

# AVALIAÇÃO DA DIFUSIVIDADE TÉRMICA DO SOLO EM UMA PASTAGEM NO NORTE DO PANTANAL, MT



Victor Hugo de Moraes Danelichen<sup>1</sup>, Marcelo Sacardi Biudes<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> UFMT. Av. Fernando Corrêa da Costa, nº 2367 – Bairro Boa Esperança. 78060-900, Cuiabá, MT Fone/Fax: (65) 3615 – 8730.

<sup>1</sup>Aluno mestrando em Física Ambiental, UFMT, Instituto de Física/UFMT, Cuiabá-MT.

<sup>2</sup>Orientador, Prof. Adjunto, Instituto de Física/UFMT, Cuiabá - MT, Fone: (0 xx 65) 3615 8748.

Email: <sup>1</sup>[danelichen@fisica.ufmt.br](mailto:danelichen@fisica.ufmt.br); <sup>2</sup>[marcelo@pgfa.ufmt.br](mailto:marcelo@pgfa.ufmt.br)

---

**Resumo:** As propriedades térmicas do solo são resultantes de um conjunto de fatores nos quais se incluem a sua textura e composição química. Observações regulares da temperatura do solo em diferentes profundidades possibilitam identificar o seu comportamento térmico e o conhecimento de importantes propriedades, como difusividade térmica do solo. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a difusividade térmica do solo de uma pastagem no norte do Pantanal por diferentes métodos. A difusividade térmica do solo foi determinada em uma pastagem de *Brachiaria humidicola* localizada na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso em Santo Antônio de Leverger-MT, com coordenadas geográficas (15°47'11"S; 56°04'47"O), de longitude oeste e altitude de 120 m acima do nível do mar. O clima local está na classe Aw segundo Köppen e o solo foi classificado como PLANOSSOLO HÁPICO Eutrófico gleissólico. A temperatura do solo foi realizada a 1, 3, 7, 15, 30, 50 e 57 cm de profundidade por meio de termopares cobre-constantan, conectados a um armazenador de dados. A difusividade térmica do solo foi determinada pelos métodos da amplitude, fase, arco-tangente e logarítmico entre os dias 18 a 28 do mês setembro de 2009. Os valores estimados da difusividade térmica do solo entre as profundidades de 0,01 a 0,03 m foram  $0,0244 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$  pelo método da amplitude,  $0,0723 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$  pelo método do logarítmico,  $0,0190 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$  pelo método da fase e  $0,0004 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$  no método do arco tangente na profundidade de 0,07 a 0,15 m.

**Palavras-chave:** perfil de temperatura do solo; propriedade térmica do solo.

## Evaluation of soil thermal diffusivity in a pasture in northern Pantanal, MT

**Abstract:** The thermal properties of soil are the result of a number of factors which include its texture and chemical composition. Regular observations of soil temperature at different depths possible to identify their thermal behavior and knowledge of important properties such as thermal diffusivity of the soil. Therefore, the objective was to determine the thermal diffusivity of soil in a pasture in the northern Pantanal by different methods. The thermal diffusivity of the soil was determined in a *Brachiaria humidicola* in the Experimental Farm of the Federal University of Mato Grosso in Santo Antonio de Leverger-MT, with geographic coordinates (15 ° 47'11"S, 56 ° 04'47"W) west longitude and altitude of 120 m above sea level. The local climate is Aw by Köppen class and the soil was classified as Eutrophic Planosol HÁPICO Gleisoils. The soil temperature was performed at 1, 3, 7, 15, 30, 50 and 57 cm deep by copper-constantan thermocouples connected to a data store. The thermal diffusivity of the soil was determined by the methods of amplitude, phase, arctangent and logarithmic between days 18-28 of the month of September 2009. The estimated values of thermal diffusivity of the soil between depths from 0.01 to 0.03 m were 0.0244 cm<sup>2</sup> s<sup>-1</sup> by the method of amplitude 0.0723 cm<sup>2</sup> s<sup>-1</sup> by the method of logarithmic, 0.0190 cm<sup>2</sup> s<sup>-1</sup> by the method of phase and 0.0004 cm<sup>2</sup> s<sup>-1</sup> in the tangent arc method in depth from 0.07 to 0.15 m.

