

# Medida e estimativa da temperatura do solo (estudo de caso)

José P.R.Costa<sup>1</sup>; Guilherme F.C.Neto<sup>2</sup>; Ana Alice S. Fernandes<sup>3</sup>; Suzyanne N. Bandeira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Prof. Dr.Universidade Federal do Pará, [jpaulo@ufpa.br](mailto:jpaulo@ufpa.br); <sup>2</sup> Graduado em meteorologia; <sup>3</sup> aluna de graduação em meteorologia (UFPA).

**Abstract:** The mean hourly temperature measured and estimated in the soil profile in a condition of grass cover and bare soil have analyzed in this study. The research have conducted at the Experimental Station of Coastal Ecosystems "Modesto Rodriguez". The study have maden in a mango orchard located at Cuiarana village, municipal district of Salinópolis, in the northeast region of State of Pará, Brazil (00 ° 39 '45 "S; 47 ° 16 '56 "W). The results have showed that the daily values measured and estimated have been a good performance and high statistical significance.

Keywords: Soil, Soil temperature, Orchard

## 1. Introdução

A energia solar ao atingir a superfície terrestre se destina basicamente aos processos físicos de aquecimento do ar através do fluxo convectivo do calor sensível e do interior do solo através do processo de condução molecular de calor. Gasparim et al. (2005) afirmam que é a partir da quantidade de radiação solar absorvida e perdida que a camada superficial do solo se aquece ou se resfria no decorrer do dia e do ano, em resposta a tais fatores, gerando variações térmicas nas camadas mais próximas da superfície. Pelo fato da absorção e da perda de energia ocorrer na superfície, aliado à baixa velocidade de propagação do calor no interior do solo, as variações térmicas se limitam aos horizontes mais superficiais. Esse mecanismo tem papel fundamental no efeito estufa natural, que é desejável e necessário, sem o qual a temperatura média da terra iria ser muito baixa, o que impossibilitaria a vida na terra.

Segundo Kaiser et al. (2001), a temperatura do solo é uma variável meteorológica que determina os níveis de evaporação e aeração do mesmo, devido a isso, a dinâmica da temperatura do solo é fundamental no desenvolvimento da agricultura, pois sua variação interfere diretamente na germinação e no crescimento das plantas, assim como na sua absorção de água e nutrientes. Neste aspecto, Bergamaschi (1993) assegura que temperatura do solo é de fundamental importância na agricultura, por influenciar a germinação das sementes, o desenvolvimento e a atividade das raízes em absorver água e nutrientes do solo, na atividade de microrganismos, na difusão de solutos e gases, no desenvolvimento de moléstias e na velocidade das reações químicas do solo.

A composição, a densidade, a umidade e o tipo de cobertura do solo são os principais fatores que influenciam nas suas propriedades térmicas como: calor específico, capacidade térmica, condutividade térmica, difusividade térmica, emissividade e também o albedo, tais aspectos devem ser observados ao se analisar o regime térmico dos diferentes tipos de solo e nas diferentes escalas de tempo. Dada a importância da variação da temperatura no perfil do solo nos processos físicos, biológicos, ecológicos e outros que ocorrem na interface solo atmosfera, no presente estudo, analisou-se a variação horária da temperatura do solo em condições de cobertura do solo vegetado e sem vegetação.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Local do estudo

Este estudo foi desenvolvido na Estação Experimental de Ecossistemas Costeiros “Modesto Rodrigues”, pertencente à Universidade Federal do Pará (UFPA), que consiste em uma área de pomar de mangueiras, com cerca de 12 hectares, localizada na vila Cuiarana, município de Salinópolis e coordenadas geográficas de 00°39’45” S; 47°16’56”W e altitude de 21 metros. O clima predominante da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, isto é, clima tropical chuvoso com estação seca bem definida e temperatura do ar média mensal sempre superior a 18°C. A região é caracterizada por apresentar alta taxa de precipitação, com média anual oscilando em torno dos 2100 milímetros. A temperatura do ar média anual mostra uma oscilação em torno dos 26°C, a máxima média de 32°C e a mínima média de 22°C são os valores assumidos pelas temperaturas extremas do ar.

