

MODELOS DE AJUSTE PARA MÉDIAS DE TEMPERATURA DO SOLO, EM DIFERENTES PROFUNDIDADES

MODELLING FOR SOIL MEAN TEMPERATURE ADJUSTMENT, AT DIFFERENT DEPTHS.

Homero Bergamaschi¹ e Mario Ricardo Guadagnin²

RESUMO

Com o objetivo de corrigir médias diárias e decendiais de temperatura do solo, nas profundidades de 5, 10 e 20 cm, obtidas pela média aritmética das observações das 9, 15 e 21 h, foram estabelecidas equações de regressão, pelo método dos mínimos quadrados, tomando como verdadeira a média das 24 h calculada a intervalos de duas horas durante as 24 horas do dia. Os dados foram coletados de diagramas de geotermógrafos, no período de 1º de janeiro a 31 de dezembro de 1982, na Estação Experimental Fitotécnica de Taquari (latitude de 29°48'S, longitude de 51°49'W e altitude de 76 m). O solo é classificado como laterítico bruno-avermelhado distrófico, de textura argilosa e relevo suavemente ondulado, da unidade de mapeamento Rio Pardo. Foram tomados dados de seis meses para gerar e seis meses alternados com os primeiros para aferir os modelos, assim abrangendo as quatro estações do ano. Os coeficiente angulares das equações demonstraram que quanto mais próximo da superfície do solo, maior é o desvio da média dos três horários convencionais de leitura, em relação à temperatura média diária verdadeira. Porém, para os 20 cm de profundidade praticamente não há necessidade de correção dessa média. Nos modelos de aferição as retas ajustadas se aproximam da linha 1:1, com os coeficientes angulares de 0,997 a 1,008 e coeficientes de determinação de 0,975 a 0,994. Os resultados demonstram a possibilidade de obtenção de médias simples fornecidas pelas três leituras diárias convencionais, utilizando equações lineares.

Palavras-chave: Temperatura do solo, modelos de ajuste, modelos de correção, média diária, média decendial.

¹ Engº Agrº, Dr., Professor da Faculdade de Agronomia/UFRGS. Caixa Postal, 776. 91501-970, Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

² Engº Agrº, EMATER/PR, ex-bolsista PROPESP/UFRGS.

SUMMARY

Regression equations by minimum square method were established in order to adjust daily and decennial soil mean temperatures calculated by arithmetical average applied to measurements at 9 am, 3 pm, and 9 pm. A two-hours basis average was assumed as a true mean value. Soil temperatures were recorded by thermographs at 5, 10, and 20 cm depths in a brown-distrophic lateritic clay soil, at the Fitotecnical Experimental Station of Taquari, Brazil (29°48'S latitude, 51°49'W longitude, and 76 m altitude). Data were taken from January to December 1982, during six alternated months for both model parametrization and validation. Regression coefficients showed a higher necessity of soil mean temperature adjustment for the 5 cm depth than for deeper soil layers. Conversely, for the 20 cm deep layer, mean values calculated by the arithmetical average of three daily observations were closer to the true mean temperatures. Regression coefficients of validation models ranged from 0.997 to 1.008 with determination coefficients (r^2) from 0.975 to 0.994. Therefore, reliable soil mean temperatures can be estimated by using adjusted linear equations to data obtained from the three daily conventional measurements.

Key words: Soil temperature, mean adjustment, models for adjustment, mean correction.

INTRODUÇÃO

A temperatura do solo é elemento de fundamental importância agrícola e ecológica pelo papel que desempenha nas interações solo-planta. Essa importância está relacionada às influências em inúmeros processos, destacando-se a germinação das sementes, o desenvolvimento e a atividade das raízes em absorver água e nutrientes do solo, a atividade de microrganismos, a difusão de solutos e gases, o desenvolvimento de moléstias, a velocidade das reações químicas do solo. Muitos autores têm demonstrado relações entre o desenvolvimento e a produção das culturas agrícolas e a temperatura do solo, inclusive a possibilidade de poder-se estimar a duração do subperíodo semeadura-emergência a partir do conhecimento do regime térmico do solo.

A superfície do solo, com ou sem cobertura vegetal, é o principal trocador e armazenador de energia nos ecossistemas terrestres. É a partir do balanço de radiação na superfície que o solo se aquece e se resfria no decorrer do dia e do ano, provocando variações térmicas nas camadas subjacentes. Pelo fato da absorção e da perda de energia se darem na superfície, aliado à baixa velocidade de propagação do calor no interior do solo, as variações térmicas se limitam aos horizontes mais superficiais. A amplitude de variação da temperatura do solo diminui acentuadamente nos primeiros centímetros de profundidade, ao mesmo tempo em que vai havendo um retardamento no tempo de ocorrência das máximas e mínimas, em função da magnitude e da lentidão do fluxo de calor no seu interior. Dados de COSTA & GODOY (1962) demonstraram que, tanto em solo desnudo como

em solo gramado, variações acentuadas de temperatura ficam limitadas a uma profundidade em torno de 20 cm. Trabalhos feitos no Rio Grande do Sul também demonstraram tendências semelhantes, quanto à diminuição da amplitude térmica do solo com o aumento da profundidade (GOEDERT, 1971; MENDEZ & ASSIS, 1981).

