

PROPRIEDADES TÉRMICAS DO SOLO: UM ESTUDO DE CASOS

REGINA CÉLIA DOS SANTOS

YELISEITY VISWANADHAM

J. MARDEN DOS SANTOS

Dados de temperatura do solo, obtidos em Cachoeira Paulista, SP., às profundidades de 05, 10 e 15 cm, nos anos de 1984 e 1985, permitiram estudar a onda atual, sazonal e diária de temperatura, bem como calcular os coeficientes da Série de Fourier. Os estudos realizados permitiram concluir que:

- As ondas anual, sazonal e diária de temperatura mostram uma diminuição da amplitude e um aumento da fase com a profundidade em todas as situações consideradas, embora as variáveis precipitação e nebulosidade tenham apresentado sensível influência sobre as ondas de temperatura;

- Os valores máximos da temperatura média diária do solo às profundidades de 05, 10 e 15 cm foram encontrados no mês de fevereiro nos dois anos estudados. No nível de 05 cm, a diferença entre as temperaturas máximas de 1984 para 1985 atingiu $4,6^{\circ}\text{C}$ e para os outros níveis estas diferenças foram $2,0^{\circ}\text{C}$ e $2,5^{\circ}\text{C}$, respectivamente;

- Os valores mínimos, em todas as profundidades, ocorreram durante o mês de julho para os dois anos, exceto em 1984, no nível de 10 cm, onde o valor mínimo foi atingido em agosto. A maior diferença foi verificada no nível de 05 cm e atingiu $2,9^{\circ}\text{C}$;

- A análise de Fourier mostrou valores maiores das amplitudes para o primeiro harmônico, mostrando ainda a defasagem com a profundidade. A variância, para o primeiro harmônico, atinge valores acima de 90% quando se considera o ciclo sazonal e diminui quando se analisa o ciclo diário em dias com precipitação e cobertura de nuvens. A variância acumulada para os três primeiros harmônicos atinge valores superiores à 90% em todos os ciclos, representando assim a onda de temperatura observada satisfatoriamente;

- A representação da temperatura, a partir da análise de Fourier, para o ano de 1984 às profundidades estudadas são:

$$T_{05} = 26,1^{\circ} + 6,09 \cos (x-14^{\circ}) + 0,97 \cos 2(x-62^{\circ}) + 1,28 \cos 3(x-30^{\circ})$$

$$T_{10} = 21,2^{\circ} + 5,32 \cos (x-12^{\circ}) + 0,75 \cos 2(x-81^{\circ}) + 1,11 \cos 3(x-32^{\circ})$$

$$T_{15} = 20,9^{\circ} + 4,81 \cos (x-15^{\circ}) + 0,84 \cos 2(x-82^{\circ}) + 1,17 \cos 3(x-31^{\circ})$$

Para o ano de 1985 as temperaturas a partir da análise de Fourier são:

$$T_{05} = 25,0^{\circ} + 5,43 \cos (x-05^{\circ}) + 1,70 \cos 2(x-78^{\circ}) + 0,44 \cos 3(x-76^{\circ})$$

$$T_{10} = 20,4^{\circ} + 5,16 \cos (x-03^{\circ}) + 1,80 \cos 2(x-78^{\circ}) + 0,32 \cos 3(x-83^{\circ})$$

$$T_{15} = 20,8^{\circ} + 4,65 \cos (x-00^{\circ}) + 1,43 \cos 2(x-87^{\circ}) + 0,26 \cos 3(x-94^{\circ})$$

O sufixo de T indica as profundidades estudadas;

- O calor específico médio do solo estudado é de 0,20 cal/g^oC ou 836,76 W s / kg^oC

