

TEMPERATURA DO PLANOSSOLO EM PELOTAS, RIO GRANDE DO SUL¹

CLARA OLIVEIRA GOEDERT²

Sinopse

Neste trabalho é caracterizada a temperatura do planossolo em Pelotas, Rio Grande do Sul.

Os dados foram obtidos através de observações feitas em geotermômetros e geotermógrafos, nas profundidades de 2, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 80 e 100 cm.

São apresentados e discutidos dados de 10 anos de observações (1957 a 1966).

As temperaturas médias, máximas médias e mínimas médias horárias, decadais, mensais e anuais, por profundidades, são mostradas em quadros e figuras.

A análise dos dados permitiu evidenciar a distribuição da temperatura do planossolo e caracterizar a zona limítrofe das grandes oscilações térmicas.

INTRODUÇÃO

A temperatura do solo é de fundamental importância para a compreensão do complexo solo-planta.

Segundo vários pesquisadores (Chang 1958, Hagan 1952, Fitton & Brooks 1931, Smith *et al.* 1964), a temperatura do solo exerce influência marcante em várias funções dos vegetais, entre as quais podem-se citar a germinação das sementes, a atividade funcional das raízes, a velocidade e direção do crescimento, a ocorrência de doenças (vegetais), a absorção de nutrientes. Também no movimento e distribuição de água no solo e atividade dos microorganismos do solo há direta influência da temperatura. O plantio deve ser realizado quando o solo tenha adquirido a temperatura necessária à germinação e ao desenvolvimento vegetal (Costa & Godoy 1962).

Neste trabalho são apresentados vários dados de temperatura do solo, observados em dez profundidades na Estação Meteorológico-agrícola do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Sul (IPEAS), no município de Pelotas.

Dando início à publicação de uma série de dados meteorológicos existentes nessa Estação, inclui-se entre os objetivos deste trabalho a apresentação de dados que poderão servir a futuras pesquisas sobre a dinâmica da temperatura do solo, bem como para interpretar o comportamento das culturas na região.

Além destes objetivos gerais, visa-se demonstrar e analisar a variação anual e a distribuição mensal e horária da temperatura do planossolo, comparando com a variação da temperatura do ar a 1,50 m da superfície.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a obtenção dos valores de temperatura do solo, foram usados geotermômetros de mercúrio em vidro, de leitura direta, e geotermógrafos de mercúrio em tubo de aço, que são aparelhos de registros horários.

O solo foi classificado como Planossolo, estando coberto com grama batatais (*Paspalum notatum* Flügge) e apresenta as características gerais citadas no esquema abaixo.

É um planossolo típico e pelo Sistema Compreensivo Americano é classificado como Ultissolo (Goedert *et al.* 1969).

- A₁: 0 a 40 cm; bruno escuro (7,5 YR 4/2, úmido); franco arenoso; fraca, pequena, granular; transição difusa e plana.
- A₂: 40 a 85 cm; bruno (10 YR 5/3, úmido); areia; fraca, pequena, grandular; transição abrupta e ondulada.
- B_a: 85 a 120 cm; bruno-avermelhado escuro (5 YR 3/2, úmido) com mosqueado abundante médio proeminente bruno forte (7,5 YR 5/6, úmido) e vermelho (2,5 YR 4/6, úmido); argila; forte média prismática, transição gradual ondulada.
- C: sedimentos de formação cenozóica em decomposição.

¹ Recebido 30 out. 1969, aceito 15 dez. 1969.

Apresentado no XII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Curitiba, julho 1969.

² Eng.º Agrônomo, Chefe do Setor de Climatologia Agrícola do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Sul (IPEAS), Caixa Postal E, Pelotas, Rio Grande do Sul.

Os geotermômetros estão instalados nas profundidades de 2, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 80 e 100 cm e os geotermógrafos nas profundidades de 5, 20 e 50 cm.