**Keywords:** profile of soil temperature, soil thermal properties.

### 1. INTRODUÇÃO

O Pantanal brasileiro é uma das maiores planícies inundadas do planeta, só no Brasil são 138 183 km<sup>2</sup> destes 35% pertence ao estado de Mato Grosso. É cortado pelo rio Paraguai de norte a sul e seus afluentes formam uma extensa e complexa rede fluvial que, associada à planície do local, dá origem a corixos, riachos e lagoas onde a fauna e flora se apresentam de uma forma exuberante (SILVA, 2003). Devido à esta vasta diversidade, o pantanal possui características próprias. O clima se caracteriza por possuir períodos de cheias e períodos de seca que se alternam ao longo do ano permitindo a formação de estandes monodominantes devido ao frequente prolongado período de inundação e à deficiente drenagem do solo local (CASTELNOU et al.,2003). No outro extremo, a seca causa frequente estresse hídrico nas plantas locais, regulando sua fenologia e a produção de massa.

A elevada variação de formação vegetal, aliada à variação temporal dos elementos meteorológicos, contribui para variação nas trocas de energia entre

a superfície e a atmosfera. Estudos de trocas de energia entre a superfície e a atmosfera são importantes não só para caracterizar o microclima local como identificar interações entre elas, além de possibilitar o conhecimento de variações do tempo e do clima da região, assim como medir e identificar efeitos de fatores naturais ou da ocupação humana sobre diferentes questões ambientais (BELLAVAR, 2010). Deste modo a temperatura do solo é um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento das plantas. O solo, além de armazenar e permitir os processos de transferência de água, solutos e gases, também armazena e transfere calor (Klaus Reichardt & Luís Carlos Timm, 2004).

As propriedades físicas da água e do ar, bem como seus movimentos e disponibilidade no solo, além de muitas reações químicas que liberam nutrientes para as plantas, são influenciados pela temperatura do solo. A atividade microbiológica poderá ser interrompida, as sementes poderão não germinar e as plantas não se desenvolverem, se o solo não se apresentar dentro de uma faixa de temperatura adequada para a manutenção dos processos fisiológicos envolvidos (Silva, 2006). Ademais, o calor armazenado próximo da superfície do solo tem grande efeito na evaporação.

A capacidade de um solo em armazenar e transferir calor é determinada pelas suas propriedades térmicas e pelas condições meteorológicas que, por sua vez, influenciam todos os processos químicos, físicos e biológicos do solo (Klaus Reichardt & Luís Carlos Timm, 2004).

As propriedades térmicas do solo são resultantes de um conjunto de fatores, nos quais se incluem a sua textura e composição química (Rao, Silva & Moreira, 2003). Observações regulares de sua temperatura em diferentes profundidades possibilitam identificar o seu comportamento térmico e o conhecimento de importantes propriedades, tais como difusividade e a condutividade térmica.

A difusividade térmica do solo é um importante parâmetro de transporte de calor, que afeta a distribuição de temperatura e a densidade do fluxo de calor no solo (SANTOS & VISWANADHAM, 1987). Além disso, a difusividade térmica é uma propriedade que fornece uma informação da velocidade de avanço da frente de aquecimento do solo, parâmetro que relaciona a

capacidade de condução (condutividade térmica) e o armazenamento de calor (capacidade térmica volumétrica) (SCHOFFEL & MENDEZ, 2005).

Para tanto, existem vários métodos que podem estimar a difusividade térmica do solo, como o método da amplitude, fase, arco tangente, logarítmico, numérico e harmônico (Gao, Wang, e Horton, 2009).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi determinar a difusividade térmica do solo de uma pastagem no norte do Pantanal por diferentes métodos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A difusividade térmica do solo foi determinada em uma pastagem de *Brachiaria humidicola* localizada na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso em Santo Antônio de Leverger-MT, com coordenadas geográficas (15°47'11"S; 56°04'47"O), de longitude oeste e altitude de 95,1 m acima do nível do mar; distante 30 km de Cuiabá. O clima local está na classe Aw segundo Köppen e o solo foi classificado como *PLANOSSOLO HÁPICO* Eutrófico gleissólico onde se encontra instalada uma estação micrometeorológica.