Por este motivo, o cálculo das temperaturas médias do solo em diferentes profundidades sempre foi problemático, já que as leituras em estações meteorológicas são tradicionalmente feitas em horários fixos, de cujas médias aritméticas resultam valores incorretos, sobretudo para as camadas mais próximas à superfície, onde a oscilação térmica é mais acentuada. Acrescenta-se a isto o fato de não haver uniformidade de horários de leituras entre as diversas redes de observação meteorológica. A maioria dos sistemas de observação, no Brasil, adota os horários das 9, 15 e 21 h, em concordância com as leituras sinóticas realizadas internacionalmente para fins de previsão do tempo. Assim, dependendo da posição geográfica e de outras características do local, a média aritmética das três leituras pode ser incorreta como média diária verdadeira.

Com a finalidade de estimar a temperatura média diária do solo a várias profundidades, ALFONSI et al (1981) testaram as equações:

$$TM_1 = (T_7 + T_{14} + T_{21})/3 \quad e$$

$$TM = (T_9 + T_{15} + 2T_{21})/4$$

sendo T_7 , T_9 , T_{14} , T_{15} e T_{21} , respectivamente as temperaturas observadas às 7, 9, 14, 15 e 21 h local, em Campinas, SP. Comparando médias obtidas a partir de leituras em geotermômetros convencionais, em diferentes profundidades, com médias de registro contínuo em geotermógrafos, concluíram que, para o solo da região estudada, é válida a utilização de ambas fórmulas acima descritas na determinação da temperatura média diária do solo.

GODOY (1985) relacionou médias diárias de temperatura do solo obtidas em geotermômetros convencionais e em registros contínuos nas profundidades de 2, 5, e 10 cm, obtendo uma função de estimativa da temperatura média (TM) através da equação $TM = (T_9 + T_{15} + 2T_{21})/4$.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo principal estimar e aferir equações capazes de fornecer médias confiáveis de temperatura do solo, em nível diário e decendial nas profundidades de 5, 10 e 20 cm, a partir de dados de leituras nos horários das 9, 15 e 21 h. Buscou-se obter modelos simples e eficazes, no sentido de poder ajustar a própria média aritmética das três leituras diárias convencionais, assim facilitando a correção daquelas já calculadas e, em muitos casos, arquivadas em grande volume de dados.

