



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

## **Padrão dos componentes do balanço de energia em áreas de cultivos de inverno e verão no município de Cruz Alta – RS**



*Juliano Schirmbeck<sup>1</sup>; Débora Regina Roberti<sup>2</sup>; Denise CybisFontana<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Eng. Eletricista, doutorando do PPGSR da UFRGS, Porto Alegre – RS, schirmbeck.j@gmail.com

<sup>2</sup>Física, professora do Centro de Ciências Naturais e Exatas, Depto. de Física, UFSM, Santa Maria – RS, debora@ufsm.br

<sup>3</sup>Eng. Agrônoma, professora do Depto. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia, UFRGS, Porto Alegre – RS, dfontana@ufrgs.br

**RESUMO:** É de grande importância para estudos agronômicos o conhecimento do particionamento dos componentes do balanço de energia em áreas de cultivo, sendo que medições em área experimentais aportam informações importantes que servem de referência para o estudo em escala regional utilizando dados de sensoriamento remoto. O presente trabalho analisa o padrão da distribuição do saldo de radiação da superfície nos fluxos de calor no solo, calor sensível e calor latente, obtidos a partir de medidas em uma torre de fluxos “Eddy Covariance”. As medidas em campo foram realizadas em área agrícola no município de Cruz Alta – Rio Grande do Sul, num período de 3 anos. Ao longo deste período ocorreram três safras de verão, sendo (duas de soja, uma de milho) e três safras de inverno (uma de aveia, uma de aveia e ervilhaca e uma de trigo), tendo sido analisados 52 dias que não apresentaram cobertura de nuvens sobre a torre. A análise das medidas ao longo das 24h permitiu observar uma significativa inversão nos fluxos entre os períodos dia e noite, o que ocasiona uma significativa queda na média nos fluxos no período de 24h.. As análises dos padrões diários e em horários específicos possibilita entendimento do particionamento dos componentes do balanço de energia, aportando informações para estudos em escala regional a partir de dados de sensoriamento remoto.

**PALAVRAS-CHAVE:** MICROMETEOROLOGIA, BALANÇO DE ENERGIA, MODIS

### **Pattern of energy budget in winter and summer crop fields in Cruz Alta – RS**

**ABSTRACT:** It is important knowledge for agronomic studies of the energy budget in growing areas. The field measurements brings important information to support the regional studies with remote sensing data. This paper analyzes the pattern of distribution of surface net radiation in the latent, sensible and soil fluxes. The sensible and latent heat, obtained from measurements on a "Eddy Covariance" flux tower. The field measurements were made in agricultural area in Cruz Alta - Rio Grande do Sul, over 3 years. During this period there were two soybean crops, one maize, one oats, one oat plus vetch and one wheat crop and were analyzed 52 days which did not show cloud cover over the tower. The analysis of the measures over the 24 hours allowed to observe significant inversion in the heat fluxes over the day and night periods, which even leads to a significant drop in average over 24h. The analysis of the daily patterns and at specific times enables understanding of the energy budget, providing information to a regional scale studies from remote sensing data.

**KEY WORDS:** MICROMETEOROLOGY, ENERGY BALANCE, MODIS

## **INTRODUÇÃO**

A produção de grãos no Rio Grande do Sul é de grande importância econômica no cenário estadual e brasileiro. No Estado os eventos climáticos adversos afetam a produção, sendo a condição hídrica o fator de maior relevância. As estiagens tem sido apontadas como a principal causa de perdas de safras especialmente no período de primavera-verão Matzenauer (2003).

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

É importante considerar, ainda, que no balanço hídrico do solo, a maior parcela de saída de água do sistema se dá por evapotranspiração (ET) e, portanto, a correta estimativa deste componente, assim como de sua variabilidade temporal e espacial, é informação chave para o uso racional e sustentável dos recursos hídricos. O Balanço de Energia (BE) é uma técnica precisa e acurada de obtenção do fluxo de calor Latente (LE), ou seja, energia destinada ao processo de evapotranspiração, gerando resultados confiáveis na estimativa deste elemento (Allen et al., 1998). Estudos em escala local, detalhando a partição do balanço de energia em suas componentes, servem de base para a geração de conhecimento visando o monitoramento das condições hídricas em escala regional a partir do uso de dados de sensoriamento remoto.