As observações diretas foram realizadas às 9, 15 e 21 horas (hora legal).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados são apresentados em forma de Quadros e Figuras. As médias mensais e anual em dez profundidades foram obtidas de leituras diretas nos geotermômetros às 9, 15 e 21 horas diariamente. As médias horárias, diárias e mensais e as médias das má-

ximas e mínimas resultaram de geotermógrafos, nas profundidades de 5, 20 e 50 cm. A temperatura média do ar e da superfície são apresentadas para comparações com a temperatura do solo.

Varição anual de temperatura do solo

A temperatura do solo varia com a profundidade, com a hora do dia e com a estação do ano. Estas variações dependem do ambiente.

Apesar das grandes oscilações ocorridas durante os meses, a média anual da temperatura do solo é praticamente invariável com a profundidade (Quadro 1). As pequenas diferenças, segundo Chang (1958), podem ser causadas pelo fluxo de calor latente.

QUADRO 1. *Temperaturas médias mensal e anual do planossolo (°C), em pelotas, Rio Grande do Sul, em diversas profundidades (período 1957 a 1966)*

Profundidade, (m)	Temperaturas médias (°C)												
	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
Superfície	25,9	25,3	23,5	20,4	16,9	14,3	14,1	14,4	16,2	19,6	21,8	23,9	19,8
0,02	25,6	25,6	23,5	20,2	16,9	14,3	13,9	14,2	16,1	19,4	21,7	24,1	19,6
0,05	25,8	25,2	23,5	20,3	17,0	14,3	13,9	14,2	16,1	19,3	21,6	24,1	19,6
0,10	25,6	25,2	23,4	20,4	17,2	14,5	14,0	14,2	16,1	19,2	21,0	23,9	19,6
0,15	25,5	25,1	23,5	20,5	17,2	14,6	14,1	14,3	16,0	19,1	21,4	23,9	19,6
0,20	25,5	25,1	23,5	20,6	17,4	14,8	14,3	14,4	16,1	19,1	21,4	23,7	19,6
0,30	25,0	24,8	23,5	20,8	17,6	15,1	14,4	14,5	16,1	19,0	21,0	23,2	19,6
0,40	24,9	24,8	23,5	20,8	17,9	15,5	14,6	14,7	16,0	18,9	21,1	23,3	19,6
0,50	24,6	24,6	23,5	21,1	18,1	15,6	14,8	14,7	15,9	18,7	20,8	23,0	19,6
0,80	24,3	24,5	23,0	21,5	18,8	16,2	15,3	15,0	15,9	18,5	20,5	22,7	19,7
1,00	24,0	24,4	23,5	21,7	19,3	16,7	15,6	15,3	16,3	18,5	20,4	22,4	19,8
Média Mensal	25,1	24,9	23,5	20,8	17,7	15,1	14,5	14,6	16,1	19,0	21,2	23,4	19,6
Temperatura Ar	24,3	23,7	22,2	19,0	16,0	13,8	13,5	13,9	15,6	18,6	20,6	22,7	18,7

No Quadro 1 observa-se que a média anual da temperatura do solo é maior que a da temperatura do ar. Segundo Fitton e Brooks (1931), tal fato é explicado pela circunstância de que, durante o dia, principalmente no verão, o solo é aquecido, apresentando temperaturas mais altas do que o ar.

Não se considerando pequenas variações (até 1,0°C), podemos tomar a média do mês de outubro

como sendo igual à média anual. Pela Fig. 1 nota-se que a distribuição vertical da temperatura do planossolo apresenta fases bem definidas, com pontos marcantes de transição; no período de abril a agosto a temperatura aumenta com a profundidade do solo, e no período de outubro a fevereiro, a temperatura diminui com a profundidade. Entre esses dois períodos, os meses de março e setembro apresentam uma