MATERIAL E MÉTODOS

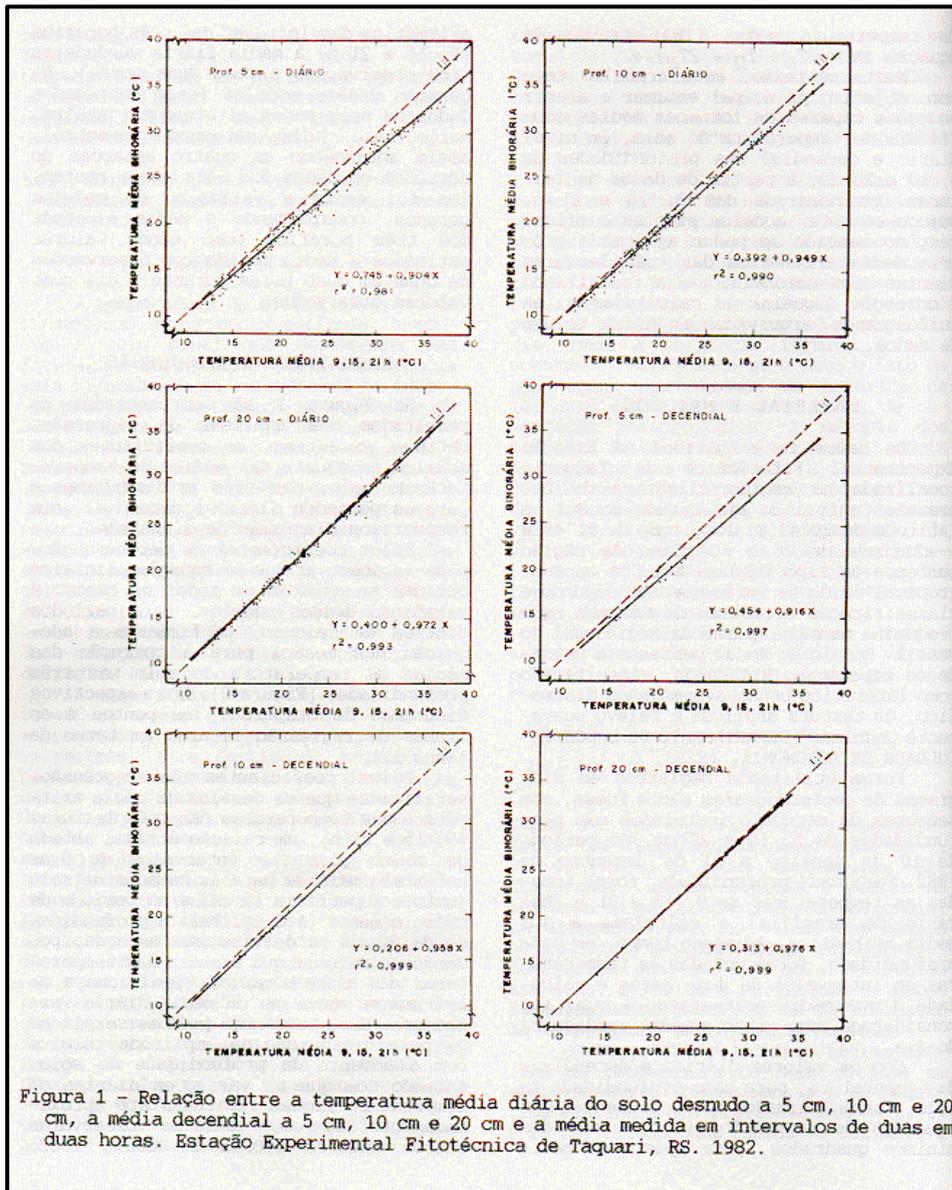
Os dados foram obtidos na Estação Experimental Fitotécnica de Taquari, localizada na região climática da Depressão Central do Rio Grande do Sul, à latitude de 29°48'S, longitude de 51°49'W e altitude de 76 m. O clima da região pertence ao tipo fundamental Cfa ou subtropical úmido de verão quente, segundo a classificação climática de Köeppen, que predomina na maior parte da Região Sul do Brasil. O solo do local pertence à unidade de mapeamento Rio Pardo, classificado como laterítico bruno-avermelhado distrófico, de textura argilosa e relevo suavemente ondulado (DEPARTAMENTO DE SOLOS/FACULDADE DE AGRONOMIA, 1979).

Foram utilizados registros em diagramas de geotermógrafos marca Fuess, com sensores de mercúrio instalados nas profundidades de 5, 10 e 20 cm, no período de 1º de janeiro a 31 de dezembro de 1982. Para cada profundidade foram tomadas as temperaturas as 9, 15 e 21 h (horário de Brasília) e calculada a sua média aritmética. Ao mesmo tempo, em cada profundidade, foram cotadas as temperaturas em intervalos de duas horas e calculada a sua média aritmética, a qual foi considerada como sendo a média verdadeira do dia.

