

“DETERMINAÇÃO DA DIFUSIVIDADE TERMICA DO SOLO TIPO REGOSSOL”

Soetânia S. de OLIVEIRA¹, José FIDELES FILHO²

¹ Estudante Bolsista do Mestrado em Meteorologia da UFCG, Campina Grande – PB, Fone: (0XX83)8806-9142, soetania@yahoo.com.br

² Pesquisador, Dr., EMEPA, Lagoa Seca - PB, e Prof. Doutor, Depto. de Física, UEPB, Campina Grande – PB, fidelesfilho@uol.com.br

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

RESUMO: Dados de temperatura do solo foram coletados nas profundidades de 02, 05, 50 e 100 cm, durante um ciclo diário na Estação Meteorológica de Campina Grande, PB, em três períodos diferentes dos anos de 2004-2005. O estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o comportamento térmico e determinar a difusividade térmica, a partir da amplitude e da fase do 1º harmônico da série de Fourier. Para isto foram escolhidas duas camadas de solo, uma superficial, de 2 a 5 cm de profundidade, e outra mais profunda, de 50 a 100 cm. Para a camada superficial, os valores da difusividade térmica parecem mais confiáveis. No caso da camada mais profunda, os valores de difusividade térmica obtidos pelo método da amplitude são mais coerentes que os obtidos pelo método da fase, que além de mais variáveis, são sistematicamente mais elevados.

Palavras-chaves: Temperatura do solo, perfil térmico, ciclo diário.

“DETERMINATION OF THERMAL DIFUSIVITY OF THE SOIL TYPE REGOSSOL”

ABSTRACT: Daily soil temperature data were collected for the depths of 02, 05, 50 and 100 cm, at the climatological station of Campina Grande, PB, during three different periods in the years of 2004-2005. The study was conducted with the objective of evaluating the thermal behavior and to determine the thermal diffusivity of the soil using the amplitude and phase informations of the first harmonic of the Fourier series. For this purpose two soil layers, one near the surface, 2-5 cm depth and the other a deeper layer, 50-100 cm, were chosen. For the surface layer, the values of the thermal difusivity were more reliable. In case of the deeper soil layer, the thermal diffusivity values obtained through the method of amplitudes were more coherent than those obtained from the phase method which are more variable and systematically higher.

Keywords: Soil temperature, thermal profile, daily cycle

INTRODUÇÃO: A temperatura do solo influencia o clima do meio ambiente próximo à superfície do solo e também da atmosfera superior, sendo um dos fatores que controlam as atividades e os processos microbiológicos envolvidos na produção agrícola. Em muitas circunstâncias a temperatura do solo é mais importante do que a temperatura do ar para as diversas fases fenológicas das plantas e conseqüentemente para o crescimento, rendimento, qualidade e quantidade na produção agrícola. A temperatura do solo é um dos fatores

limitantes, e essenciais do crescimento vegetal. Ela afeta as três funções mais importantes do solo: a biologia, a química e a física controlando conseqüentemente o poder produtivo de um solo. O significado ecológico da temperatura do solo é obviamente importante para aqueles que trabalham na agricultura, uma vez que se esta temperatura for desfavorável durante a estação de crescimento pode retardar as colheitas. Por ser o conhecimento do comportamento da temperatura no perfil do solo um aspecto importante em uma agricultura bem orientada, objetiva-se, analisar o comportamento térmico do solo da estação meteorológica de Campina Grande, PB, utilizando dados de temperatura do solo, medidos em intervalo de hora em hora, nas profundidades de 2, 5, 50 e 100 cm. e determinar a difusividade térmica pelo método da solução da equação de Fourier.