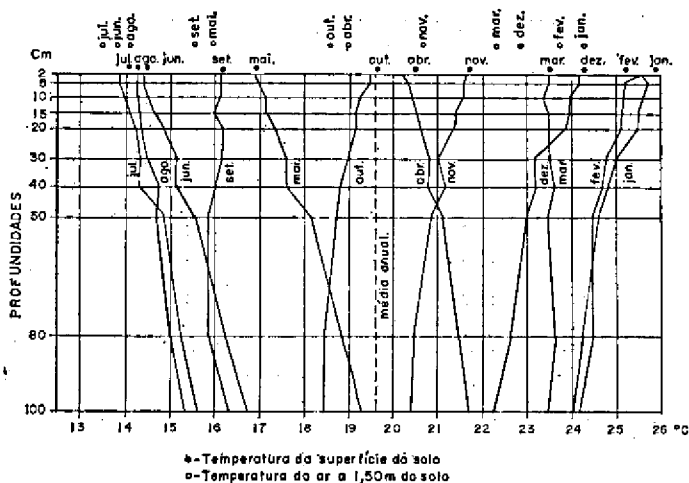


FIG. 1. Temperaturas médias mensais do solo a várias profundidades. Período 1957/1966. Pelotas, RS.

distribuição vertical de temperatura, praticamente invariável para tôdas as profundidades. Os dados mostram que nesses dois meses, virtualmente, não há ganho ou perda de calor pelo solo.

Varição mensal da temperatura do solo

Na Fig. 2 é apresentado o curso anual das médias mensais da temperatura do solo, nas profundidades de 5, 20 e 50 cm. Incluíram-se na Fig. 2, além da temperatura média, as temperaturas máximas e mínimas médias. Pela observação das curvas nas três profundidades, nota-se que, nos meses de janeiro e fevereiro, a temperatura mantém-se elevada e com pouca variação, baixando rapidamente até junho, julho e agosto, período em que permanece estável. Após, ascende mais ou menos verticalmente.

Nas profundidades de 5 e 20 cm, as médias das temperaturas máximas e mínimas distanciam-se da média, com amplitudes maiores nos meses de janeiro, fevereiro, junho, julho e agosto. No outono, as três médias se aproximam mais entre si do que na primavera. Na profundidade de 50 cm, os valores das três médias se igualam, havendo uma diferença muito pequena nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro.

No planossolo de Pelotas o mês mais quente é janeiro e o mais frio, julho. As diferenças entre as médias desses dois meses varia de 11,7°C a 2 cm até 8,4°C a 100 cm, sendo mais elevadas nos horizontes, superficiais, diminuindo gradativamente (Quadro 1).

No Quadro 2 são apresentadas as temperaturas nas diversas profundidades em três horários de observações diárias. Aos 40 cm a temperatura prática-

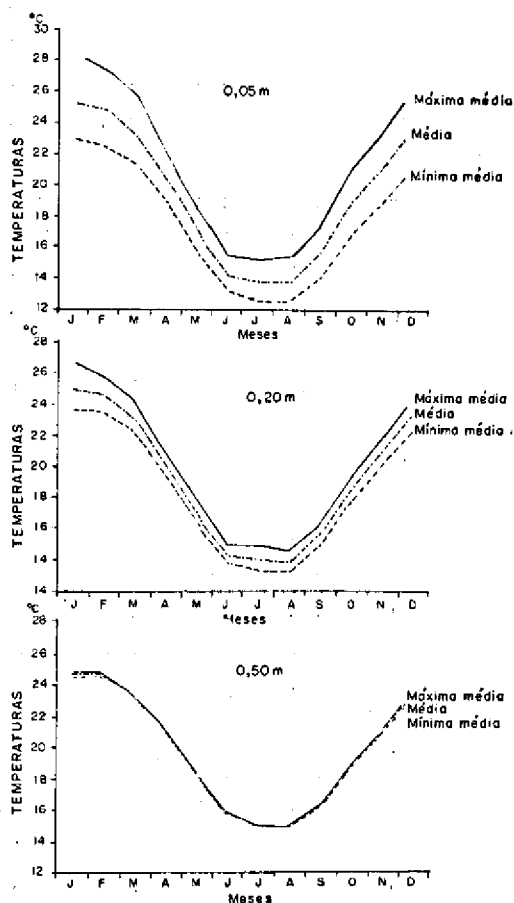


FIG. 2. Temperaturas média, máxima média e mínima média do planossolo nas profundidades de 0,05, 0,20 e 0,50 m. Período 1957/1966. Pelotas, RS.

