

SAZONALIDADE DA CONDUTIVIDADE TÉRMICA DO SOLO NO NORTE DO PANTANAL MATOGROSSENSE ⁽¹⁾

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

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

⁽²⁾ 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.

⁽³⁾ 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.

⁽⁴⁾ 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 o fluxo de energia no solo têm-se intensificado para que se conheça o comportamento das propriedades físicas do solo pantaneiro, justificando a realização deste trabalho para contribuir com o conhecimento da dinâmica térmica da região. A condutividade térmica foi determinada pela Equação de Fourier, sendo analisada sua variabilidade causada pela quantidade variável de água no solo, levando em consideração as mudanças do fluxo de calor no solo e do gradiente térmico. Foi constatada sazonalidade entre os períodos seco e chuvoso, entre abril de 2008 e março de 2009, sendo a água o fator determinante para as variações dos valores de condutividade térmica entre períodos.

Palavras-chave: Fluxo de calor no solo, gradiente de temperatura, equação de Fourier.

SUMMARY

Researches involving the flow of energy in the soil have been intensified to knowing the behavior of the wetland soil physical properties, justifying this work to contribute to the knowledge of thermal dynamics of the region. The thermal conductivity was determined by the Fourier equation, and analyzed their variability caused by variable amount of water in the soil, considering the changes in soil heat flux and thermal gradient. Seasonality was observed between the dry and rainy seasons, between April 2008 and March 2009, the water being the determining factor for the variations of thermal conductivity between periods.

Keywords: Soil heat flux, temperature gradient, Fourier's equation.

INTRODUÇÃO

O Pantanal é um dos maiores sistemas de áreas úmidas tropicais, cobrindo uma área de cerca de 140.000 km na Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai, se estendendo por todo oeste do Brasil e partes da Bolívia e do Paraguai, composto por uma gama de floresta tropical e cerrado. A vida animal e vegetal são fortemente influenciadas por inundações sazonais, com máxima flutuação do nível de água de cinco metros entre a estação seca e a estação chuvosa.

Os períodos de inundações são seguidos por seca extrema, com apenas uma pequena parcela do Pantanal inundado durante o restante do ano (LEADY & GOTTGENS 2001).

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 fluxo de calor no solo é um parâmetro importante em modelos de balanço energético, entre o ar e o solo, não só para os modelos de crescimento das plantas, mas também para os modelos meteorológicos (LOON et. al. 1998).

O estudo teve por objetivo determinar a condutividade térmica em Gleissolo Háptico no Pantanal Mato-Grossense em condições sazonais de alagamento e analisar a variabilidade dos componentes térmicos causada pela variação do conteúdo de água, levando em consideração a variação do fluxo de calor no solo e do gradiente.

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 Háptico (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.

A torre micrometeorológica possui dois termistores instalados a 0,03m e 0,07m de profundidade, modelo 108-L (Campbell Scientific, Inc., Logan, Utah, USA), um fluxímetro (Campbell HFT3 Soil Heat Flux Plate) na profundidade de 0,05m, um saldo radiômetro (Kipp & Zonen Delft, Inc., Holland), 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).

A condutividade térmica K pode ser definida a partir da equação de Fourier, segundo a qual a densidade de fluxo de calor no solo q ($W.m^{-2}$) é proporcional ao gradiente de temperatura na profundidade dT/dz ($^{\circ}C.m^{-1}$) (CARSLAW E JAEGER, 1959), isto é:

$$q = -K \frac{dT}{dz} \quad \text{Equação (1)}$$

$$K = -\frac{q}{dT/dz} \quad \text{Equação (2)}$$

q = densidade de fluxo de calor no solo ($W.m^{-2}$)

dT/dz = gradiente de temperatura no solo ($^{\circ}C.m^{-1}$)

K = condutividade térmica do solo ($W.m^{-1}.^{\circ}C$)

Através da equação pode-se analisar o fluxo de calor e o gradiente de temperatura, e observarmos como sua variação influencia nos valores de condutividade.

Para estimar a condutividade térmica do solo do Pantanal, utilizaram-se os 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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da condutividade térmica (K), do fluxo de calor no solo (G), do gradiente de temperatura (dT/dz), e das temperaturas nas profundidades 0,03m e 0,07m se encontram na tabela a seguir:

Tabela 1. Valores médios da condutividade térmica (K), fluxo de calor no solo (G), gradiente de temperatura (dT/dz), temperatura a 0,03m (T3) e temperatura a 0,07m (T7) no período seco e chuvoso.

Períodos	K (W.m ⁻¹ .°C ⁻¹)	G (W. m ⁻²)	dT/dz (°C. m ⁻¹)	T3 (°C)	T7 (°C)
Chuvoso	1,55	8,67	12,16	28,11	28,00
Seco	0,89	6,17	14,89	25,77	26,08

Os valores de condutividade térmica do solo foram maiores para o período chuvoso, onde a média do período foi 42,57% maior do que o período seco, mostrando que há uma variação sazonal entre os períodos.

