



## ESTUDO ACERCA DAS CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DO SOLO

Júlio Manuel T. Diniz<sup>1</sup>, Rayonil G. Carneiro<sup>2</sup>, Edicarlos P. de Sousa<sup>3</sup>, José Alberto C. Wanderley<sup>4</sup>, José Fideles Filho<sup>5</sup>

1 Mestrando em Meteorologia, Depto. de Ciências Atmosféricas, CTRN/UFCG, Campina Grande-PB, julio\_mannuel@hotmail.com

2 Mestrando em Meteorologia, Depto. de Ciências Atmosféricas, CTRN/UFCG, Campina Grande-PB

3 Doutorando em Meteorologia, Depto. de Ciências Atmosféricas, CTRN/UFCG, Campina Grande-PB

4 Doutorando em Engenharia Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, CTRN/UFCG, Campina Grande-PB

5 Doutor em Meteorologia, Prof. Titular, Depto. de Física, CCT/UEPB, Campina Grande-PB

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

**RESUMO:** A variação da temperatura do solo que uma planta consegue suportar é relativamente ampla, no entanto, seu desenvolvimento é seriamente comprometido a partir do momento em que o solo passa a assumir temperaturas abaixo ou acima de certos valores limites. Embora se saiba que a temperatura do solo é um dos fatores ambientais de maior importância para agricultura, poucos estudos foram realizados pela comunidade científica a respeito dessa variável. Logo, o presente trabalho tem como objetivo o estudo do comportamento e das propriedades térmicas do solo através de dados coletados no Instituto Nacional do Semiárido (INSA). A partir da análise dos resultados, verificou-se o progressivo aumento das temperaturas do solo com o decorrer dos meses, de modo que os valores máximos foram observados em novembro e dezembro.

**PALAVRAS-CHAVE:** INSA, temperatura do solo, comportamento térmico.

## STUDY ON THE CHARACTERISTICS THERMAL OF SOIL

**ABSTRACT:** The range of soil temperature which a plant will tolerate is often quite broad, however, its development is seriously compromised from the moment in that the soil begins to assume temperatures below or above certain limits. Although it is known that soil temperature is an environmental factor of great importance to agriculture, few studies have been performed by the scientific community about this variable. Therefore, this work aims the study of behavior and thermal properties of the soil using data collected in National Institute of Semiarid (INSA). By analyzing the results it was found that occurred the increasing soil temperatures over the course of months, so that the maximum values were observed in november and december.

**KEYWORDS:** INSA, soil temperature, thermal behavior.





## INTRODUÇÃO

As magnitudes das temperaturas do solo estão em constantes alterações visto que este é continuamente perturbado pela “entrada” de calor mediante incidência de radiação solar como também pela “perda” através de processos físicos como, por exemplo, a evaporação (GARDNER et al., 1999). A temperatura do solo é uma propriedade de natureza física que influi diretamente em uma série de processos ambientais relacionados às plantas, tais como germinação de sementes, velocidade e duração de crescimento, desenvolvimento e atividade radicular, ocorrência e severidade de pragas, etc. (HILLEL, 2004). Além disso, comanda a evaporação e arejamento bem como o tipo e a taxa das reações químicas que se realizam no solo (LAL e SHUKLA, 2004). Johnson e Lowery (1985), ao realizarem estudo acerca dos efeitos de práticas de cultivo sobre as temperaturas e propriedades térmicas do solo, verificaram que a variação de 1°C na temperatura do solo pode afetar significativamente a taxa de crescimento do milho em regiões de clima temperado. Quando uma mesma quantidade de energia está disponível para solos distintos o processo de aquecimento e resfriamento pode ser bastante variável devido ao fato de cada solo possuir propriedades térmicas específicas (RAO et al., 2005). Em particular, a magnitude da difusividade térmica do solo indica a capacidade desse meio em transportar calor através de seu perfil vertical (SILANS et al. 2006). Com o intuito de contribuir para o conhecimento das características térmicas desse meio, principalmente daqueles localizados na região Nordeste do Brasil, a presente pesquisa tem como objetivo a análise do comportamento térmico e a estimativa da difusividade térmica do solo de Campina Grande-PB.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do presente trabalho foram utilizados dados obtidos através de uma estação meteorológica automática em funcionamento no Instituto Nacional do Semiárido – INSA, localizado na cidade paraibana de Campina Grande (7,22°S; 35,88°O). O município de Campina Grande é caracterizado pelo baixo índice pluviométrico, baixa umidade, solo seco, clima semiárido, vegetação de caatinga e temperatura elevada em grande parte do ano.

