

# VARIABILIDADE SAZONAL HORÁRIA DO FLUXO DE CALOR NO SOLO NO NORTE DO PANTANAL<sup>(1)</sup>

Jonathan Willian Zangeski Novais<sup>(2)</sup>; Leone Francisco Amorim Curado<sup>(3)</sup>; Thiago Rangel Rodrigues<sup>(3)</sup>, Allan Gonçalves Oliveira<sup>(3)</sup>; Sérgio Roberto de Paulo<sup>(4)</sup>; José de Souza Nogueira<sup>(4)</sup>.

<sup>(1)</sup> Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor – Programa de Pós Graduação em Física Ambiental – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.

<sup>(2)</sup> Licenciado em Física, aluno de mestrado do Programa de Pós Graduação em Física Ambiental – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. Av. Fernando Corrêa da Costa, nº 2367 - Bairro Boa Esperança. Cuiabá - MT - 78060-900. E-mail: jonathan@pgfa.ufmt.br.

<sup>(3)</sup> Aluno de mestrado do Programa de Pós Graduação em Física Ambiental – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. Av. Fernando Corrêa da Costa, nº 2367 - Bairro Boa Esperança. Cuiabá - MT - 78060-900. E-mail: leonecurado@gmail.ufmt.br, thiagorangel@pgfa.ufmt.br, allan17@gmail.com.

<sup>(4)</sup> Professor Doutor do Programa de Pós Graduação em Física Ambiental – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. Av. Fernando Corrêa da Costa, nº 2367 - Bairro Boa Esperança. Cuiabá - MT - 78060-900. E-mail: sergio@ufmt.br, nogueira@ufmt.br.

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

## RESUMO

Pesquisas envolvendo a dinâmica térmica do solo pantaneiro ainda não foram exploradas de forma que se tenha um maior conhecimento dessa dinâmica na região, tornando-se necessários estudos que discutam suas propriedades térmicas, de forma a contribuir com o entendimento desse bioma. Dessa maneira, o presente trabalho analisou a variabilidade média do fluxo de calor no solo através de um dia característico de cada período: chuvoso e seco, uma vez que a região apresenta uma sazonalidade no pulso de inundação e pluviosidade, afetando as trocas de energia entre a superfície e a atmosfera. Observou-se que a variabilidade do fluxo de calor no solo acompanhou o pulso de inundação da região pantaneira, pois a presença de água foi determinante nesta variação sazonal.

**Palavras-Chave:** Variação horária, Temperatura do solo, Sazonalidade, Propriedades térmicas.

## ABSTRACT

Researches about thermal dynamics of the wetlands soil has not been explored in order to have a better understanding of this dynamic in the region, making it necessary studies to explain their properties in order to contribute to the understanding of this biome. Thus, this study examined the variability of the average soil heat flow through a characteristic day of each season: rainy and dry, the region has a seasonal flood pulse and rainfall, affecting the exchange of energy between the surface and atmosphere. It was made analysis of the influence of thermal conductivity and thermal gradient in the values of heat flow in soil. It was observed variability of soil thermal components followed the flood pulse of the Pantanal region, because presence of water was essential for the seasonal variation of soil heat flux, temperature gradient and thermal conductivity of soil in the Pantanal.

**Keywords:** Time variation, soil temperature, seasonality, thermal properties.

## INTRODUÇÃO

O Pantanal é caracterizado como a maior planície inundada da América do Sul, com cerca de 140.000 Km<sup>2</sup>, ocupando 1,6% do território brasileiro. Sua posição geográfica é peculiar, sendo o elo entre a Amazônia, o Cerrado e os Chacos Boliviano e Paraguai, considerados como um conjunto de vários ecossistemas que está em processo de formação, isto é, de sedimentação (quaternária), proveniente dos rios da Bacia do Alto Paraguai (IVERSSON et al. 1993; NUNES DA CUNHA e JUNK. 2004).

Dos processos que permeiam o comportamento do solo, o conhecimento do fluxo de calor no solo torna-se necessário para a devida compreensão do comportamento de seus componentes, como a difusão dos solutos e dos gases, o desenvolvimento das plantas, como germinação de sementes, assimilação de águas e nutrientes pelas raízes, e a atividade dos microorganismos no solo, que dependem diretamente da propagação do calor, e o estudo de sua sazonalidade, para a análise da influência da água nessa propagação de calor.

A temperatura do solo é um dos mais importantes fatores de crescimento de plantas (KIRKHAM e POWERS., 1972). As sementes não germinam, até que a temperatura do solo atinja um valor crítico e a taxa de crescimento também precisa de uma temperatura do solo adequada. A principal causa da variação da temperatura na superfície do solo é alteração da intensidade da radiação solar (VANWIJK., 1966).

O estudo tem por objetivo realizar uma análise horária do fluxo de calor do solo pantaneiro em condições sazonais de alagamento, levando em consideração a variação do conteúdo de água no solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado numa área localizada na Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN SESC – Pantanal, município de Barão de Melgaço – MT, distante 160 km de Cuiabá – MT em que estava instalada uma torre micrometeorológica de 32 m de altura (16°39'50''S; 56°47'50''O) e altitude de 120 m.