MATERIAL E MÉTODO: Os dados de temperatura do solo foram coletados na Estação Meteorológica, instalada na sede da EMBRAPA/Algodão, localizada no município de Campina Grande, PB, cujas coordenadas geográficas são: Latitude de 7°13' Sul, Longitude de 35°53' Oeste e Altitude de 530 metros. O solo da área onde está instalada a Estação Meteorológica é classificado como Regossol de textura arenosa. As temperaturas de solo foram coletadas a partir de geotermômetros, cujo elemento sensível é o mercúrio, em intervalos de hora em hora, num período de 24 horas, nas profundidades de 2, 5, 50 e 100 cm. Foram realizadas três medições em épocas diferentes do ano: a primeira, entre os dias 28 e 29 de Agosto de 2004, período intermediário, a segunda, entre os dias 20 e 21 de Dezembro de 2004, período seco, e a terceira entre os dias 10 e 11 de junho de 2005, período chuvoso. Para determinação da difusividade térmica do solo, utilizou-se a Equação de Fourier da condução do calor que foi reduzida apenas às variáveis tempo e profundidade, relacionando o aquecimento ou resfriamento do solo, com a curvatura do perfil vertical da temperatura (SELLERS, 1965). Assumindo-se condições de contornos apropriados ao fenômeno de condução de calor no solo, obteve-se a solução da Equação de Fourier, expressa por:

$$T(z,t)=T+A(0)\exp(-z/d)\text{sen}(wt+\Phi-z/d) \quad (1)$$

Onde $T(z,t)$ é a temperatura do solo a uma profundidade z no tempo t , T é a temperatura média à superfície, $A(0)$ a amplitude da onda de temperatura à superfície, d a profundidade de amortecimento da onda, w a frequência radial e Φ o ângulo de fase. A amplitude e a fase foram obtidas mediante a expansão da equação (1) em série de Fourier de Seno e Co-seno pela obtenção dos coeficientes da série, a partir dos dados de temperatura do solo observadas em um ciclo diário. A partir da amplitude e da fase do 1º harmônico, determinou-se a difusividade térmica nas diferentes camadas do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES: Nas Figuras 1 e 2 são apresentados os perfis de temperatura para as profundidades de 2 e 5 cm, respectivamente. Pode-se observar, pelas Figuras 1 e 2, que as temperaturas a 2 cm de profundidade apresentaram variações aproximadas às observadas a 5 cm, atingindo valores máximos e mínimos nos mesmos horários que os registrados para a profundidade de 5 cm, nos três períodos estudados. De forma geral, durante 24 horas, a superfície do solo experimenta uma variação de energia, atingindo as menores temperaturas pouco antes do nascer do sol e as maiores temperaturas logo após o meio dia solar. Verifica-se ainda, pelas Figuras 1 e 2 que, as temperaturas no período seco, apresentaram valores mais elevados que os observados nos períodos intermediário e chuvoso.

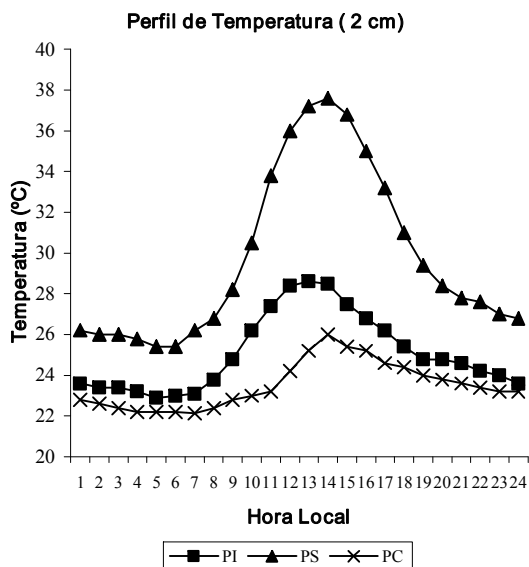


Figura 1 – Temperatura do Solo de Campina Grande, PB, à profundidade de 2 cm, nos períodos Intermediário, Seco e Chuvoso.

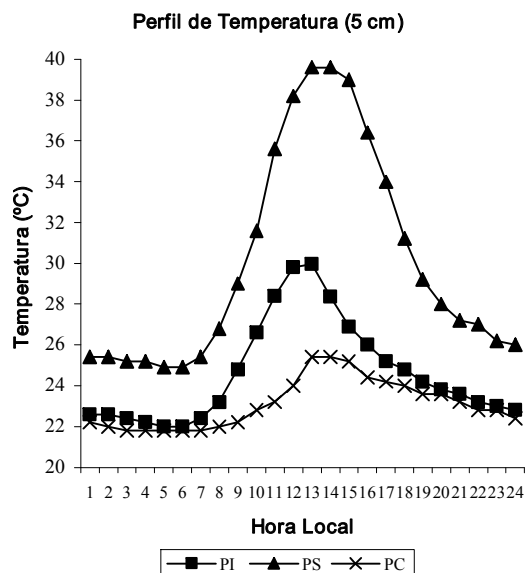


Figura 2 – Temperatura do Solo de Campina Grande, PB à profundidades de 5 cm, nos períodos Intermediário, Seco e Chuvoso.