A estação micrometeorológica (Figura 1) possui vários equipamentos, mas somente alguns foram utilizados: cinco termistores instalados a 0,01, 0,03, 0,07, 0,15, 0,30, 0,50 e 0,57 m de profundidade, modelo 108-L (Campbell Scientific, Inc., Logan, Utah, USA) dois datalogger para aquisição e processamento dos dados, modelo CR 10X (Campbell Scientific, Inc., Logan, Utah, USA) e uma placa multiplexadora modelo AM16/32A-ST-SW (Campbell Scientific, Inc., Logan, Utah, USA). Foram usados diferentes métodos para a determinação da difusividade térmica do solo.

As temperaturas do solo foram registradas no datalogger a cada 15min desde 0h até 23h e 45min. (hora local). A difusividade térmica do solo foi estimada diariamente entre as profundidades de 0,01 e 0,03 m, 0,03 e 0,07 m, 0,07 e 0,15 m e 0,15 e 0,30 m, 0,30 e 0,50m, 0,50 e 0,57m pelos métodos da amplitude, do arco tangente, do logarítmico e de fase fazendo-se a média horária para cada dia. Os dados foram coletados no período de 18 a 28 de

setembro de 2009.

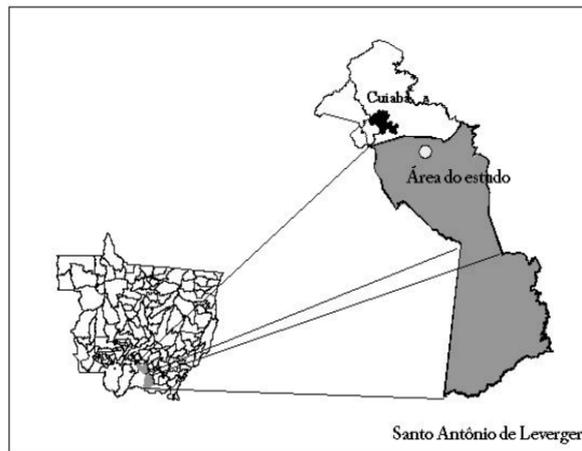


Figura 1 - Localização do município onde se deu o estudo, Santo Antônio de Leverger, no Estado de Mato Grosso.



## 2.1 Método da Amplitude

A difusividade térmica  $D$  para o ciclo diário foi calculada usando o método de Amplitude demonstrada pela equação (1):

$$D = \left(\frac{\omega}{2}\right) \left[\frac{(Z_2 - Z_1)}{\ln\left(\frac{A_1}{A_2}\right)}\right]^2 \quad (1)$$

em que  $\omega$  é a velocidade angular da terra,  $A_1$  e  $A_2$  são as amplitudes nas profundidades  $Z_1$  e  $Z_2$ , respectivamente, e são obtidas a partir das temperaturas de cada uma das profundidades  $Z_1$  e  $Z_2$ .

## 2.2 Método de Fase

Se o intervalo do tempo entre as ocorrências da temperatura máxima do solo nas profundidades  $Z_1$  e  $Z_2$  é  $\delta t = t_2 - t_1$ , a difusividade térmica ( $D$ ) é obtida pela equação da fase, dada por:

$$D = \left(\frac{1}{2\omega}\right) \left[\frac{(Z_2 - Z_1)}{\delta t}\right]^2 \quad (2)$$

Observações freqüentes da temperatura do solo são necessárias para assegurar estimativas corretas de  $t_1$  e  $t_2$ . Nos dias nublados pode ocorrer mais de um máximo relativo de temperatura do solo ( $T$ ), o que dificulta o cálculo de  $\delta t$  (RAO, SILVA e MOREIA, 2005).