Tendo em vista que a correta compreensão da subdivisão dos fluxos de energia e massa sobre a superfície terrestre é de extrema importância para estudos climáticos, hidrológicos e agrometeorológicos, a proposta do presente trabalho é analisar o comportamento dos escalares dos fluxos de energia obtidas em uma parcela de referência em área de cultivos agrícolas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O local de estudo utilizou dados de uma parcela de referência localizada no município de Cruz Alta – RS da região noroeste do Estado, onde se concentra a produção de grãos, principalmente soja. A torre de fluxo utilizada integra a rede SULFLUX ([www.ufsm.br/sulflux](http://www.ufsm.br/sulflux)), sendo as coordenadas da estação (Lat:-28,6036, Lon:-53,6736, Alt: 432m) (Figura 1).

A torre de fluxo está instrumentada com um anemômetro sônico 3D, um sensor de vapor d'água e fluxo de CO<sub>2</sub>, um sensor de saldo de radiação e sensor de fluxo de calor no solo, entre outros. Os fluxos calor sensível e latente foram estimados usando o método *eddy covariance* (Baldocchi et al., 1988). Todos os componentes do BE foram obtidos como valor médio de períodos de 30 min. (Teichrieb 2012).

Foram analisados os fluxos de energia medidos ao longo de 52 dias, os quais não apresentaram cobertura de nuvens sobre a estação distribuídos em seis ciclos de cultivos agrícolas, entre os anos de 2009 e 2011, sendo três ciclos de cultivos de verão (dois de soja e um de milho) e três de inverno (um de aveia, um de aveia + ervilhaca e outro de trigo).



Figura 1. Localização da área de estudo no Estado do Rio Grande do Sul e detalhe da torre de fluxo.

Para análise do comportamento dos componentes do BE ao longo do dia inicialmente foram agrupados os dados para o período de cada ciclo. A partir destes, foi computado o valor médio de cada



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

horário., obtendo o comportamento médio ao longo do dia. Também foram computados e analisados o particionamento dos componentes do BE no horário de maior disponibilidade de energia e no período dia.

## RESULTADOS

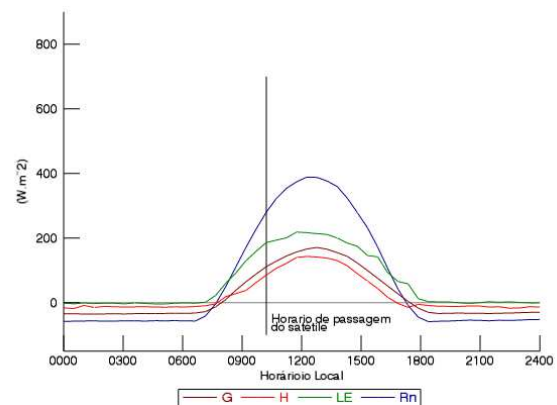
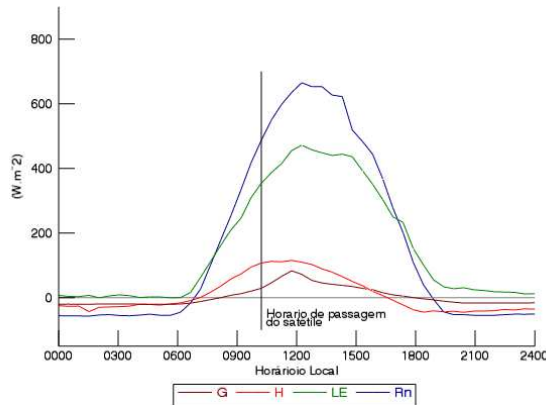
O padrão médio dos componentes do BE ao longo do dia, para cada ciclo agrícola, foi similar (Figura 2), onde pode-se observar o predomínio do consumo da energia disponível LE. Este predomínio foi mais acentuado no período de verão e não tão evidente nos cultivos de inverno, coerente com o clima subtropical da região. A segunda maior parcela de energia foi consumida no processo de troca de calor no ar nos primeiros metros da atmosfera. No fluxo de calor sensível no ar (H), porém pode-se observar que em dois ciclos de cultivos de inverno a magnitude de H se aproximou das magnitudes de G (fluxo de calor sensível no solo).