A fim de monitorar o regime térmico diário do solo foram utilizados sensores de temperatura que operam durante 24 horas por dia, instalados em três profundidades distintas. Esses equipamentos encontram-se alojados, mais especificamente, nas profundidades de 10, 20 e 50 centímetros. Os dados empregados nesta pesquisa são provenientes de observações realizadas ao longo dos meses de julho a dezembro do ano de 2012.

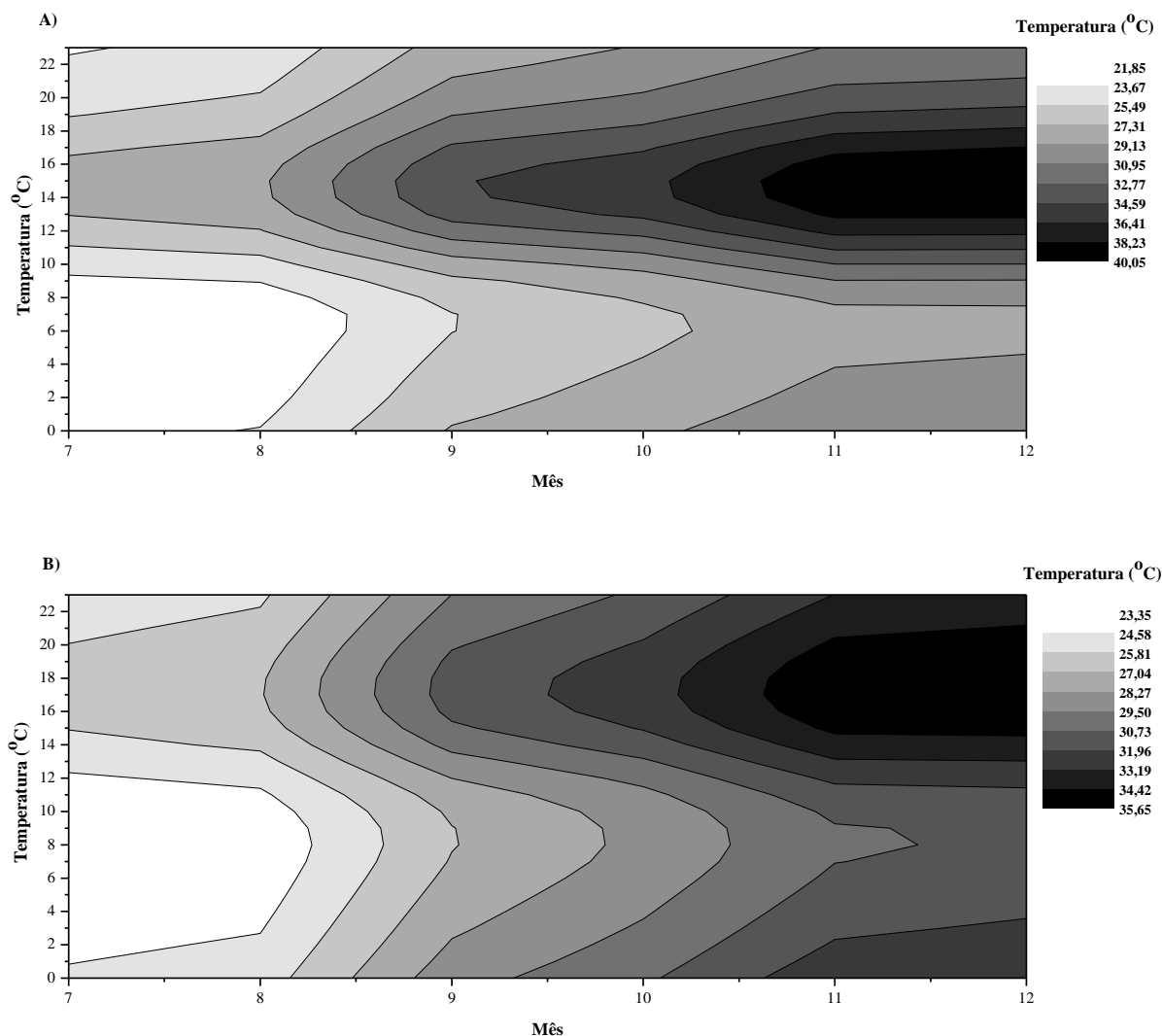
Uma vez que a difusividade térmica do solo é calculada para certas camadas específicas do solo, faz-se necessário que sejam destacados os critérios adotados nesse estudo. Devido à disponibilidade de dados as estimativas foram realizadas para as porções do solo denominadas de camada 1 (estende-se desde 0,1 há 0,2 metros de profundidade), camada 2 (estende-se desde 0,2 há 0,5 metros de profundidade) e camada 3 (estende-se desde 0,1 há 0,5 metros de profundidade).