Esta área apresenta vegetação monodominante de Cambará (*Vochysia divergens*, Phol), conhecido localmente como cambarazal, com altura do dossel variando entre 28 a 30 m.

O solo é classificado como GLEISSOLO HÁPLICO (EMBRAPA, 1997). O clima da região é do tipo Aw, que corresponde a invernos secos e verões chuvosos. A letra “A” corresponde à zona climática tropical úmida, ocupada pela categoria florística das megatermas, caracterizada por vegetação tropical com temperaturas e umidade relativa do ar sempre elevadas. A letra “w” corresponde, na região, a uma precipitação anual entre 1000 e 1500 mm, com total mensal médio do mês mais seco inferior a 40 mm. A temperatura anual média do ar na RPPN SESC - Pantanal oscila entre 22°C e 32°C e a precipitação média anual entre 1100 e 1200 mm.

O fluxo de calor no solo foi determinado por um fluxímetro (Campbell HFT3 Soil Heat Flux Plate) na profundidade de 0,05m, as temperaturas foram medidas na temperatura de 0,03m e 0,07m utilizando-se dois termistores modelo 108-L (Campbell Scientific, Inc., Logan, Utah, USA). Os dados foram registrados um datalogger modelo CR 10X (Campbell Scientific, Inc., Logan, Utah, USA) e uma placa multiplexadora modelo AM16/32A-ST-SW (Campbell Scientific, Inc., Logan, Utah, USA).

Para os fluxos de calor no solo utilizaram-se dados coletados entre os anos de 2008 e 2009, sendo de abril a setembro de 2008 o período de seca, e de outubro de 2008 a março de 2009 o período chuvoso.

Para a análise horária, foram calculadas médias de, fluxo de calor no solo a cada 15 minutos. Então calculou-se médias para cada 15 minutos de todos os dias do período obtendo um valor para o fluxo de calor no solo, gerando um dia idealizado que representasse todo o período.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variação dos componentes do fluxo de calor no solo durante um dia nos permite inferir a respeito da dinâmica térmica do solo pantaneiro. Dessa forma podemos discutir sobre como as propriedades térmicas do solo variam no período de um dia.

A média diária do fluxo de calor no solo apresentou variação entre os períodos, conforme a figura 1.

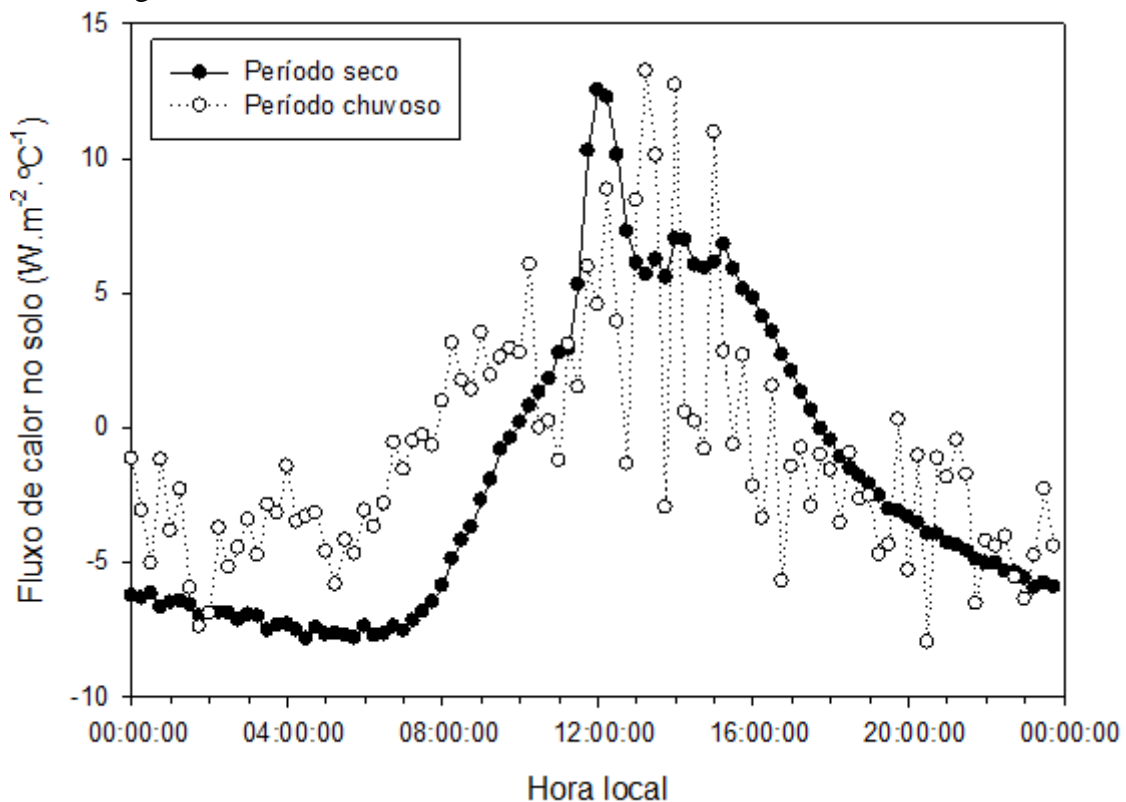


Figura 1. Média horária do fluxo de calor no solo entre as profundidades 0,03m e 0,07m nos períodos seco e chuvoso.