QUADRO 2. *Temperaturas médias mensais do solo (°C), observadas às 9, 15 e 21 horas, em várias profundidades (período 1957 a 1966)*

Mês	Horas	Profundidades (cm)									
		2	5	10	15	20	30	40	50	80	100
Janeiro	9	24,1	24,0	23,7	23,8	24,0	24,4	24,7	24,6	24,0	23,9
	15	28,4	27,9	26,7	26,1	26,3	24,9	25,1	24,5	24,1	23,9
	21	25,4	25,2	25,8	26,0	25,9	25,4	25,0	24,7	24,1	23,9
Fevereiro	9	23,7	23,3	23,4	23,6	23,9	24,4	24,6	24,6	24,5	24,3
	15	27,9	27,1	26,2	25,7	25,3	24,6	24,6	24,5	24,5	24,3
	21	24,9	25,3	25,5	25,4	25,5	25,0	24,8	24,5	24,5	24,3
Março	9	21,6	21,8	22,3	22,2	22,6	23,1	23,7	23,4	23,5	23,4
	15	25,7	25,5	24,4	24,3	23,8	23,3	23,6	23,4	23,5	23,4
	21	23,0	23,4	23,7	23,9	23,9	23,7	23,8	23,4	23,5	23,4
Abril	9	18,8	19,0	19,0	19,5	19,8	20,5	20,8	21,2	21,5	21,7
	15	22,3	21,7	21,3	20,9	20,7	20,6	20,8	21,0	21,5	21,7
	21	19,9	20,5	20,8	20,9	20,9	20,9	20,9	21,0	21,5	21,9
Maio	9	15,3	15,8	15,8	16,3	16,9	17,3	17,9	18,1	18,7	19,2
	15	18,8	18,3	17,8	17,5	17,6	17,5	17,8	18,0	18,7	19,2
	21	16,6	17,2	17,2	17,5	17,8	17,7	18,0	18,0	18,8	19,2
Junho	9	13,0	13,3	13,5	13,8	14,2	14,8	15,4	15,6	15,8	16,0
	15	15,9	15,5	15,0	14,8	14,8	14,9	15,4	15,5	16,1	16,0
	21	14,1	14,4	14,6	14,8	15,0	15,1	15,4	15,5	16,1	16,6
Julho	9	12,7	12,9	13,2	13,3	13,7	14,2	14,6	14,8	15,3	15,6
	15	15,4	15,1	14,5	14,3	14,3	14,3	14,6	14,8	15,3	15,6
	21	13,7	14,1	14,1	14,4	15,2	14,5	14,6	14,8	15,3	15,6
Agosto	9	12,7	12,9	13,0	13,3	13,7	14,3	14,5	14,7	15,0	15,3
	15	15,8	15,4	14,9	14,6	14,4	14,7	14,5	14,7	15,0	15,3
	21	14,0	14,2	14,5	14,6	14,7	15,0	14,7	14,7	15,0	15,3
Setembro	9	14,6	14,7	14,7	14,8	15,3	15,6	16,0	15,9	15,9	16,3
	15	17,8	17,3	16,8	16,4	16,1	15,8	16,0	15,9	15,9	16,3
	21	15,8	16,1	16,2	16,3	16,3	16,1	16,2	15,9	15,9	16,3
Outubro	9	18,1	17,7	17,8	17,7	18,1	18,5	18,6	18,0	18,4	18,5
	15	21,3	21,2	20,1	18,9	19,3	18,8	18,7	18,6	18,4	18,5
	21	18,9	19,1	19,3	19,1	19,3	19,1	18,9	18,6	18,4	18,5
Novembro	9	20,3	20,2	20,0	20,3	20,3	20,5	20,8	20,7	20,4	20,3
	15	23,8	23,4	22,3	21,3	21,6	20,9	20,9	20,6	20,4	20,3
	21	21,3	21,5	21,7	21,6	21,7	21,3	21,1	20,6	20,4	20,3
Dezembro	9	22,3	22,3	22,2	21,5	22,5	22,8	23,0	23,0	22,6	22,3
	15	26,4	26,1	24,9	23,9	24,0	23,3	23,1	23,0	22,7	22,3
	21	23,7	23,9	24,1	23,7	24,2	23,7	23,3	23,0	22,6	22,3

