

Obtenção rápida e precisa da umidade de murchamento nos solos do Estado de São Paulo, por meio da umidade equivalente

WASHINGTON DE JORGE

e

MAURO DE TOLEDO PIZA

Seção de Agrogeologia — Instituto Agronômico

INTRODUÇÃO

No que concerne ao sistema água-solo-planta, nenhum dado é mais importante e de maior significação do que a **umidade de murchamento**.

A umidade de murchamento (5), é a percentagem de umidade que o solo ainda conserva quando ocorre e se mantém o murchamento da planta. Esta constante se denomina também água inativa ou água morta (7). Entre os autores estrangeiros encontramos as denominações, água de marchitamiento (9), coeficiente de marchitamiento ou água inerte (1), wilting point ou wilting percentage (2), wilting coefficient (5), unfree ou inactive moisture (3), e ainda, totes Wasser (13), para representar essa mesma percentagem de umidade.

O papel importante que a umidade de murchamento desempenha na Fisiologia Vegetal, nas práticas de irrigação e drenagem e na Física do solo em geral, justifica o trabalho de muitos estudiosos que se têm empenhado em achar um método rápido para avaliá-la, visto ser a sua determinação direta, trabalhosa e demorada.

BRIGGS e SHANTZ (5), fizeram estudos detalhados com este objetivo, mas as suas conclusões não se aplicam aos solos do Estado de São Paulo. CAMARGO e VAGELER (7), dão para a constante U.mu. (umidade de murchamento), o valor 2 Hy, onde Hy é a higroscopicidade segundo MITSCHERLICH (10). Este cálculo, sobre não ser rápido é duvidoso, como mostrou PAIVA NETTO (11). Recentemente, FRANCO e MENDES (8), fizeram a mesma observação.

No quadro I comparamos a U.mu., com o valor de 2 Hy, em alguns grandes tipos de solo do Estado de São Paulo. As determinações diretas da U.mu. cujos dados transcrevemos aqui, foram obtidos por FRANCO e MENDES (8), na Seção de Fisiologia Vegetal do Instituto Agronômico de Campinas. Por estes dados vemos que 2 Hy é um valor muito alto para estimar U.mu.

QUADRO I

Amostra	Tipo de solo	U.mu.% em TFSA	2 Hy % em TFSA
1692 T.	Arqueano	12,4	14,4
1693 T.	Arqueano	13,9	16,6
1694 T.	Terra roxa leg.	18,0	30,4
1695 T.	Terra roxa leg.	16,9	29,8
Faz. M. Dentro 1	Arqueano	13,0	11,6
Faz. M. Dentro 2	Arqueano	9,4	6,4
Faz. M. Dentro 3	Arqueano	15,5	17,6
Perfil 499 a	Terra roxa leg.	15,0	24,4
Perfil 500 a	Terra roxa leg.	15,4	25,4
Perfil 501 a	Terra roxa leg.	12,1	18,0

BOUYOUCOS (4), usou o método do dilatômetro para obter indiretamente a umidade de murchamento. Na Seção de Agrogeologia (12), do Instituto Agronômico de Campinas, a umidade de murchamento é calculada por intermédio da umi-

dade equivalente (símbolo U.Eq.), segundo a relação, U.mu. = 0,68. U. Eq..

ALTERAÇÃO NO PROCESSO DE DETERMINAÇÃO DA U.Eq.

Neste trabalho pretendemos mostrar que a obtenção da constante U.mu., por meio da unidade equivalente, pode ser feito rapidamente (em menos de 80 minutos), desde que se possa avaliar, com rapidez, a umidade higroscópica (símbolo w) do solo utilizando para isso, por exemplo, o aparelho que se conhece no comércio, por "**Speedy Moisture Tester**". Este aparelho fornece o valor de w em menos de cinco minutos e, os resultados assim obtidos, podem ser comparados no quadro II com os que se acham utilizando a estufa (faixa térmica 105-110°C). Neste quadro vemos que os dois métodos concordam satisfatoriamente. Os tipos de solo utilizados para a comparação dos dados, foram os mais diversos possíveis.

QUADRO II

Amostra	Tipo de solo	W% em T. F. S. A.	
		"Speedy"	Estufa
400 a	Terra roxa leg.	5,8	5,7
400 b	Terra roxa leg.	3,5	3,7
120 a	Arenito Bauru	0,6	0,6
120 b	Arenito Bauru	1,3	1,2
431 a	Arqueano	1,5	1,7
431 b	Arqueano	1,3	1,2
431 c	Arqueano	1,6	1,4
436 a	Glacial	0,8	0,9
436 b	Glacial	1,0	0,9
436 c	Glacial	1,0	0,9

Feita esta observação, vamos mostrar que o processo de determinação da umidade equivalente preconizado pela Seção de Agrogeologia (12), pode ser modificado em detalhes não essenciais, que o tornam muito mais rápido e bem menos trabalhoso.

O processo de determinação da U.Eq., a que nos referimos acima, é o seguinte (11) :

- 1 — Tomámos dois gramas de T F S A;
- 2 — êstes dois gramas vão a um cadinho perfurado (de Gooch) formando um pequeno tronco de cone invertido, com aproximadamente 1 cm. de altura;
- 3 — saturamos a terra por capilaridade até espelhar a superfície;
- 4 — Deixamo-la 30 minutos em câmara úmida para perder o excesso de água;
- 5 — centrifugámo-la a 1000 gravidades durante 30 minutos;
- 6 — pesámo-la;
- 7 — levámo-la à estufa para obter T F S E;
- 8 — pesámo-la;
- 9 — obtida a diferença d, entre as duas pesagens, temos :
U.Eq.% em péso de T F S A = 50 d.