Mediante as informações e considerações anteriores empregam-se determinadas metodologias com o intuito de se estimar a magnitude dessa grandeza física, cujos detalhes podem ser encontrados em Gao et al. (2009). As metodologias utilizadas recebem a nomenclatura de método do logarítmico e método do arco tangente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fim de facilitar a exposição dos resultados em virtude do grande número de dados, foram estimadas médias mensais de temperatura do solo referentes a cada hora do dia e para três diferentes profundidades, a partir das informações obtidas ao longo dos meses de julho a dezembro do ano de 2012. A Figura-1 apresenta o ciclo térmico diário médio mensal dos respectivos meses e profundidades de estudo.



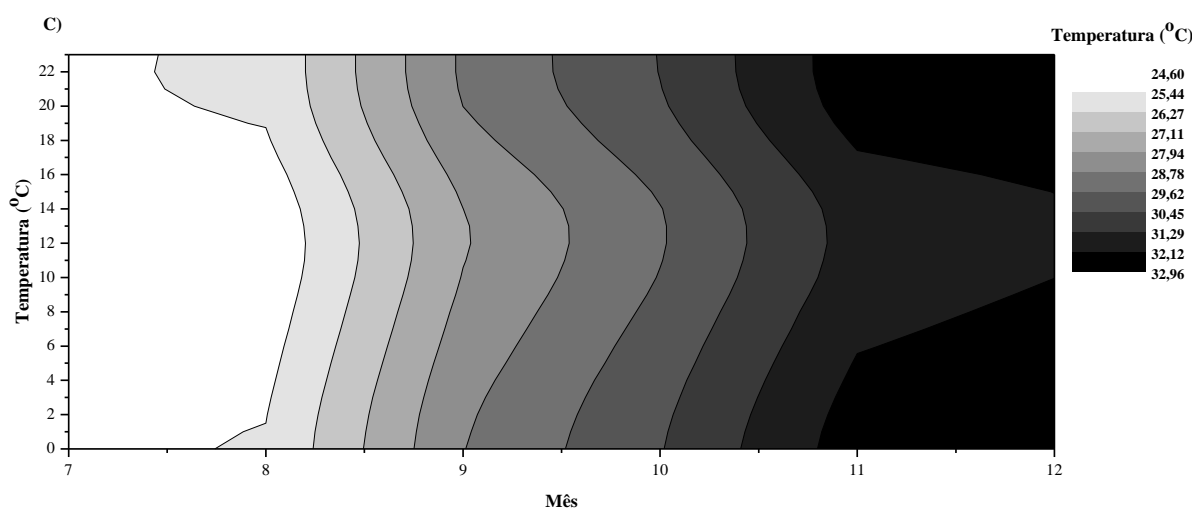


Figura 1. Comportamento térmico diário médio mensal para as profundidades de 10 (A), 20 (B) e 50 cm (C).

Verifica-se na figura acima que tanto as maiores quanto as menores temperaturas do solo são oriundas da profundidade mais próxima a superfície (10 cm). Ao comparar com as demais a superfície e regiões adjacentes possuem maior facilidade em ganhar e perder calor durante o ciclo diário, justificando o comportamento visto anteriormente. As temperaturas de maior magnitude são observadas em torno das 15 horas e alcançam no mês de dezembro valores da ordem de 40°C. Em contrapartida durante o mês de julho foram observadas nas primeiras horas da manhã temperaturas por volta dos 22°C.

À medida que se avança em profundidade observa-se que as temperaturas do solo tendem a diminuir a amplitude térmica diária (variações bastante sutis), assumindo valores quase que constantes em 50 cm. Rao et al. (2005), verificou comportamento semelhante ao estudar o comportamento térmico do solo de Salvador-BA.

As temperaturas apresentam um progressivo aumento de suas magnitudes alcançando valores máximos nas três profundidades durante o mês de dezembro. Este resultado já era esperado em virtude do começo das observações ocorrerem no inverno e terminar no mês em que se inicia o verão. Como Campina Grande localiza-se próximo ao equador as variações anuais da temperatura do solo não são acentuadas como as de regiões de médias e altas latitudes, porém, por mais sutis que sejam podem afetar significativamente no crescimento e desenvolvimento das plantas.