Na Figura 2 também pode-se observar ainda a inversão dos fluxos entre os períodos diurno e noturno, com maior magnitude para o saldo de radiação (Rn) e H. Esta inversão proporciona uma significativa diminuição dos valores médios observados ao longo das 24h em relação aos dados do período diurno. Os valores médios de Rn e H para os cultivos de verão no período diurno foram, respectivamente,  $418\text{W/m}^2$  e  $57\text{W/m}^2$  e no período de 24h foram de  $169\text{W/m}^2$  e  $8\text{W/m}^2$ . Este padrão de inversão dos fluxos se observa com menor magnitude para LE sendo para os cultivos de verão a média diurna de  $333\text{W/m}^2$  e das 24h de  $166\text{W/m}^2$ .

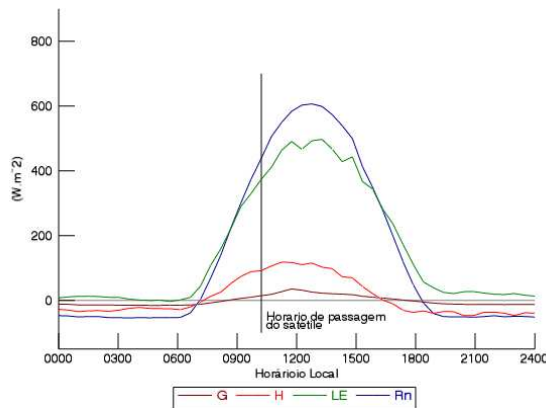
A análise da razão Rn instantâneo, medido no momento da passagem do satélite (em torno de 10:30 da manhã), e Rn diurno, permite a conversão de valores instantâneos obtidos a partir das imagens de satélite em valores diários, sendo de grande importância para estudos em escala regional a partir de dados de sensoriamento remoto. Neste trabalho da razão entre o Rn instantâneo, e Rn diários apresentaram valores médios de 0,33 para os cultivos de verão e 0,22 para cultivos de invernos.. Os valores são coerentes com os encontrados por Seguin e Itier (1983) que propuseram esta metodologia e observaram valores de  $0,33 \pm 0,03$ .

Também se observou valores médios diários de LE que se aproximaram ou até superaram Rn. Isso se atribuiu ao fato da torre de fluxo medir de forma independente os componentes de fluxo turbulento H e LE, necessitando de correções de fechamento do balanço (Twineet al., 2000).

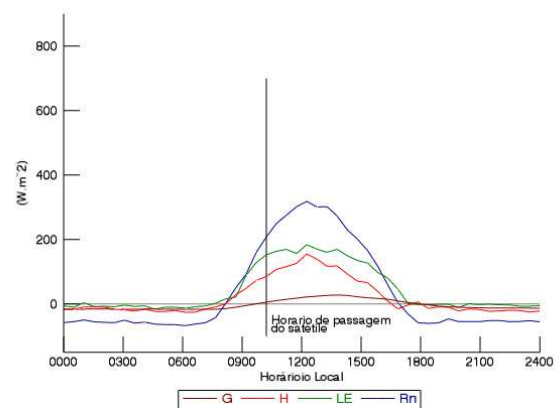
a) Soja – cultivo de verão 2008/2009      b) Aveia – cultivo de inverno 2009