### 2.3 Método do Arco Tangente

A temperatura do solo ao nível da superfície pode ser descrita por uma série de senos. Os valores da temperatura medida a uma profundidade específica podem ser ajustados à série de Fourier (Drapper & Smith, 1966), dada por:

$$T(t) = \bar{T} + \sum_{n=1}^M [A_n \cos(n\omega t) + B_n \text{sen}(n\omega t)] \quad (3)$$

sendo  $\bar{T}$  o valor médio da temperatura no intervalo de tempo considerado,  $M$  o número de harmônicos,  $A_n$  e  $B_n$  as suas amplitudes,  $n$  o número de observações,  $\omega$  a freqüência angular e  $t$  o tempo. Se os dois primeiros harmônicos são suficientes para descrever uma condição de contorno superior a nível de  $Z = Z_1$  ( $Z_1 = 0$ , a nível da superfície),  $D$  poderá ser calculado usando-se a equação do arco tangente:

$$D = \frac{\omega(Z_2 - Z_1)^2}{2 \left[ \arctan \frac{(T_1 - T_3)(T'_2 - T'_4) - (T_2 - T_4)(T'_1 - T'_3)}{(T_1 - T_3)(T'_1 - T'_3) + (T_2 - T_4)(T'_2 - T'_4)} \right]^2} \quad (4)$$

em que  $T_1, T_2, T_3$  e  $T_4$  são as temperaturas registradas na profundidade  $Z_1$  e  $T'_1, T'_2, T'_3$  e  $T'_4$  são as temperaturas registradas na profundidade  $Z_2$ , em intervalos de 6 em 6h (Nerpin & Chudnovskii, 1967).

### 2.4 Método Logarítmico

Usando a mesma metodologia do método do arco tangente, Seemann (1979) mostrou que  $D$  pode ser calculado por:

$$D = \left[ \frac{0,121(Z_2 - Z_1)}{\ln \left( \frac{(T_1 - T_3)^2 + (T_2 - T_4)^2}{(T'_1 - T'_3)^2 + (T'_2 - T'_4)^2} \right)} \right]^2 \quad (5)$$

Os métodos Arco tangente e Logarítmico são análogos aos métodos da Amplitude e da Fase, mas precisam de um numero maior de observações para aproximar o comportamento essencialmente não-senoidal.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Médias de 11 dias de dados de temperatura do solo foram obtidas a partir de dados diários coletados nos dias julianos 261 à 271, referindo ao dia 18 até o dia 28 de setembro de 2009 para diferentes profundidades (0,01, 0,03, 0,07, 0,15, 0,30, 0,50 e 0,57 m) e horários de intervalos de 15 em 15min (Figura 2).

Os valores máximos de temperatura do solo para as profundidades de 1 a 57 cm decresceram do dia 261 até 267, havendo um acréscimo no dia 267 em diante (Figura 2).

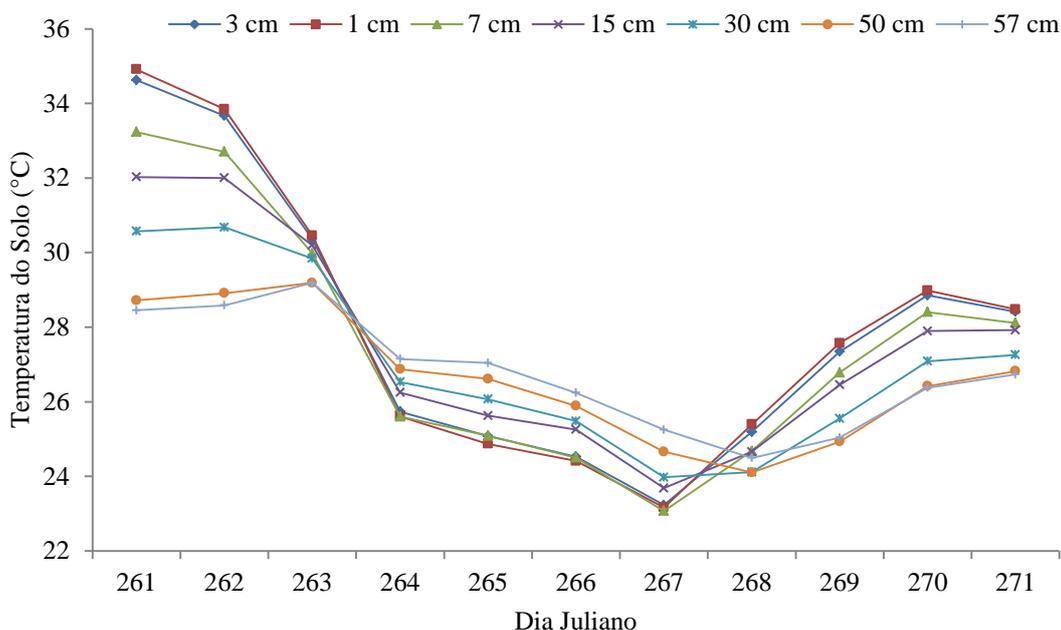


Figura 2 – Médias de temperatura do solo dos dias 261 a 271 decorridos para as profundidades de 1, 3, 7, 15, 30, 50 e 57 cm na Fazenda Experimental da UFMT em Santo Antônio do Leverger-MT.