A temperatura do solo é uma função controlada, pelo periodismo diário do aquecimento do solo, sendo esta muito variável nas duas primeiras camadas, tendendo a se estabilizar com a profundidade. As camadas mais profundas sofreram menores variações de temperatura, como se pode observar nas Figuras 3 e 4, que apresentam, respectivamente, os perfis de temperatura às profundidades de 50 e 100 cm. Nota-se também que as temperaturas registradas no período chuvoso, para estas profundidades, foram superiores as observadas nos outros dois períodos, durante praticamente todo período de observação. Este fato deve-se, provavelmente, a grande concentração de água nestas camadas, devido à ocorrência de chuvas nesse período.

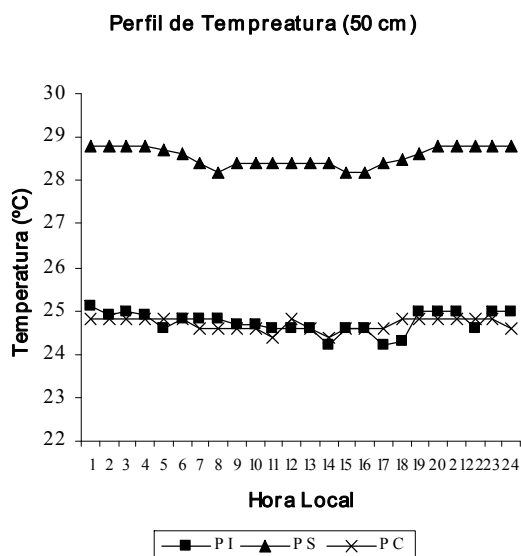


Figura 3 - Temperatura do Solo de Campina Grande, PB, à profundidade de 50 cm, nos períodos Intermediário, Seco e Chuvoso.

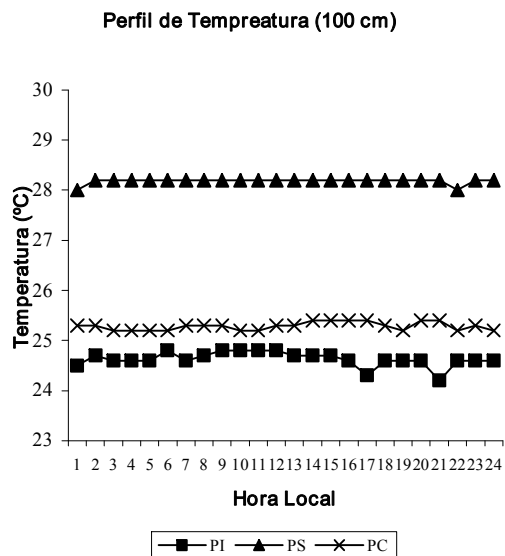


Figura 4 - Temperatura do Solo de Campina Grande, PB, à profundidades de 100 cm, nos períodos Intermediário, Seco e Chuvoso.

A difusividade térmica, calculada pela amplitude e pela fase do 1º harmônico da série de Fourier, para os períodos intermediário, seco e chuvoso, nas camadas de solo, entre as profundidades estudadas, tem valores apresentados na Tabelas 1.

Tabela 1 – Valores de Difusividade Térmica para camadas de solo da Estação Meteorológica na EMBRAPA/Algodão de Campina Grande, PB, nos períodos intermediário, seco e chuvoso.