mente se estabiliza, demonstrando o limite das oscilações térmicas. Na superfície, as variações da temperatura são amplas, oscilando de mês para mês; entretanto, após a faixa dos 40 cm, há uma tendência de estabilização em um só valor dentro do mês, que certamente com o aumento da profundidade resultará em um valor comum para todos os meses. Contudo, as observações limitaram-se aos 100 cm, onde ainda existem pequenas variações entre os meses. Costa e Godoy (1962) mostraram que, para o solo terra-roxa legítima, o horizonte geotérmico de transição situa-se aos 20 cm, localizando-se portanto mais superficialmente do que no planossolo.

Varição diária da temperatura do solo

Na Fig. 3 são apresentados os tautócronos da temperatura média mensal, observada às 9 e às 15 horas, nas profundidades de 2 a 100 cm.

No período da manhã a temperatura da superfície é menor do que na camada mais profunda, isto é, a temperatura aumenta com o aumento da profundidade em todos os meses do ano, com exceção de novembro, dezembro e janeiro. Nestes meses, as médias das observações às 9 horas demonstraram, que as temperaturas diminuem até uma certa profundidade (10 a 15 cm), aumentando após até os 40 cm, para lentamente diminuírem até 100 cm.

No período da tarde, as observações às 15 horas mostram que ocorre o inverso da manhã: as temperaturas diminuem com o aumento da profundidade. Nos meses de maio e junho a temperatura diminui até 20 cm, aumentando então progressivamente até 100 cm.

Pela Fig. 3 é também caracterizada a zona limítrofe das grandes oscilações aos 40 cm de profundidade. A camada geotérmica de transição coincide com o limite do horizonte A₁ para A₂.

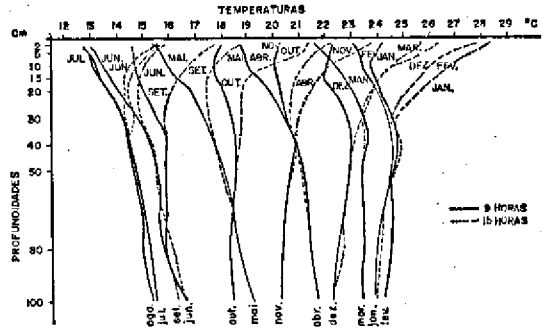


FIG. 3. Tautócronos das temperaturas médias mensais do solo observadas às 9 hs. e 15 hs. Período 1957/1966. Pelotas, RS.

QUADRO 3. Dados climáticos médios da sede do IPEAS, Pelotas (período 1951 a 1968)