Em 18 de setembro de 2009, a temperatura do ar atingiu valor máximo de 40,49°C, em torno de 15 h 00 min, e mínimo de 23,39°C, no horário das 3 h 30 min (Figura 3).

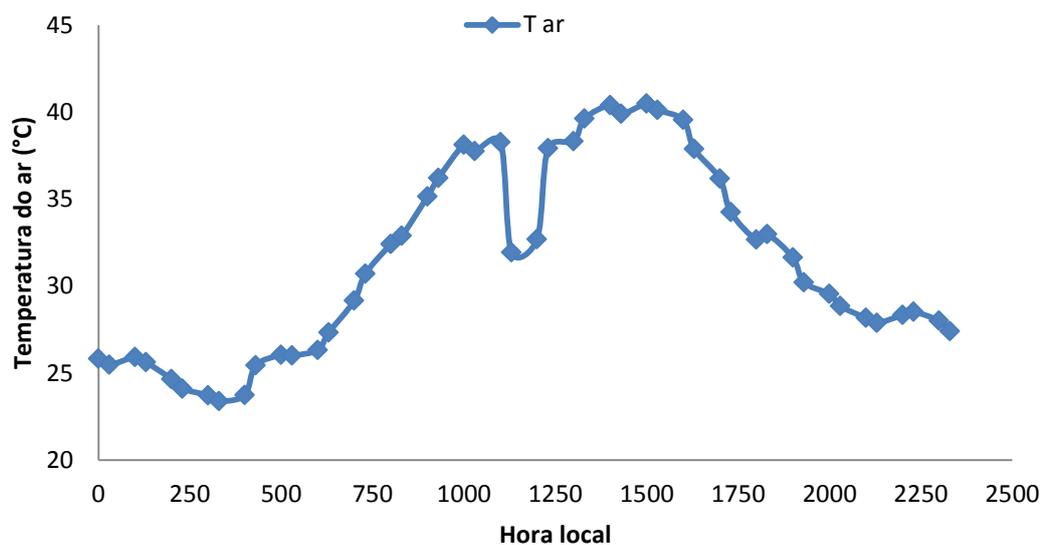


Figura 3 – Temperatura do ar no dia 18 de setembro de 2009 na Fazenda Experimental da UFMT em Santo Antônio do Leverger-MT.

O solo atingiu a temperatura máxima de 52,69°C às 12 h 15 min, na profundidade de 1 cm; 48,76°C às 13 h 30 min, na profundidade de 3 cm; 41,77°C às 13 h 30 min, na profundidade de 7 cm; 36,41°C às 15 h 30 min, na profundidade de 15 cm; 32,44°C às 18 h 15 min, na profundidade de 30 cm; 29,26°C às 18 h 45 min, na profundidade de 50 cm e 28,78°C também às 18 h 45 min, na profundidade de 57 cm. Como observado, há um atraso na ocorrência da temperatura máxima com a profundidade; neste dia, a temperatura variou de 25,85°C a 52,69°C para a profundidade de 3 cm, de 27,71°C a 41,77°C para a profundidade de 7 cm, de 28,49°C a 36,41°C para a profundidade de 15 cm, mas na profundidade de 50 e 57 cm, a variação diurna da temperatura é praticamente nula (Figura 4).