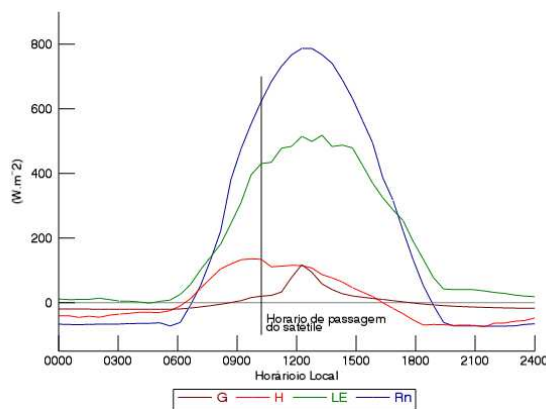
c) Soja – cultivo de verão 2009/2010



d) Aveia + ervilhaca – cultivo de inverno 2010



e) Milho – cultivo de verão 2010/2011



f) Trigo – cultivo de inverno 2011

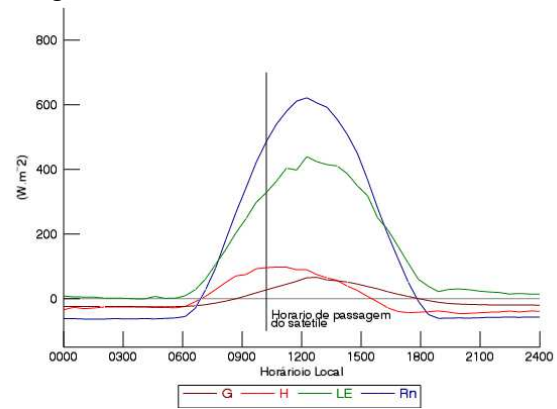


Figura 2 – Comportamento médios dos componentes do BE ao longo dos dias para cada cultivo analisado. Legenda: LE – Fluxo de calor latente, H – Fluxo de calor sensível, RN – Saldo de radiação e G – Fluxo de calor no solo

## CONCLUSÕES

O estudo possibilitou conhecer a distribuição do saldo de radiação na superfície nos componentes LE, H e G e os padrões dos mesmos ao longo do dia em diferentes cultivos agrícolas.

Foi possível analisar a consistência do uso da relação entre a Rn diária e instantânea para aplicações de sensoriamento remoto.



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*



Também se observou a necessidade de aplicação de técnicas de fechamento do balanço nas medidas efetuadas com a torre de fluxo de *eddy covariance*.

## REFERENCIAS

ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., RAES, D., SMITH, M. **Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO**. Irrigation and drainage paper 56. Water Resources, Development and Management Service, Rome, Italy. 1998.

BALDOCCHI, D. D., HICKS B. B., MEYERS T. P., **Measuring biosphere-atmosphere exchanges of biologically related gases with micrometeorological methods**, *Ecology*, 69, 1331-1340. 1988.

MATZENAUER, R., BERGAMASCHI, H., BERLATO, M. A., MALUF, J. R. T., BARNI, N. A., BUENO, A. C., DIDONÉ, I. A., ANJOS, C. S., MACHADO, F. A., SAMPAIO, M. R., **Boletim FEPAGRO, Consumo de água e disponibilidade hídrica para milho e soja no Rio Grande do Sul**, n. 10, agosto 2002.

SEGUIN, B., ITIER, B., **Using midday surface temperature to estimate daily evaporation from satellite thermal IR data**. *International Journal of Remote Sensing*, 4: 371-383. 1983.

TEICHRIEB, C. A., **Trocas de Carbono Atmosférico Sobre Dois Diferentes Sistemas de Plantio de Milho no Sul do Brasil** – Teste de Doutorado, PPG Física - UFSM 2012

TWINE, T.E., KUSTAS, W.P., NORMAN, J.M., COOK, D.R., HOUSER, P.R., MEYERS, T.P., PRUEGER, J.H., STARKS, P.J., WESELY, M.L., **Correcting eddy-covariance flux underestimates over a grassland** - *Agricultural and Forest Meteorology* 103 279–300. 2000.