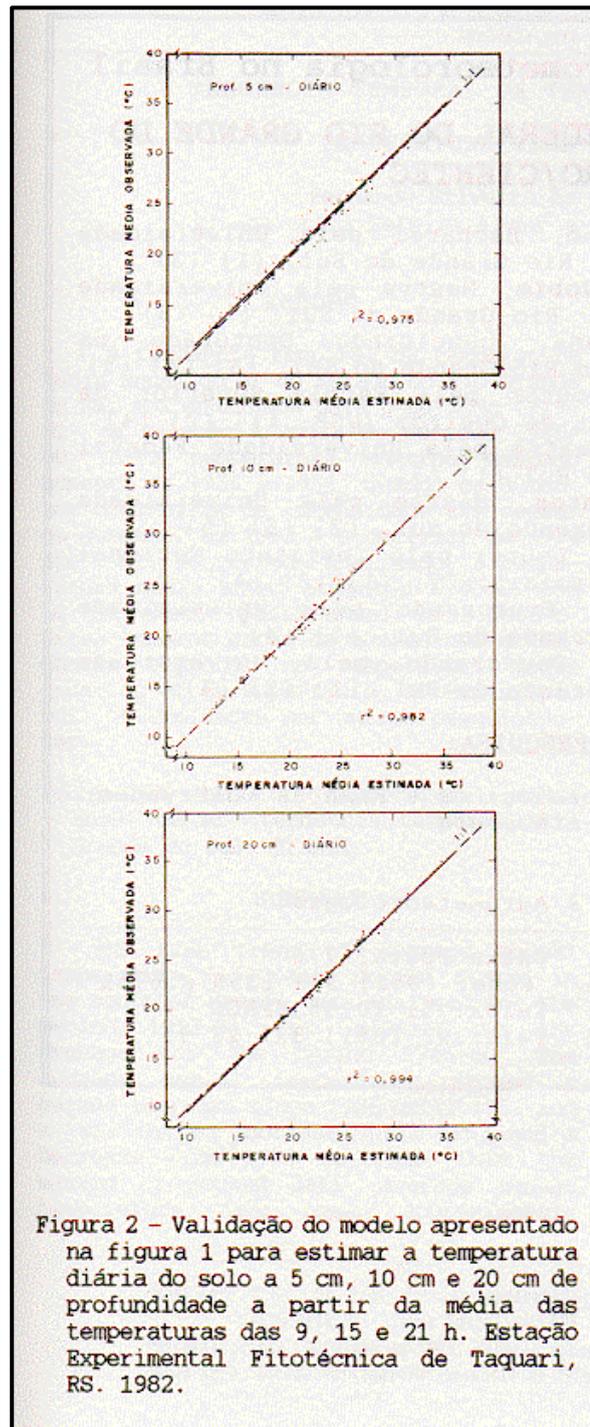
Com os valores diários e decendiais da temperatura, para cada profundidade do solo, foram estimados os coeficientes das equações de regressão, pelo método dos mínimos quadrados, para ajuste da média aritmética das leituras dos três horários (9, 15 e 21 h) à média diária verdadeira (com observações a cada duas horas). Na geração desses modelos foram empregados dados de seis meses alternados (janeiro, março, maio, julho, setembro e novembro), assim abrangendo as quatro estações do ano. Com os dados dos seis meses restantes foi feita a validação do modelos gerados, considerando a média ajustada dos três horários como sendo valores estimados e média obtida com observações de duas em duas horas durante o dia como valores observados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são apresentados os resultados das análises de regressão, obtidos ao estimar os coeficientes dos modelos de ajuste das médias de temperatura do solo, nas três profundidades e para os períodos diário e decendial, com respectivos diagramas de dispersão.



Pelos coeficientes de determinação, pode-se observar que as equações lineares obtidas se ajustam em todos os casos. A validação desses modelos, para períodos diários de cálculo, confirmaram a adequação dos mesmos para a correção das médias de temperatura do solo nas três profundidades (Figura 2). Nos respectivos diagramas de dispersão, os pontos e as linhas de regressão ficaram em torno da linha 1:1.



Pelos coeficientes de regressão, verifica-se que os desvios da média aritmética das temperaturas das três leituras (9, 15 e 21 h), em relação à média obtida de observações com intervalos de duas horas são maiores para as camadas de solo junto à superfície (5 cm) e no período de cálculo menor (1 dia). Para a profundidade de 20 cm os desvios são menores, podendo-se inferir que a média das temperaturas dos três horários tradicionais de

leitura se aproxima da média diária verdadeira. Essa tendência pode ser explicada pela diminuição da amplitude térmica com o aumento da profundidade do solo, fazendo com que as variações diárias da temperatura fiquem limitadas até aproximadamente 20 cm, conforme observaram outros autores (COSTA & GODOY, 1962; GOEDERT, 1971; MENDEZ & ASSIS, 1981).

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que;

- a. Modelos de regressão linear são adequados para estimar a temperatura média diária e decenal do solo a partir de leituras feitas às 9, 15 e 21 h;
- b. A necessidade de ajuste da média aritmética das temperaturas dos três horários diminui com o aumento da profundidade no perfil do solo e do período de cálculo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFONSI, R.R., PEDRO JR., M.J., VILLA NOVA, N.A. et al Estimativa da temperatura média do solo através de observações convencionais em posto meteorológico. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, II, 1981, Pelotas, RS. **Resumos ampliados...**, Pelotas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/UFPEL, 1981. 289 p., p. 240-242.
- COSTA, A.O.L. da & GODOY, H. Contribuição para o conhecimento do clima do solo de Ribeirão Preto, SP. **Bragantia**, Campinas, v. 21, p. 689-742, 1962.
- DEPARTAMENTO DE SOLOS/FACULDADE DE AGRO-NOMIA. **Levantamento semi-detalhado dos solos da Estação Experimental de Taquari, RS.** Porto Alegre: UFRGS, 1979. n.p. Mimeografado.
- GODOY, H. Cálculo da temperatura média diária do solo. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, IV, 1985, Londrina, PR. **Resumos...**, Londrina: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/IAPAR, 1985, 200 p., p.57.
- GOEDERT, C.O. Temperatura do planossolo Pelotas, RS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 6, p. 9-11, 1971.
- MENDEZ, M.E.G. & ASSIS, F.N. de. Comportamento térmico de um planossolo da unidade de mapeamento Pelotas. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, II, 1981, Pelotas, RS. **Resumos ampliados...**, Pelotas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/UFPEL, 1981. 289p., p.234-236.