### 2.2 Fonte dos dados

Os dados utilizados neste estudo foram coletados no período de 4 a 7 de julho de 2009, durante as atividades de campo da disciplina micrometeorologia do curso de graduação em Meteorologia da UFPA e constam da leitura horária da temperatura do solo nas profundidades de 0,02, 0,05 e 0,10 metros, medidas através de dois conjuntos de geotermômetros, um instalado em área de vegetação rasteira e o outro em solo nu.

### 2.3. Metodologia

Os dados medidos foram organizados em planilha excel, onde foram calculadas as médias diárias para cada nível nas duas condições de cobertura do solo, posteriormente estimou-se temperatura para cada profundidade do solo e tipo de cobertura através da equação:

$$T(z,t) = T_m + A_o \text{Exp}(-z/D) \cdot \text{sen}(Wt - z/D) \quad (1)$$

em que  $T_m$  é a temperatura média à superfície em torno da qual a temperatura varia senoidalmente,  $A_o \cdot \text{Exp}(-z/D)$  é a amplitude da onda diária de temperatura que decresce exponencialmente com a profundidade,  $(-z/D)$  é a mudança de fase com a profundidade em relação à onda da superfície;  $t$  é o tempo,  $w$  é a velocidade angular de rotação da terra e  $D$  é a profundidade de amortecimento da temperatura com a profundidade descrita por:

$$D = \frac{z_1 - z_2}{\ln A_2 - \ln A_1} \quad (2)$$

em que  $A_1$  e  $A_2$  são as amplitudes da onda de temperatura diária entre dois níveis  $z_1$  e  $z_2$  no interior do solo.

## 3. Resultados e Discussão

Nesta secção, apresentam-se os resultados referentes a comparação entre os valores da temperaturas do solo medidos e estimados nas profundidades de 0.02, 0.05 e 0.10 metros para as duas condições de cobertura do solo vegetado e nu.

Na Figura 1 mostra-se a variação horária da temperatura do solo medida (Tm) e estimada (Te) na profundidade de 0,02 metros, para a cobertura do solo vegetado (Tm2v e Te2v) (1a) e solo sem vegetação (Tm2sv e Te2sv) (1b), além do diagrama de dispersão entre valores medidos e estimados no solo vegetado (1c) e sem vegetação (1d). Pode-se observar que na condição de solo sem vegetação, os valores da temperatura se mostraram mais elevados durante o dia e menores no período noturno. Isto mostra que durante a noite, a vegetação retém parte do calor que penetra na camada superficial do solo durante o dia e faz com que a amplitude térmica na cobertura com vegetação seja menor do que na condição de solo sem vegetação. O diagrama de dispersão (Figuras 1c e 1d) mostraram que o método estimativo (equação 1) mostrou melhor ajustamento para a condição de solo vegetado, apresentando ( $R^2 = 0,65$ ).