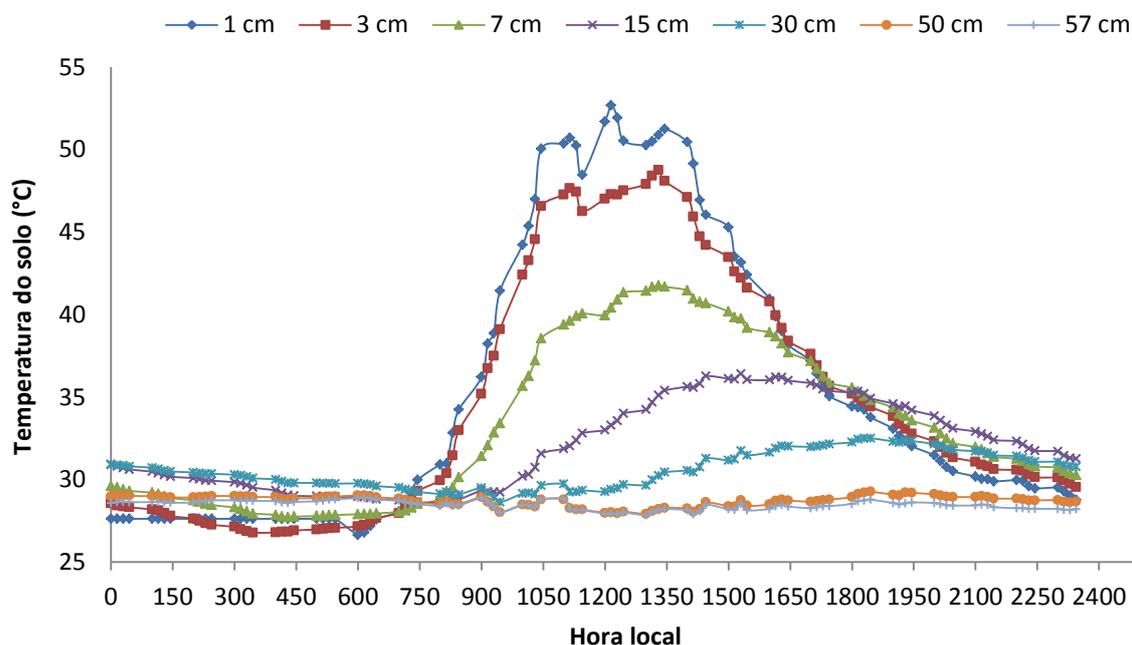


Figura 4 – Temperatura do solo a 1, 3, 7, 15, 30, 50 e 57 cm no dia 18 de setembro de 2009 na Fazenda Experimental da UFMT em Santo Antônio do Leverger-MT.

Observa-se diminuição da amplitude térmica e aumento do atraso na ocorrência da temperatura máxima com o aumento da profundidade (Figura 4). No dia 18 de setembro (261 no calendário juliano) a amplitude térmica e o atraso foram 26,8°C e 1 hora e 15 minutos, 22,0°C e 2 horas e 30 min, 14,1 e 3 horas e 30 minutos, 7,8°C e 5 horas e 30 minutos, 3,9°C e 8 horas e 45 minutos, 1,3°C e 17 horas e 30 minutos, 1,0 °C e 20 horas e 30 minutos a 1, 3, 7, 15, 30, 50 e 57 cm, respectivamente com os máximos e mínimos das temperaturas do solo em cada profundidade (Tabela 1).

**Tabela 1** – Temperatura máxima e mínima (°C), amplitude (°C) e o atraso (hora-min) para cada profundidade no dia 18 de setembro.

Profundidade	1 cm	3 cm	7 cm	15 cm	30 cm	50 cm	57 cm
T <sub>máx</sub>	52,69°C	48,76°C	41,77°C	36,41°C	32,51°C	29,26°C	28,89°C
T <sub>min</sub>	25,85°C	26,77°C	27,71°C	28,59°C	28,62°C	27,91°C	27,93°C
Amplitude	26,84°C	22,0°C	14,1°C	7,8°C	3,9°C	1,3°C	1,0°C
Atraso	01h:15 min	02h:30 min	03h:30 min	05h:30 min	08h:45 min	17h:30 min	20h:30 min

Os atrasos da função de temperatura do solo para as profundidades demonstram o comportamento da difusão térmica do solo em diferentes profundidades, observa-se que à medida que a profundidade aumenta, o tempo para difundir o calor no solo também aumenta (Tabela 1).

Os resultados da difusividade térmica obtidos por meio da utilização de diferentes métodos indicam mesma magnitude para os diferentes métodos e camadas, exceto para os valores da difusividade térmica das camadas entre 30 a 50 cm e 50 e 57 cm de profundidade, obtida pelo método do Logarítmico (Tabela 2).