Camadas Entre as profundidades (cm)	Difusividade térmica α ($10^{-3} \text{ cm}^2 \cdot \text{seg}^{-1}$)					
	Cálculo pelo método da Amplitude			Cálculo pelo método da Fase		
	PI ¹	PS ²	PC ³	PI ¹	PS ²	PC ³
02 – 05	3,0	5,9	80,7	0,2	0,2	0,05
50 – 100	1013,6	216,8	10,0	3972,7	3799,0	4138,2

* 1 – Período Intermediário; 2 – Período Seco; 3 – Período Chuvoso.

Observa-se, pela Tabela 1 que, há uma certa divergência nos valores encontrados pelo método da Amplitude para a camada de solo entre 50 e 100 cm de profundidade nos períodos intermediário e seco, já no período chuvoso, essa divergência de valores ocorreu na primeira camada de solo, devido esta estar muito úmida, em virtude das chuvas que caíram durante o período de observação. Uma pequena quantidade de água é capaz de reduzir o efeito isolante do ar que preenche um poro vazio; à medida que se aumenta a quantidade de água, aumenta também a capacidade calorífica, devido à mesma ser maior que a do ar. Verifica-se ainda pela

Tabela 1 que os valores da difusividade estimados tanto pelo método da amplitude como pelo método da fase, para a camada entre 2 e 5 cm de profundidade, nos três períodos observados, parecem mais confiáveis. Tais valores podem estar relacionados a processos não moleculares de transferência de calor. Nota-se também, maior coerência entre os valores estimados pelas amplitudes, exceto para a camada entre 2 e 5 cm no período chuvoso, provavelmente, devido à quantidade de água acumulada nesta. Os valores obtidos pelas fases, além de mais variáveis, apresentam-se sistematicamente mais elevados. Durante a noite, no solo úmido, a taxa de resfriamento é menor, pois a água possui calor específico maior que o ar, já durante o dia, uma maior quantidade de água faz com que a evaporação aumente, diminuindo, assim, o fluxo de calor para o solo. Segundo PEZZOPANE (2002), o preenchimento do espaço poroso do solo pela água aumenta a condutividade térmica do mesmo, fazendo com que a transferência de calor para as camadas mais profundas seja mais eficiente evitando maior aquecimento das camadas superficiais. Apesar de todas as possíveis incorreções, os valores de difusividade térmica estimados para a camada entre 2 e 5 cm correspondem ao esperado para o tipo de solo analisado (SELLERS, 1965; VIANELLO et. al., 1977). Vários pesquisadores atestam a validade da técnica para determinação da difusividade térmica (CARSON, 1963).

CONCLUSÕES: As camadas mais superficiais de solo apresentaram valores máximos entre as 13 e as 14 horas e mínimos por volta das 05 horas, para todos os períodos de observação, enquanto as camadas mais profundas apresentaram temperaturas praticamente constantes. O modelo de estimativa da difusividade térmica, tanto pelo método da amplitude como pelo método da fase, apresentaram maior coerência nas camadas mais superficiais, para os três períodos estudados.

AGRADECIMENTOS: CNPq, EMBRAPA/Algodão de Campina Grande-PB.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRADY, N. C., Natureza e Propriedades dos Solos, 6ª ed, Livraria Freitas Bastos S.A., Rio de Janeiro - RJ, p. 276-285.
- CARSON, J. E. Analysis of soil and air temperatures by Fourier techniques. **Journal Geophysical Research**, n.68, v. 8, p. 2217-2232, 1963.
- RESENDE, M. Clima do solo suas relações com o ambiente agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n.138, 43-58, 1986.
- SELLERS, W. D. Physical Climatology. Chicago, University of Chicago Press, 1965. 272p.
- SOARES, J. V.; VIANELLO, R. L.; SEDIVAMA, G. C.; COELHO, D. T., *Experientiae* – U.F.V., v.27, Viçosa, MG, 1981.
- VIANELLO, R. L.; ANDRÉ, R. G. B.; MARQUES, V. S. Comportamento térmico do solo de Jaboticabal – SP, sob três diferentes cobertura. **Revista Ceres**, v.29, p.73-88, 1982.
- VIANELLO, R. L.; RAMANA RAO, T., V.; NOGUEIRA, J., M. Comportamento térmico do solo de Viçosa – MG, ciclo anual – 1971, Juiz de Fora, 1977.