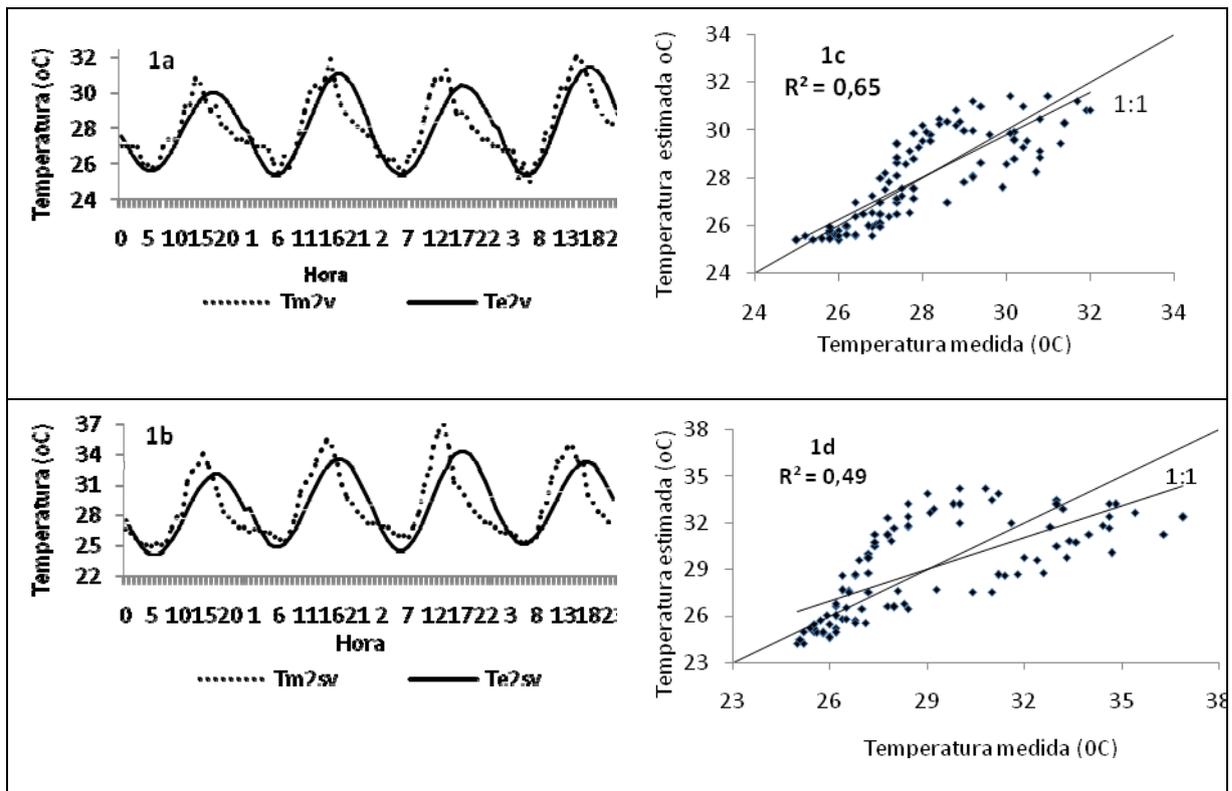


Figura 1 – Variação horária da temperatura do solo medida e estimada na profundidade de 0,02 m, para a cobertura do solo vegetado (Tm2v e Te2v) (1a) e solo sem vegetação (Tm2sv e Te2sv) (1b). Correlação entre valores medidos e estimados no solo vegetado (1c) e sem vegetação (1d).

A Figura 2 ilustra a variação horária da temperatura do solo medida (Tm) e estimada (Te) na profundidade de 0,05 metros, para a cobertura do solo vegetado (Tm5v e Te5v) (2a) e solo sem vegetação (Tm5sv e Te5sv) (2b), assim como, a dispersão entre os valores medidos e estimados no solo vegetado (2c) e sem vegetação (2d). Pode se verificar que o padrão de variação diário da temperatura nesse nível praticamente não difere daquele observado no nível anterior (Figura 1). Entretanto, analisando a dispersão entre valores medidos e estimados (Figuras 2c e 2d), constata-se que o maior grau de ajustamento ocorreu entre valores medidos e estimados para o solo vegetado, mostrando coeficiente de ajustamento ( $R^2 = 0,79$ ).