Meses	Radiação solar (cal/cm ² /dia)	Insolação		Temperatura do ar (°C)				Temp. na relva (°C)		Precipitação		Vento Vel. média (m/s)	
		Total (horas)	Relat. (%)	Média	Maior máx.	Menor mín.	Média máx.	Média mín.	Menor mín.	Média mín.	Total (mm)		N.º dias
Janeiro	518	249	58	23,8	30,4	9,6	28,5	18,3	5,4	15,8	108	10	3,5
Fevereiro	450	219	55	23,2	38,2	8,4	27,8	17,6	3,1	15,5	93	9	3,2
Março	376	213	62	22,0	36,4	4,2	27,0	16,7	4,1	14,5	122	11	2,9
Abril	303	180	53	18,3	35,7	1,3	23,2	13,0	-4,3	10,6	86	10	2,6
Mai	235	188	57	15,6	32,8	0,0	21,0	10,7	-3,2	7,7	69	8	2,5
Junho	184	152	51	13,5	30,0	-3,8	18,0	8,3	-8,3	5,6	97	10	2,6
Julho	196	154	49	13,0	28,8	-2,7	17,4	8,2	-7,5	6,6	109	10	2,7
Agosto	243	167	50	13,9	36,4	-1,8	19,1	8,9	-8,8	6,7	129	10	3,2
Setembro	286	142	40	15,4	34,3	1,1	19,1	11,0	-5,9	9,2	148	12	3,7
Outubro	380	204	51	18,0	32,8	2,3	21,7	13,4	-1,0	11,6	115	10	3,9
Novembro	483	244	60	20,2	38,5	5,0	24,1	14,7	1,1	12,8	79	8	3,7
Dezembro	517	278	63	22,3	39,7	7,5	26,9	16,6	2,8	14,8	76	9	3,8
Ano	339	2390	54	18,3	39,7	-3,8	22,8	13,1	-8,8	10,9	1232	117	3,2