- Os valores da difusividade térmica do solo para o ciclo anual, obtidos pelos vários métodos, apresentam pequenas discrepâncias entre si, correlacionando-se mais estreitamente na camada mais profunda, entre 10-15 cm, através do método do "range" e da fase do primeiro harmônico da Série de Fourier. Os valores médios para a difusividade, obtidos pelo método do "range" para as camadas entre 05-10, 05-15 e 10-15, são $15,522 \cdot 10^{-3}$ cm²/s; $2,884 \cdot 10^{-3}$ cm²/s e $1,255 \cdot 10^{-3}$ cm²/s, respectivamente para o ano de 1984 e $20,325 \cdot 10^{-3}$ cm²/s; $3,172 \cdot 10^{-3}$ cm²/s e $1,288 \cdot 10^{-3}$ cm²/s, respectivamente para o ano de 1985;

- Quanto ao ciclo sazonal, os valores de K, obtidos pelos vários métodos, tanto para o ano seco quanto para o ano chuvoso, estão compatíveis, diferindo somente daqueles obtidos pelo método da defasagem. Neste método, como as temperaturas médias mensais foram obtidas para cada duas horas, há coincidência nos tempos de máximas e conseqüentemente nos valores de K em vários meses;

- Valores duvidosos de K foram encontrados no ciclo diário em 05/03/85 e 08/04/85, dias de alta precipitação e nebulosidade, o que conduziu a imprecisões nos valores das temperaturas registrados nas várias profundidades;

- Os resultados do estudo da difusividade térmica, tomadas em sua totalidade, mostram que os valores de K obtidos indiretamente a partir de medidas dos perfis de temperatura do solo dependem do método de estimativa;

- A condutibilidade térmica para a camada entre 05-15 cm, determinada em função da capacidade calorífica e da difusividade térmica,

foi de $0,579 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ e $0,637 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ para os anos seco e chuvoso, respectivamente. Estes valores estão compatíveis entre si e com aqueles obtidos por outros autores, face à predominância de quartzo no solo em questão;

- Diante dos resultados obtidos, é necessário registrar continuamente as temperaturas desde a zero hora até as 24 horas, com precisão até a primeira casa decimal, para se obter melhores resultados para a Série de Fourier e conseqüentemente melhores valores de K.

Face ao exposto e aos resultados encontrados, as seguintes sugestões podem ser indicadas:

- A determinação acurada da temperatura da superfície é um problema difícil em meteorologia. A obtenção de registros contínuos da temperatura do solo à superfície possibilitará o cálculo de K e sua inclusão nos modelos de circulação atmosférica;

- Embora muitos cientistas tenham encontrado boa concordância entre os valores das propriedades térmicas, estimadas a partir de registros de temperaturas, entre eles, Persaud e Chang (1985); Ghuman e Lal (1981); Sandanielo (1983) e Schneider (1979), o ideal seria avaliar experimentalmente os métodos discutidos para determinar qual é o mais consistente com medidas diretas de K;

- A extensão destes estudos para outros tipos de solo e a realização de pesquisas semelhantes para diversificadas condições de inclinação do solo permitirá melhor caracterização regional, além de aplicações para práticas agrícolas;

- As deficiências encontradas para a determinação das constantes térmicas do solo, leva a recomendar que os laboratórios de solo se capacitem no sentido de poderem medir: o calor específico sem o efeito do calor de umedecimento, a capacidade calorífica, a condutividade térmica e a difusividade térmica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARSLAW, H.S.; JAEGER, J.C. Conduction of heat in solids. Oxford, Clarendon Press, 1959, 510 pp.
- CARSON, J.E. Analysis of soil and air temperatures by Fourier Techniques. Journal of Geophysical Research, 68(8):2217-2232, Apr., 1963.
- GHUMAN, B.S.; IAL, R. Temperature regime of a tropical soil in relation to surface condition and air temperature and its Fourier Analysis. Soil Science, 134(2):133-140, Aug., 1982.
- HORTON, R.; WIETENGA, P.J. Determination of the mean soil temperature for evaluation of heat flux in soil, Agricultural Meteorology, 28:309-319, 1983.
- HORTON, R.; WIETENGA, P.J.; NIELSEN, D.R. Evaluation of methods for determining the apparent thermal diffusivity of soil near the surface. Soil Science Society America Journal, 47:25-32, 1983.