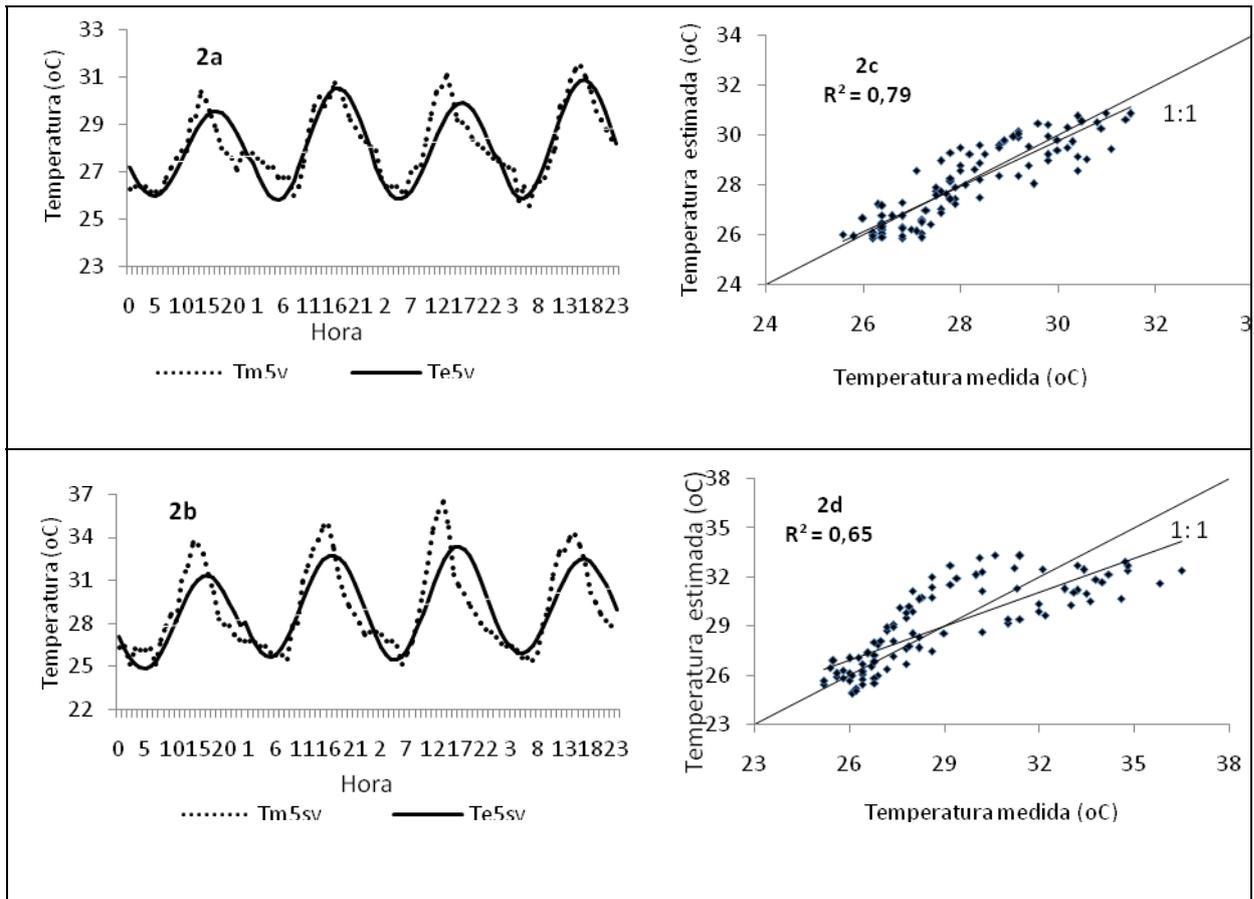


Figura 2 – Variação horária da temperatura do solo medida e estimada na profundidade de 0,05 m, para a cobertura do solo vegetado (Tm5v e Te5v) (2a) e solo sem vegetação (Tm5sv e Te5sv) (2b). Correlação entre valores medidos e estimados no solo vegetado (2c) e sem vegetação (2d).

Mostra-se na Figura 3, a variação horária da temperatura do solo medida (Tm) e estimada (Te) na profundidade de 0,10 metros, na cobertura do solo vegetado (Tm10v e Te10v) (3a) e solo sem vegetação (Tm10sv e Te10sv) (3b), juntamente com a dispersão entre valores medidos e estimados no solo vegetado (3c) e sem vegetação (3d). As análises mostraram expressiva diminuição na amplitude térmica diária, indicando claramente a existência do amortecimento da temperatura com o aumento da profundidade no solo. No confronto entre valores medidos e estimados (Figuras 3c e 3d), constatou-se que o grau de ajustamento mais expressivo ocorreu entre os valores relativos a condição de solo sem vegetação (Figura 3d), apresentando coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,83$ ).