As médias do período seco apresentaram uma menor variação a cada 15 minutos, percebendo-se uma linearidade no gráfico. Como o solo está seco, o fluxo de calor no decorrer dos dias em determinado horário é similar, gerando valores médios parecidos, gerando a linearidade observada.

O gráfico do período chuvoso não é linear quanto o do período seco, apresentando maior variabilidade, causados pela presença variável de água no solo, fazendo com que os valores médios apresentem uma maior amplitude entre os valores. A não linearidade desse fluxo também é um reflexo da maior variação da radiação global nesse período, visto que, a maior incidência de chuva causa dias mais nublados e, portanto, com variações mais abruptas na radiação global que interfere diretamente na temperatura do solo e como consequência na maior variabilidade do fluxo de calor, caso que praticamente não se verifica no período seco, com os dias sem chuva e o céu claro durante o dia todo faz com que haja regularidade na

radiação que chega a superfície e isso causa um padrão mais comportado na temperatura e no fluxo de calor no solo.

Aproximadamente a partir das seis horas da manhã, quando o solo começa a receber a energia, pode-se perceber em ambos os períodos o valor do fluxo de calor aumentar, até atingir seu pico por volta das doze horas no período seco, e cerca de treze horas no período chuvoso. Essa diferença de uma hora entre os maiores valores dos períodos deve-se a diferença do calor específico do ar e da água. Como o ar possui calor específico menor do que o da água, aproximadamente  $0,241 \text{ cal.g}^{-1}.\text{°C}^{-1}$  para o ar e  $1 \text{ cal.g}^{-1}.\text{°C}^{-1}$  para a água, a camada superior do solo no período seco aquecer-se-á mais rapidamente, ocasionando um maior gradiente de temperatura, fazendo o maior valor do fluxo de calor no solo coincidir com o horário de maior incidência de radiação, às 12 horas, explicando a defasagem de uma hora entre os períodos.

## **CONCLUSÕES**

Na análise da variação diária do fluxo de calor no solo, foi observada sazonalidade entre os períodos, tendo o período chuvoso maior variabilidade entre os valores. Foi encontrado diferença de uma hora nos maiores valores de fluxo no período seco ocorrendo às 12 horas, e no período chuvoso ocorrendo às 13 horas. A variação foi causada pela diferença de calor específico da água e do ar presente no solo, pois no período chuvoso a presença de água com ser calor específico menor do que o do ar causa um atraso na condução de calor para as camadas inferior do solo.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro e ao Programa de Pós Graduação em Física Ambiental (PPGFA) da Universidade Federal de Mato Grosso pelo incentivo a pesquisa.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BELLAVER, V. (2009) Difusividade Térmica Do Solo Em Área Monodominante De Cambará No Norte Do Pantanal Mato-Grossense. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Cuiabá, 54pp.

CARSLAW, H. S. & JAEGER, J. C. Conduction of Heat in Solids. Londres, Oxford University Press. p. 638, 1959.

DECICO, A. A condutividade térmica dos solos. Piracicaba, 1967. 73p. (Tese Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” /USP).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em solos. Manual de Métodos de Análises de solo. 2ªed. Rio de Janeiro, 212p, 1997.

FAROUKI, O.T. Thermal Properties of Soils, Series on Rock and Soil Mechanics, 136 pg., 1986.

GOPAL , B.; JUNK, W.J. Biodiversity in wetlands: an introduction. In: Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation. Gopal, B.; Junk, W, KJ. Davis, J.A. (Eds) V.1. The Netherlands: Backhuys Publisher, 2000, p. 1-10.

IVERSSON, L.B.; SILVA, R.A.M.S.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; BARROS, V.L.R.S. Circulation of eastern equine encephalitis, western equine encephalitis, Ilhéus, Maguari and Tacaiuma viruses in equines of the Brazilian Pantanal, South América. *Revista do Instituto Médico Tropical*, v.35, n.4, p.355-359, 1993.

KIRKHAM, D., POWERS, W.L.. *Advanced Soil Physics*. Wiley, New York, 534 pp. 1972.

LEADY, B. S.; GOTTGENS, J. S. Mercury accumulation in sediment cores and long food chains in two regions of the Brazilian Pantanal. *Wetlands Ecology and Management*, 2001.

NUNES da CUNHA, C.; JUNK, W.J. Year-to-year changes in water level drive the invasion of *Vochysia divergens* in Pantanal glassland. *Applied Vegetation Science*, v.7, p.103-110, 2004.

SCHÖFFEL, E. R.; MENDES, M. E. G. Influência da cobertura sobre o perfil vertical de temperatura do solo. XIV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – Piracicaba. São Paulo, 2005.

VAN WIJK, W.R. (ed.). *Physics of plant environment*. Amsterdam: North Holland Publishing Company. 1963, 382p, 1966.