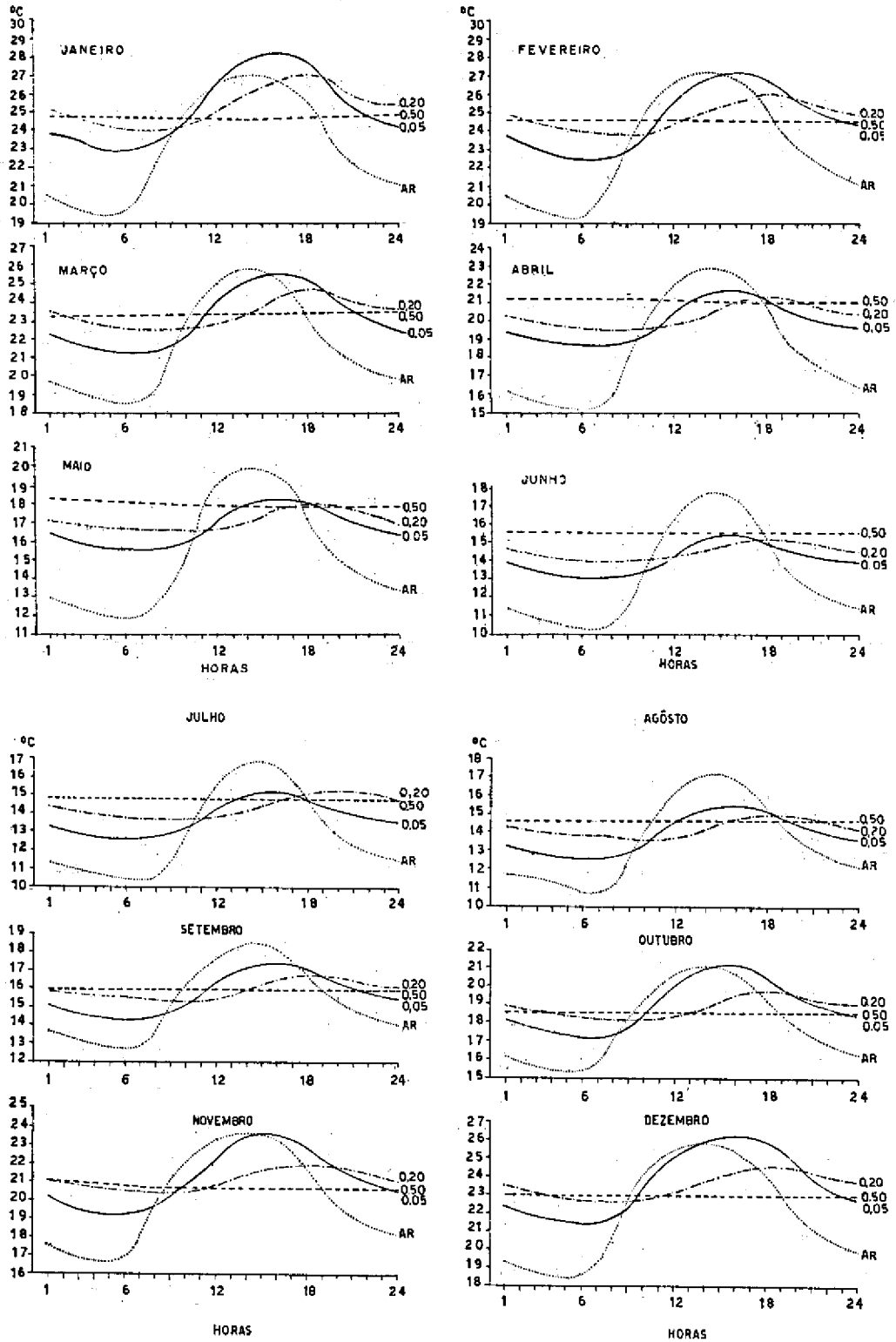


FIG. 4. Temperatura média horária do planossolo nas profundidades de 0,05, 0,20 e 0,50 m. Período 1957/1956. Pelotas, RS.

Varição horária da temperatura do solo

Na Fig. 4 é mostrada a variação horária da temperatura nos planossolos em três profundidades, 5, 20 e 50 cm, bem como a temperatura do ar. Esses dados foram obtidos através de registros horários, no período de 1957 a 1966.

A variação horária da temperatura do solo, de acordo com as estações do ano, demonstra que no verão e no inverno ocorrem, respectivamente as maiores e menores amplitudes.

O curso diário da temperatura, a 5 cm, nos meses de verão, Fig. 4, apresenta máxima às 16 horas e mínima às 6 horas da manhã. Comparando-se com a temperatura do ar, observa-se que, durante as 24 horas, a temperatura a 5 cm de profundidade é sempre superior à do ar, com exceção do período diurno de 9 às 15 horas.

Em todas as profundidades, durante o ano, a temperatura do solo no período noturno é sempre mais alta do que a do ar. Explica-se isto pelo fato de ser a terra um reservatório com grande capacidade calorífica; durante o dia, ela é aquecida pela radiação solar e à noite seu resfriamento é muito lento, não permitindo ocorrência de baixas temperaturas. No ar, verifica-se o contrário, visto que é mais facilmente aquecido e rapidamente esfriado.

A temperatura máxima diária do ar, no verão, ocorre às 14 horas, e a 5 cm de profundidade, a máxima, nessa estação do ano, verifica-se às 16 horas, com um atraso de 2 horas em relação à temperatura do ar. Com as mínimas ocorre o mesmo, isto é, no ar a mínima no verão verifica-se às 5 horas e a 5 cm, às 6 horas.

No verão, o curso diário da temperatura do solo na camada dos 20 cm de profundidade, difere bastante da a 5 cm; a amplitude é menor e a máxima e mínima ocorrem com duas horas de atraso, sendo que a máxima ocorre às 18 horas e a mínima às 9 horas da manhã.

Na profundidade de 50 cm, a temperatura do solo se mantém a mesma no decorrer do dia. Sua elevação ou decréscimo está na dependência direta das estações do ano.

No último mês de verão, fevereiro, observa-se que a temperatura máxima do ar e do solo são iguais, embora ocorrendo em horas diferentes.

Nos meses de outono, as temperaturas diminuem nas camadas de 5 a 20 cm, aproximando-se da temperatura aos 50 cm.

Nos meses de inverno, as oscilações diárias de temperatura são pequenas nas três profundidades. Na primavera, a temperatura aumenta lentamente

no princípio da estação, para no final apresentar a temperatura máxima aos 50 cm, superior à temperatura do ar.