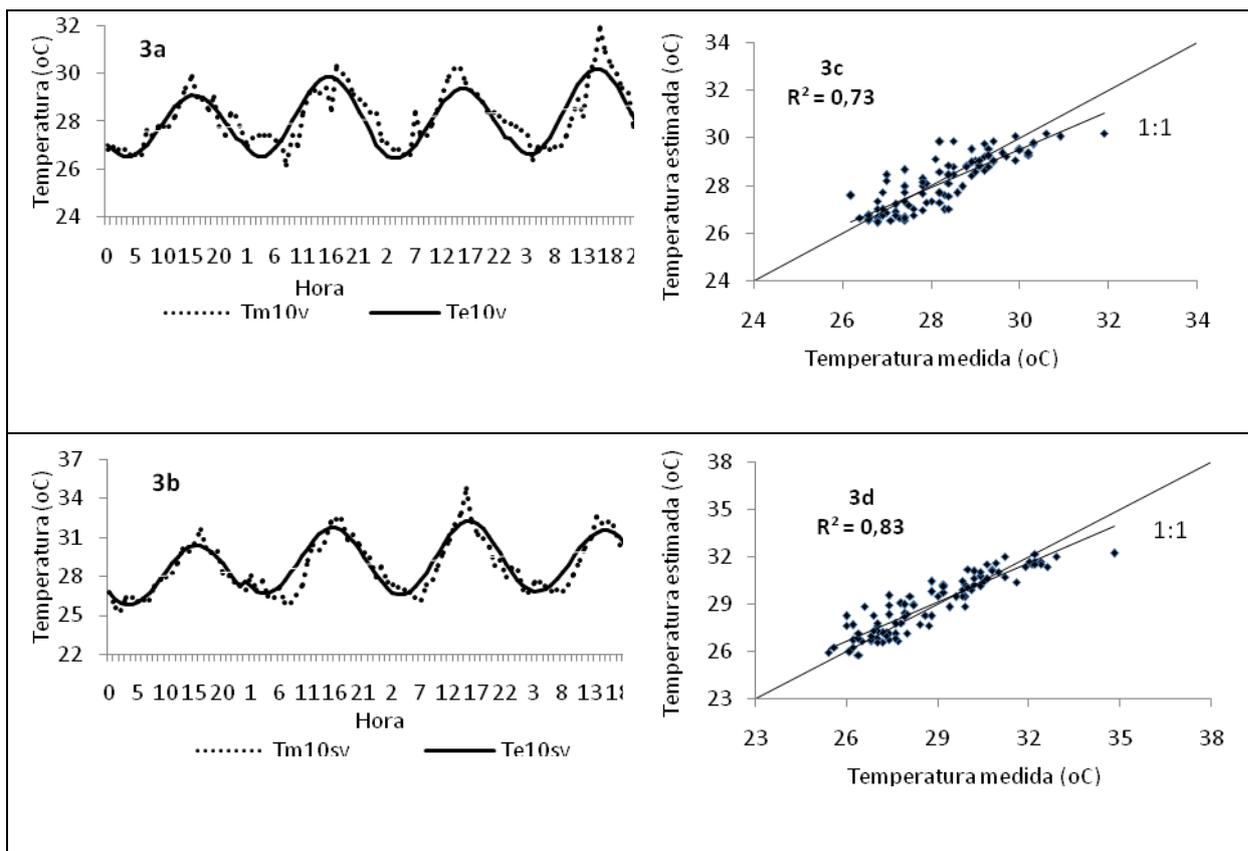


Figura 3 – Variação horária da temperatura do solo medida e estimada na profundidade de 0,10 m, para a cobertura do solo vegetado (Tm10v e Te10v) (3a) e solo sem vegetação (Tm10sv e Te10sv) (3b). Correlação entre valores medidos e estimados no solo vegetado (3c) e sem vegetação (3d).

#### 4. Conclusões

As análises da variação da temperatura no perfil do solo permitiram as seguintes conclusões: 1- A cobertura vegetal mostrou que exerce efeito significativo na variação da temperatura no perfil do solo 2- A amplitude térmica do ciclo diário da temperatura no perfil do solo mostra que é altamente influenciada pela profundidade 3- O melhor coeficiente de ajustamento entre os valores medidos e estimados da temperatura no perfil do solo ocorreu na profundidade de 0,10 metros para a condição de solo não vegetado.

#### 5. Referencias Bibliográficas

BERGAMASCHI, H.; Guadagnin, M.R. Modelos de ajuste para médias de temperatura do solo, em diferentes profundidades. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. V.1, n 1, p. 95-99, 1993.

GASPARIM, E.; Ricieri1, R.P.; Silva, S.L.; Dallacort, R.; Gnoato, E. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. *Acta Scientiarum*. V. 27 , n 1, p. 107-115, 2005.

KAISER, D. R., Streck, C.A.; Reinert, D.J.; Reichert, J.D.; Da Silva, V.R.; Ferreira, F.; Kunz, M. *Temperatura do solo afetada por diferentes estados de compactação*. Santa Maria. 2001. Disponível em <[www.ufsm.br/ppgcs/congressos/XIV\\_Reunião.pdf](http://www.ufsm.br/ppgcs/congressos/XIV_Reunião.pdf)>. Acesso em: 11/11/2009.