A difusividade térmica calculada por meio dos quatro diferentes métodos, é apresentada na Tabela 2.

**Tabela 2-** Difusividade térmica do solo ( $\text{cm}^2 \text{s}^{-1}$ ) entre as profundidades de (1-3); de (3-7); de (7-15); de (15-30); de (30-50) e de (50-57)cm, nos dias 18 a 28 de setembro de 2009 na fazenda experimental da UFMT em Sto. Antônio de Leverger.

<b>MÉTODOS</b>	<b>D(1-3)</b>	<b>D(3-7)</b>	<b>D(7-15)</b>	<b>D(15-30)</b>	<b>D(30-50)</b>	<b>D(50-57)</b>
<b>Amplitude</b>	0,0244	0,0019	0,0736	0,2435	2,3991	0,2257
<b>Fase</b>	0,0013	0,0048	0,0190	126,78	0,0669	1,3607
<b>Arco-tangente</b>	0,0022	0,0004	0,0004	0,0024	0,0093	0,0008
<b>Logarítmico</b>	0,4493	0,1425	0,0723	0,0088	$6,76 \cdot 10^{-5}$	$2,75 \cdot 10^{-5}$

Isto se dá devido a maiores profundidades, os valores da difusividade térmica segundo os métodos de Amplitude e Arco tangente, são mais próximos. Hinkel (1997) obteve difusividade térmica igual a  $1,5 \cdot 10^{-3}$  e  $2,0 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ , em duas localidades do Alaska, segundo o método da Amplitude, enquanto Passerat de Silans et al. (1999) obtiveram em solos de Sahel difusividade térmica entre 0,27 a  $1,4 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ , usando diferentes métodos. Concluíram que o método Harmônico proporciona bons resultados quando a condição de estabilidade da periodicidade é satisfeita e que entre dias com condições de clima muito variáveis, o mesmo deve ser substituído pelo método da Transformada de Laplace corrigida. Já os valores obtidos por Verhoef (2004) situaram-se entre 0,40 e  $0,80 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ , em campanha realizada em

Sonning, Reino Unido, com técnica inovadora, baseada em medições de temperatura da superfície e saldo de radiação, proposta para medir remotamente a inércia térmica do solo.

Em contrapartida os registros obtidos por Araújo (1999) durante um período de dez anos no campus da Universidade do Amazonas, na cidade de Manaus (AM) mostram que as variações diurna da temperatura não são desprezíveis a profundidade de 1,0 m e que as variações térmicas sazonais atingem profundidades superiores a 100 m. Tais variações são diretamente influenciadas pelo grau de cobertura vegetal. Em um ciclo de duração de um ano se cobertura vegetal, registrou-se uma diferença de 10,86 °C entre os valores das temperaturas médias mensais superficiais referentes aos períodos seco e chuvoso. A 1,0 m de profundidade essa diferença termal medida foi de 4,16 °C. Em um intervalo de tempo de um mês as diferenças entre os valores máximo e mínimo das temperaturas diárias, a 1,0 m de profundidade, foram de 0,78 °C e de 2,54 °C atinentes aos períodos chuvoso e seco respectivamente.

Araújo (1987) e Souza et. al., (1989) também observaram mensuráveis oscilações dos valores da temperatura à profundidade de 1,0 m. Em face de que o valor da temperatura na superfície terrestre é fundamentalmente derivado do fluxo de radiação solar incidente no local estudado, há, como consequência, uma excelente relação direta entre a temperatura superficial e as mudanças climáticas locais.

#### **4. CONCLUSÕES**

Os valores da difusividade térmica obtidos indiretamente a partir das medidas dos perfis de temperatura do solo no período de 18 a 28 do mês setembro de 2009 na profundidade de 0,01 a 0,03 m foram 0,0244 cm<sup>2</sup> s<sup>-1</sup> no método da amplitude, 0,0723 cm<sup>2</sup> s<sup>-1</sup> no método do logarítmico, 0,0190 cm<sup>2</sup> s<sup>-1</sup> no método da fase e 0,0004 cm<sup>2</sup> s<sup>-1</sup> no método do arco tangente na profundidade de 0,07 a 0,15 m.

O método de estimativa da difusividade térmica do solo que apresentou melhor desempenho quando usado para simular a temperatura do solo em diferentes profundidades foi o método da amplitude, seguido do método do logarítmico.