As variações da temperatura diária do solo estão relacionadas com a radiação solar, nebulosidade, tipo de nuvens, tipo de cobertura do solo, umidade do ar e do solo.

As variações estacionais, segundo Smith *et al.* (1964), são devidas aos mesmos fatores que influem nas oscilações diárias, principalmente a latitude.

CONCLUSÕES

As considerações feitas em torno da distribuição e oscilações da temperatura no planossolo permitiram formular as seguintes conclusões:

- a) a variação da temperatura do solo é uma decorrência do efeito dos elementos do clima;
- b) embora ocorram grandes oscilações durante os meses, a média anual da temperatura do planossolo em Pelotas é praticamente invariável nas diversas profundidades pesquisadas;
- c) a média anual da temperatura do solo nas profundidades consideradas (19,6°C) é maior que a média anual da temperatura do ar a 1,50 m acima do solo (18,7°C);
- d) na distribuição vertical da temperatura do solo, são caracterizadas duas fases: uma no período de abril e agosto em que a temperatura aumenta com a profundidade e outra no período de outubro a fevereiro em que a temperatura diminui;
- e) entre os períodos caracterizados acima, situam-se os meses de março e setembro com temperaturas invariáveis em todas as profundidades, marcando a transição entre um período e outro;
- f) no planossolo de Pelotas o mês mais quente é janeiro e o mais frio, julho;
- g) a temperatura máxima média verifica-se no mês de janeiro nas profundidades de 5 a 20 cm e em janeiro e fevereiro a 50 cm;
- h) a temperatura mínima média ocorre nos meses de julho e agosto nas três profundidades acima citadas;
- i) as maiores oscilações da temperatura verificam-se nas camadas superficiais, e a partir dos 40 cm a temperatura praticamente se estabiliza; considerou-se, assim, que nessa profundidade se situa o horizonte geotérmico de transição;
- j) durante o ano, a temperatura do solo no período noturno, em todas as profundidades, é mais alta do que a temperatura do ar;

k) na marcha diária da temperatura do solo nas profundidades de 5 a 20 cm, a máxima e a mínima verificam-se em geral com duas horas de atraso com referência à temperatura do ar;

l) na profundidade de 50 cm, a temperatura do solo se mantém a mesma durante o dia; sua elevação ou decréscimo está na dependência direta das estações do ano.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece ao Dr. Fernando Silveira da Mota pela orientação técnica recebida no preparo deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Chang, Jen-Hu 1958. Ground temperature. Vol. 1. Harvard University, Milton 86, Massachusetts.
- Costa, A.O.L. da & Godoy, H. 1962. Contribuição para o conhecimento do clima do solo de Ribeirão Preto. *Bragantia* 21 (2.ª parte).
- Fitton, E.M. & Brooks, C.F. 1931. Soil temperature in the U.S.A. *Monthly Weather Review* 59:8-16.
- Goedert, W.J., Patella, J.F. & Moraes, J.F.V. 1969. Formas de fósforo no solo e sua disponibilidade para a cultura do arroz irrigado. XII Congr. Ciênc. Solo, Curitiba.
- Hagan, R.M. 1952. Temperature and growth processes. In Shaw, B.T. (ed.), *Soil, physical conditions and plant growth*. Academic Press, New York.
- Smith, G.D., Newhall, F., Robinson, L.H., & Swanson, D. 1964. Soil temperature regimes, their characteristics and predictability. U. S. Dep. Agriculture, Washington.

PLANOSOL TEMPERATURE IN PELOTAS, RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

Abstract

The characterization of the planosol temperature in Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil, is presented.

These data were obtained through observations on geothermometers and geothermographs at 2, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 80 and 100 cm of depth. Data of ten years (1957-66) observations are presented and discussed.

Hourly, decennial, monthly and yearly temperature averages, minima and maxima ones, per depth are shown on tables and figures.

Analysis of these data showed the planosol thermal distribution and characterized the limitrophe zone with large thermal oscillations.