os primeiros 5 dias (a) e para os 5 últimos dias (b).

O comportamento diurno dos fluxos de calor sensível, latente e no solo para, para os períodos I e II são apresentados na Fig. 3. Nestes gráficos os valores observados para H e LE

atingem valores máximos de 50W/m^2 e 175W/m^2 respectivamente entre 12 e 14h no período I. Os valores máximos obtidos para o período II foram próximos de 50W/m^2 para H e 150W/m^2 para Le . Os valores de LE e H durante a noite apresentaram valores em media 50W/m^2 e 0W/m^2 nos dois períodos. Porém LE foi sempre superior a H e G durante todo o período. No entanto, verifica-se que no período I G apresenta valores um pouco maiores que no período II. Este fato ocorre principalmente porque no período I o solo está mais exposto, contendo basicamente a lâmina de água e pouca cobertura de arroz, facilitando assim que os raios solares cheguem até a superfície. O mesmo também é válido para LE , que apresenta valores maiores no início do ciclo do arroz, quando a superfície da lâmina de água está mais exposta.

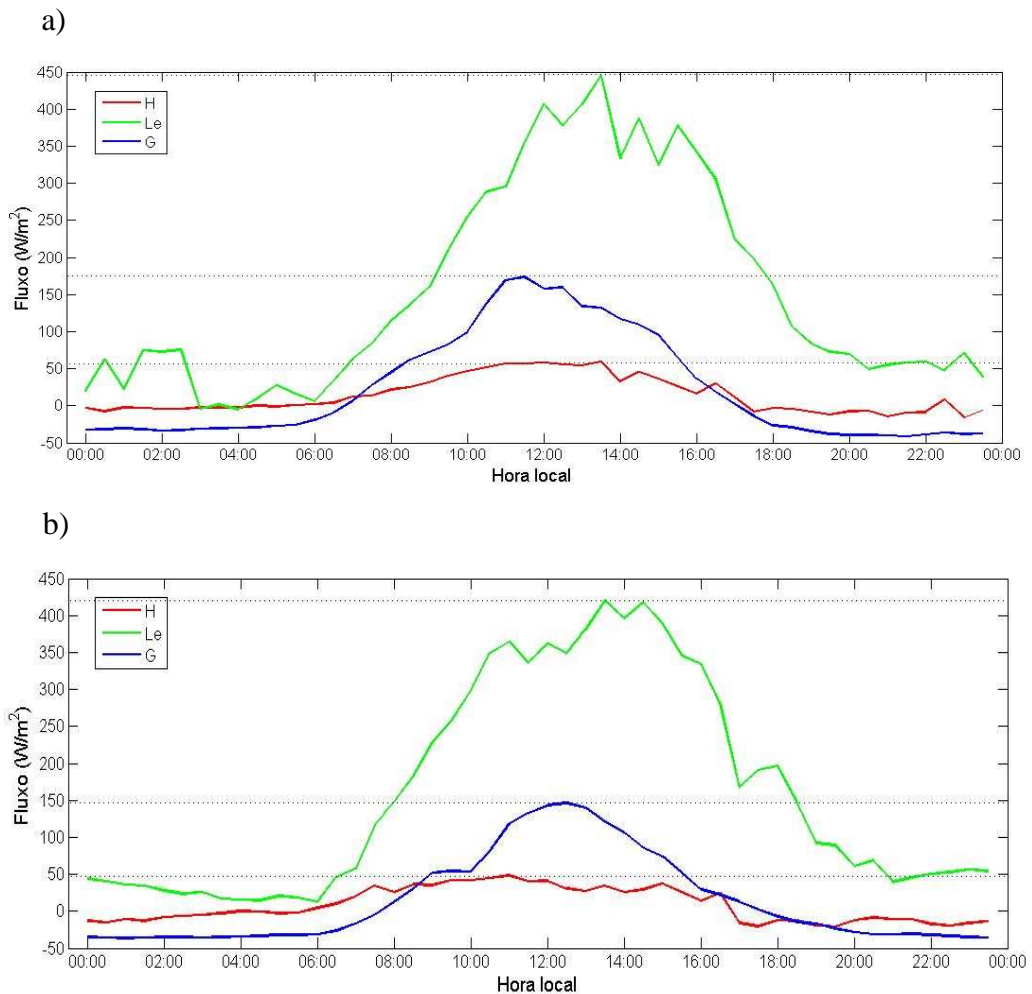


Fig.03 – Ciclo diurno do H, LE e G para os períodos I (a) e II (b).

Além disso, o aumento da cobertura vegetal em conjunto com a presença da água impõe a necessidade de um período de tempo maior para aquecer as camadas internas do solo, pois o calor específico da água é maior que o do solo. No entanto, a defasagem observada na figura 3 pode também justificar a defasagem observada na figura 2.

4. Conclusão

Portanto, neste trabalho feito para um intervalo de tempo relativamente curto, podemos constatar algumas diferenças entre o comportamento das componentes relacionadas ao balanço de energia entre a superfície e a atmosfera. Para todo o período foi possível observar que as estimativas para o fechamento do balanço de energia obtidas pelo método eddy-covariance são satisfatórias para os primeiros 5 dias e após este período a diferença entre Rn e $(Le+H+G)$ começa a apresentar uma diferença, sendo que os valores de Rn tem comportamento semelhante durante o período, já os valores para o fechamento do balanço de

energia começaram a decrescer conforme a cobertura vegetal aumenta, sendo que até o fim do período essa diferença chegou a aproximadamente $250W/m^2$. Na figura 2, notamos que para representar o ciclo diurno reforçamos o fato de que o fechamento do balanço de energia tem um melhor fechamento para o período em que a vegetação está baixa, porém ocorre certa defasagem em ambos os períodos devido a redução das transferências de energia para o solo devido a presença da lâmina de água na superfície do solo e esta defasagem se intensifica com o aumento do índice de área foliar da vegetação.

5. Referências

Russell. L. Scott. Using watershed water balance to evaluate the accuracy of eddy covariance evaporation measurements for three semiarid ecosystems. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.150, 2010. p. 219-225.

M. A. VAREJÃO-SILVA. **Meteorologia e Climatologia**. 2006. p. 195-196.

C. R. Antônio et. al. Estimativa do fluxo de calor latente pelo balanço de energia em cultivo protegido de pimentão. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 37, n. 6, p. 735-743, jun. 2002

RAMIREZ. G. H. et all. Energy balance and turbulent flux partitioning in a corn–soybean rotation in the Midwestern US. **Theor Appl Climatol**. 2010. P.79-92.