## 5. LITERATURA CITADA

ANTONINO, A.C.D.; LIRA, C.A.B.O.; DALL'OLIO, A.; AUDRY, P.; PINTO, A.X.M. Influência do posicionamento de sondas térmicas na determinação da difusividade térmica e do fluxo de calor do solo em condições de campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.165-172, 1997.

Araújo, Rutênio Luiz de Castro. **A CONTRIBUIÇÃO DA GEOTERMIA RASA AOS ESTUDOS AMBIENTAIS** / Rutênio Luiz de Castro de Araujo. Manaus: Editora da Universidade do Amazonas, 1999. 88 p. ISBN 85 – 7401 – 049 – 9.  
1. Geotermia rasa | Título.

BELLAVER, V.; **Difusividade térmica do solo em área monodominante cambará no norte do Pantanal mato-grossense**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Física Ambiental, 2010.

BIUDES, M.S.; CAMPELO JÚNIOR, J.H.; NOGUEIRA, J.S.; SANCHES, L. Estimativa do balanço de energia em cambarazal e pastagem no norte do pantanal pelo método da razão de bowen. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 2009 (no prelo).

Draper, N.R.; Smith, H. **Applied regression analysis**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1966. 407p.

Hinkel, M.H. **Estimating seasonal values of thermal diffusivity in thawed and frozen soils using temperature time series**. Cold Regions Science Technology, Lebanon, NH, USA. v.26, p.1-15, 1997.

Klaus Reichardt e Luís Carlos Timm. **SOLO, PLANTA E ATMOSFERA**. Conceitos, processos e Aplicações. Editora Manole Ltda. 1º Edição brasileira-2004.

Nerpin, S.V.; Chudnovskii, F. **Physics of the soil**. Jerusalem: Keter Press. 1967. 466p. Israel program for scientific translations.

OMETTO, J.C. Bioclimatologia vegetal. Agronômica séries Ltda. São Paulo 1981.

Passerat de Silans, A.M.B.; Monteny, B.A.; Lhomme, J.P. **Apparent soil thermal diffusivity, a case study: HAPEX – Sahel experiment**. Agricultural and Forest Meteorology, v.81, p.201-216, 1999.

RAO, T. V. R. ; SILVA, B. B. ; MOREIRA, A. A. . **Características térmicas do solo em Salvador, BA**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande - PB, v. 09, n. 04, p. 554-559, 2005.

SANTOS, R. C. **Propriedades térmicas do solo: um estudo de casos**. (Dissertação de Mestrado em Meteorologia) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, são José dos Campos, set., 133 p., 1987. (INPE-4332-TDL/289).

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.

Seemann, J. **Measuring technology**. In: Seemann, J.; Chirkov, Y.I.; Lomas, J.; Primault, B. (eds) Agrometeorology. Berlin: Springer-Verlag, 1979, p.40-45.

SILVA, R. C. **Estudo do balanço de radiação no Pantanal sul mato-grossense**. 2003. 213 f, Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2002.

Soetânia Santos de OLIVEIRA, José FIDELES FILHO, Thiago Silva ARAÚJO, Simone Vicente de OLIVEIRA. **DETERMINAÇÃO DA DIFUSIVIDADE TERMICA DO SOLO TIPO REGOSSOI.**

TANTRAVAH V. RAMANA RAO, BERNARDO B. DA SILVA<sup>1</sup> & ATÍLIO A. MOREIRA. Características térmicas do solo em Salvador, BA. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.554-559, 2005. Campina Grande, PB, DEAg/UFCG - <http://www.agriambi.com.br>.

Z. Gao, L. Wang, and R. Horton. Comparison of six algorithms to determine the soil thermal diffusivity at a site in the Loess Plateau of China. **Papers published in *Hydrology and Earth System Sciences Discussions* are under open-access review for the journal *Hydrology and Earth System Sciences*.** Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss., 6, 2247–2274, 2009, [www.hydrol-earth-syst-sci-discuss.net/6/2247/2009/](http://www.hydrol-earth-syst-sci-discuss.net/6/2247/2009/)© Author(s) 2009. This work is distributed under the Creative Commons Attribution 3.0 License.