Outro aspecto que merece destaque é o fato dos máximos de temperaturas não ocorrerem simultaneamente nas profundidades de 10 e 20 centímetros. Esse atraso indica que a onda de calor leva certo tempo para se propagar no solo em função de sua capacidade de conduzir calor através de seu perfil vertical. Portanto, o intervalo de ocorrência dos máximos de temperatura está diretamente relacionado às propriedades térmicas do solo em estudo. Em particular a difusividade térmica fornece uma idéia da velocidade de avanço da onda de calor no solo.



Os dados de temperatura expostos na Figura-1 foram utilizados para a estimativa da difusividade térmica média do solo para os meses de análise. Na Tabela-1 são apresentados esses valores calculados para três camadas distintas do solo mediante o uso dos métodos do logarítmico e arco tangente.

Tabela 1. Difusividade térmica média mensal ( $m^2/s$ ) para os meses de julho a dezembro do ano de 2012.

Data	Método	Camada 1	Camada 2	Camada 3
Julho	Arco tangente	0,69E-06	2,10E-06	4,27E-06
	Logarítmico	0,62E-06	1,76E-06	1,28E-06
Agosto	Arco tangente	0,80E-06	2,32E-06	3,55E-06
	Logarítmico	0,68E-06	1,63E-06	1,26E-06
Setembro	Arco tangente	0,75E-06	2,15E-06	3,97E-06
	Logarítmico	0,60E-06	1,63E-06	1,21E-06
Outubro	Arco tangente	0,67E-06	1,88E-06	4,91E-06
	Logarítmico	0,54E-06	1,60E-06	1,15E-06
Novembro	Arco tangente	0,66E-06	1,79E-06	5,33E-06
	Logarítmico	0,48E-06	1,45E-06	1,03E-06
Dezembro	Arco tangente	0,61E-06	1,82E-06	5,53E-06
	Logarítmico	0,46E-06	1,38E-06	0,99E-06

Observa-se a partir da análise da tabela acima que, com exceção daqueles associados à camada 3, os valores obtidos concordaram satisfatoriamente entre si. Em geral, ao contrário do que ocorre com as temperaturas, a difusividade térmica decai progressivamente com os valores mínimos sendo observados em cada camada no mês de dezembro. Novos estudos devem ser conduzidos utilizando uma maior amostra de dados a fim de verificar e justificar as causas desse fenômeno.

Constata-se também que, ao comparar com os oriundos da camada 1, os valores da difusividade térmica do solo são mais elevados na camada 2 (0,2 – 0,5 m de profundidade). Logo, conclui-se que essa região do solo possui maior capacidade de transferir calor através de seu perfil vertical. Essa característica pode ser associada ao maior teor de água nessa região particular do solo, entretanto esta afirmativa não pode ser tomada como correta devido à falta de sensores que se destinam a aferir a umidade do solo.

## CONCLUSÃO

A partir da análise dos resultados verificou-se que à medida que se avança em profundidade as variações diárias da temperatura do solo tendem a se tornar cada vez mais discretas. Portanto, conclui-se que em solos profundidade e amplitude térmica diária são grandezas





inversamente proporcionais. Além disso, observou-se que os métodos utilizados para a estimativa da difusividade térmica diária do solo forneceram em geral valores bastante semelhantes, indicando a consistência das metodologias.

## REFERÊNCIAS

GAO, Z.; WANG, L.; HORTON, R. Comparison of six algorithms to determine the soil thermal diffusivity at a site in the Loess Plateau of China. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, v. 6, p. 2247–2274, 2009.

GARDNER, C. M. K.; LARYEA, K. B.; UNGER, P. W. Soil physical constraints to plant growth and crop production. Rome: Land and Water Development Division, FAO, 1999.

HILLEL, D. Introduction to environmental soil physics. Massachusetts: Elsevier Science, 2004.

JOHNSON, M. D.; LOWERY, B. Effect of three conservation tillage practices on soil temperature and thermal properties. *Soil Science Society of America Journal*, v. 49, p. 1547-1552, 1985.

LAL, R.; SHUKLA, M. K. Principles of soil physics. New York: Marcel Dekker, 2004.

RAO, T. V. R.; SILVA, B. B.; MOREIRA, A. A. Características térmicas do solo em Salvador, BA. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 9, p. 554-559, 2005.

SILANS, A. P.; SILVA, F. M.; BARBOSA, F. A. R. Determinação in loco da difusividade térmica num solo da região de caatinga (PB). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, p. 41-48, 2006.