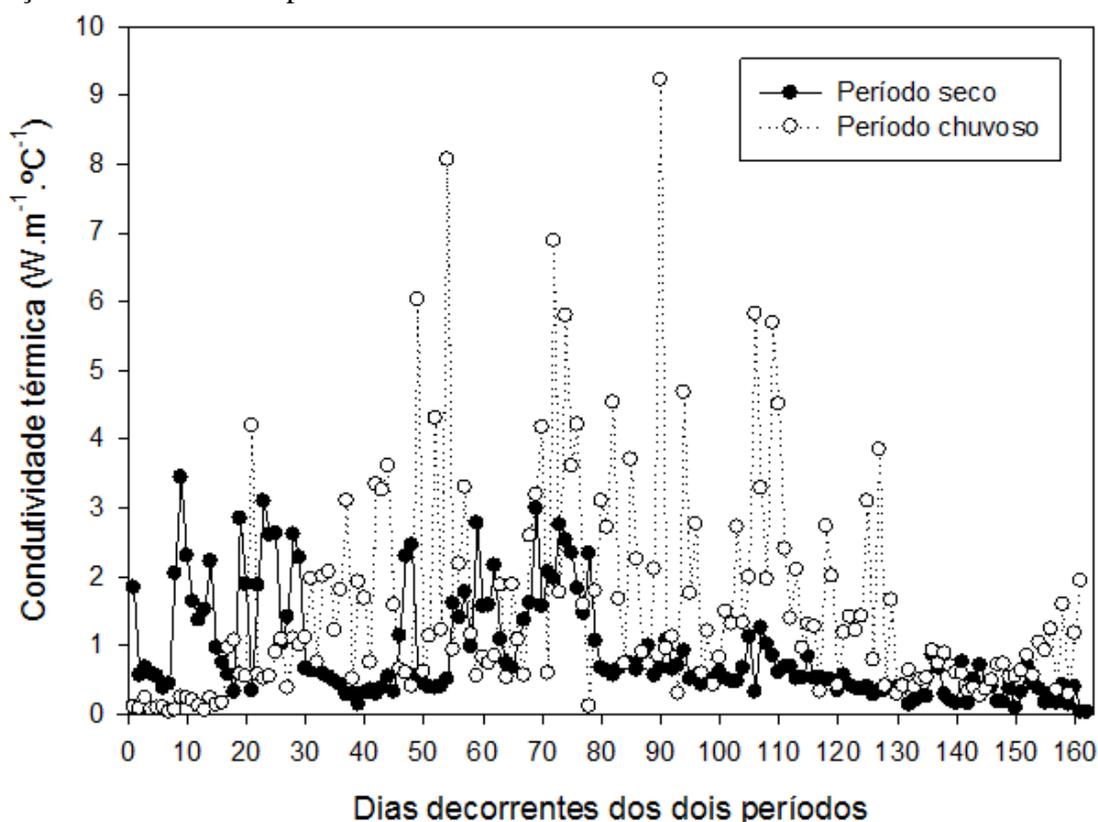


Figura 1. Condutividade térmica do solo (K), entre as profundidades 0,03m e 0,07m, no período seco e chuvoso.

Assim como os resultados obtidos por Decico (1967), observou-se através da Figura 1 e da Tabela 1 que os valores de condutividade térmica foram maiores na estação chuvosa, devido à maior presença de água no solo nessa estação, o que acarreta um maior transporte de calor no solo, pois aumenta a condução, visto que a parte porosa do solo que na estação seca

está praticamente preenchida com o ar passa a ser preenchida com a água que permite maior transporte de calor por condução que é o principal meio de transporte de calor no solo (TOULOUKIAN et. al., 1973).

De acordo com Bellaver (2009), que analisou as propriedades térmicas do solo no mesmo local de estudo, o Cambarazal pantaneiro, o solo do local apresenta uma espessa camada de serrapilheira, que juntamente com o dossel do Cambarazal, formam uma proteção para o solo, dificultando sua perda de água, não deixando o mesmo perder a mesma quantidade de água de um solo nu.

Em solo coberto pressupõe-se que haja maior teor de umidade e essa altera o calor específico e a condutividade térmica do solo. Dessa forma, como o calor específico da água é elevado ($4,18 \text{ MJ.m}^{-3}.\text{K}^{-1}$) a capacidade térmica do solo aumenta com o aumento do teor de umidade (SHOFFEL, 2005).

O fluxo de calor no solo obteve o valor médio de $6,17 \text{ W.m}^{-2}.\text{°C}^{-1}$ para o período seco e $8,67 \text{ m}^{-2}.\text{°C}^{-1}$ para o período chuvoso. Logo o período chuvoso foi 28,83% maior que o período seco, uma vez que os valores de condutividade térmica no período chuvoso foram maiores que o período seco, teve por consequência um maior fluxo de calor.

Contrariamente ao fluxo de calor no solo e da condutividade térmica, o gradiente térmico apresentou seus maiores valores no período seco, apresentando um acréscimo de 18,34% a mais do que o período chuvoso.

A ausência de água no período seco dificulta o fluxo de calor no solo, fazendo que a camada superficial do solo tenha dificuldade em conduzir o calor para as camadas inferiores, propiciando um maior gradiente de temperatura, que por consequência fez as médias do gradiente térmico do período seco serem maiores do que o período chuvoso.

As médias das temperaturas nas profundidades 0,03m e 0,07m mantiveram-se maiores no período chuvoso do que no período seco.

CONCLUSÕES

O pulso de inundação da região pantaneira no período chuvoso exerceu influência na variabilidade dos valores de condutividade térmica, uma vez que os poros do solo estão completamente cheios de água, facilitando o transporte de calor, ao contrário do período seco, onde a presença de ar nos poros dificulta a condução do calor. Dessa forma a sazonalidade do período de cheia do Pantanal favorece o aumento da condutividade térmica e do fluxo de calor no período chuvoso, onde ambos apresentaram maiores médias que o período seco.

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.

LITERATURA CITADA

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

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.

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.

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.

TOULOUKIAN, Y. S., POWELL, R. W.; YO, C. Y. e NICOLAOU, M. C., Thermophysical Properties of Matter, vol. 10, IFI/PLENUM,1973.

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

VAN LOON, W.K.P., BASTINGS, H. M. H., MOORS, E. J. Calibration of soil heat flux sensors. Agricultural and Forest Meteorology. 1-8, 1998.