



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
DEPARTAMENTO DE SOLOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO



## Seminário: Temperatura do Solo

Santa Maria, 08 de dezembro de 2011

### INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA SOBRE OS PROCESSOS QUE OCORREM NO SOLO

A temperatura do solo influi em vários processos que ocorrem no solo:

- Germinação de sementes
- Crescimento do sistema radicular
- Absorção de água e nutrientes
- Decomposição da matéria orgânica.

### PROPRIEDADES TÉRMICAS DO SOLO

- Calor específico;
- Capacidade térmica ou calorífica;
- Capacidade térmica por unidade de volume;
- Condutividade térmica;
- Difusividade térmica.

### CALOR ESPECÍFICO ( $C_p$ )

- “É a quantidade de energia ( $Q$ ) necessária para elevar a temperatura da unidade de massa do solo em  $1^\circ\text{C}$ .”

$$C_p = Q/m \cdot \rho T$$

- Quanto maior o valor do calor específico ( $C_p$ ) maior a quantidade de energia necessária para aquecer a substância.

- Calor específico ( $C_p$ ) depende da textura, estrutura e umidade do solo

TABELA 1. Densidade ( $\rho$ ), calor específico ( $C_p$ ) e capacidade térmica volumétrica ( $C_v$ ) de diferentes materiais.

material	$\rho$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	$C_p$ ( $\text{cal}/\text{g}^\circ\text{C}$ )	$C_v$ ( $\text{cal}/\text{cm}^3^\circ\text{C}$ )
Quartzo	2,65	0,175	0,4637
Água	1,00	1,000	1,00
Ar	0,00129	0,240	0,000309
Solos minerais (seco)	2,65	0,18 – 0,20	0,477 – 0,53
Solos orgânicos (seco)	1,30	0,46	0,598

### CAPACIDADE TÉRMICA ou CALORÍFICA ( $C$ )

- Quantidade de calor necessário para variar a sua temperatura. É igual ao calor específico do solo multiplicado pela massa.
- $C = m \cdot C_p$
- $C = m \cdot Q / m \cdot \rho T$
- $C = Q / \rho T$  ( $\text{cal}/^\circ\text{C}$ )

### CAPACIDADE TÉRMICA POR UNIDADE DE VOLUME (Cv)

- É a quantidade de energia necessária para elevar a temperatura de 1 cm<sup>3</sup> de solo em 1°.
- $C_v = C/V$  (cal/cm<sup>3</sup>.°C)
- $C_v = m \cdot C_p/V$
- $C_v = \rho \cdot C_p$

### CONDUTIVIDADE TÉRMICA DO SOLO (K)

- É uma medida da capacidade do solo em transmitir energia.

$$G = -K \rho T / \rho z$$

- A constante de proporcionalidade K é chamada de condutividade térmica e representa a velocidade na qual a energia passa através de uma camada do solo quando existe um gradiente de 1 °C/cm.

- $K_{\text{minerais}} > K_{\text{água}} > K_{\text{matéria orgânica}}$
- Quanto maior a condutividade térmica menor será a variação de temperatura da superfície e maior será o armazenamento de calor.
- A condutividade térmica do solo depende da textura, da porosidade e da umidade.

- **Condutividade Térmica:** É um processo de transferência de energia no qual a energia é transferida de molécula para molécula, sem que haja deslocamento das moléculas de sua posição original. Por esta razão, normalmente os corpos mais densos apresentam mais facilidade para conduzir a energia.

Diminui a  
Capacidade  
Conduzir



metais (bom condutor)  
minerais  
água  
Solo seco  
Ar (mal condutor)

- Portanto, quando o solo é umedecido ocorre uma melhora na sua capacidade de conduzir energia pois, substitui-se o ar (quase um isolante) pela água, que conduz melhor a energia.

### DIFUSIVIDADE TÉRMICA (D)

- Parâmetro que relaciona a capacidade de condução e armazenamento de energia, isto é, o índice de facilidade com que é modificada a temperatura do solo.
- $D = K/C_v$  cal/cm.s.°C . Cm<sup>3</sup> °C/cal = cm<sup>2</sup>/s

- Difusividade térmica aumenta com o aumento do conteúdo de umidade atingindo um máximo e depois diminui (porque Cv aumenta mais do que K);
- Em solos com mais matéria orgânica a D é menor;
- A compactação aumenta a difusividade térmica do solo porque aumenta a K (partículas mais próximas).



### Termopares

- Termopar é um tipo de sensor de temperatura muito simples, robusto, barato e de fácil utilização. O dispositivo gera eletricidade a partir de diferenças de temperatura.
- Dois fios condutores de eletricidade, por exemplo, o cobre e uma liga de cobre-níquel chamada constata, quando unidos em uma de suas extremidades, geram uma tensão elétrica, que pode ser medida na outra extremidade, se existir diferença de temperatura entre elas.



TABELA 2. Temperatura (°C) do solo com três coberturas às 15:00 h, em Jaboticabal (SP).

Profundidade (cm)	Cobertura vegetal	Cobertura morta	Solo sem cobertura
2	34,5	34,3	44,5
5	31,8	33,0	41,7
10	30,2	32,5	39,7
20	28,6	29,6	34,6
30	27,9	28,3	29,6
50	27,9	28,3	29,6

(www.ufpel.edu.br/faem/agrometeorologia)