T F S A significa terra fina sêca ao ar, e T F S E terra fina sêca em estufa, (faixa térmica 105-110°C), até constância de péso.

O processo que agora propomos, dispensa os itens 7, 8 e 9 citados acima. Para isto, subentende-se que, durante os itens 4 e 5 se utilize o tempo para fazer a determinação rápida do w, utilizando v.g. o "Speedy Moisture Tester".

CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

Seja p o número de gramas de T F S E existente em dois gramas de T F S A. Teremos :

$$2g \text{ de T F S A} = p + \frac{w}{50}$$

Chamemos a o peso de água em gramas, retido aa 1000 gravidades, pelos p gramas de T F S E, (veja o item 5); vem:

$$50 a = \text{U.Eq.}\% \text{ em peso de T S F A.}$$

Interessa calcular $50 a$, desprezando os itens 7, 8 e 9. Como o w já foi obtido, durante os itens 4 e 5 podemos dizer que, chegando ao item 6, obteremos um peso P que vale:

$$P = t + \left(p + \frac{w}{50}\right) + \left(a - \frac{w}{50}\right),$$

onde t é a tara do cadinho de Gooch e $\left(p + \frac{w}{50}\right)$ são os dois

gramas de T F S A, logo, $P = t + 2 + \left(a - \frac{w}{50}\right)$.

Desta equação tiramos:

$$50 a = \text{U.Eq.}\% \text{ em peso de T F S A} = 50 [P - (t + 2)] + w.$$

DADOS EXPERIMENTAIS

Com o artifício citado obtemos a U.Eq. em menos de 80 minutos. No quadro III comparamos os dados de U.Eq. obtidos pelos dois métodos. As pequenas diferenças obtidas, atribuímos em parte, ao fato de não levarmos em conta o peso do papel de filtro, que deve forrar o cadinho de Gooch, quando da determinação da U.Eq.

QUADRO III

Amostra	Tipo de solo	U.Eq.% em T F S A	
		X	Y
400 a	Terra roxa leg.	29,4	29,2
400 b	Terra roxa leg.	28,1	28,4
120 a	Arenito Bauru	7,0	6,7
120 b	Arenito Bauru	14,1	14,3
431 a	Arqueano	24,7	24,9
431 b	Arqueano	24,3	24,8
431 c	Arqueano	22,5	22,7
436 a	Glacial	15,8	15,6
436 b	Glacial	18,5	18,7
436 c	Glacial	18,5	18,6

X — Dados obtidos em 80 minutos, pelo processo descrito neste trabalho.

Y — Dados obtidos segundo o processo citado (11), e aqui reproduzido; este processo demora 6 horas no mínimo.

UMIDADE DE MURCHAMENTO

No quadro 4, damos a umidade de murchamento de cinco, dos dez grandes tipos de solo do Estado de São Paulo (12). Estes dados foram obtidos diretamente por FRANCO e MENDES (8), que trabalharam usando como planta indicadora, o feijoeiro *Phaseolus vulgaris*, L. var. *scotia*. Neste mesmo quadro, damos também o valor da umidade equivalente.

O coeficiente de correlação obtido entre as duas coleções de dados foi 0,998 e a equação de regressão foi, U.Eq. = 1,52 U.mu. — 0,44 ou U.mu.% = 0,66 U. Eq.% + 0,29.

Na última coluna, aparece a U.mu. calculada segundo esta equação.

QUADRO IV

Anostra	Procedência	Tipo de solo	U.mu.0/o em TFSA	U.Eq.0/o em TFSA	U.mu.0/o calculada
1	Pindorama	Arenito Bauru	3,8	5,5	3,4
2	Pindorama	Arenito Bauru	4,1	6,3	4,5
3	Pindorama	Arenito Bauru	6,4	9,6	6,6
4	Itaiquara	Arqueano	6,7	10,2	7,0
5	Pindorama	Arenito Bauru	7,6	10,6	7,3
6	Mocóca	Arqueano	8,6	13,2	9,0
7	Campinas	Arqueano	9,4	14,6	9,9
8	Pinhal	Arqueano	9,6	15,0	10,2
9	Caçapava	Terciário	10,8	15,0	10,2
10	Campinas	Terra roxa mistur.	11,2	14,1	9,6
11	Terra Roxa	Terra roxa legítima	12,1	17,7	12,0
12	Ibiti	Arqueano	12,4	19,1	12,9
13	Campinas	Arqueano	13,0	18,8	12,7
14	Mococa	Arqueano	13,6	20,2	13,6
15	Ibiti	Arqueano	13,9	20,2	13,6
16	Itaiquara	Arqueano	14,2	21,0	14,1
17	Terra Roxa	Terra roxa legítima	15,0	24,5	16,5
18	Terra Roxa	Terra roxa legítima	15,4	23,4	15,7
19	Campinas	Arqueano	15,5	23,1	15,5
20	Rib. Preto	Terra roxa legítima	16,9	23,7	15,9
21	Rib. Preto	Terra roxa legítima	18,0	26,1	17,5
22	Pindamonhangaba	Terciário	30,3	46,5	31,0
		MÉDIA :	12,2	18,1	12,2

RESUMO

Para os grandes tipos de solo do Estado de São Paulo, calculamos a umidade de murchamento por meio da umidade equivalente. O cálculo é feito pela equação, $U.mu. = 0,66 U. Eq. \% + 0,29$.

Neste trabalho descrevemos um método que determina a umidade equivalente de um solo em menos de 80 minutos. Es-

te método supõe que a umidade higroscópica possa ser determinada em menos de 30 minutos, usando por exemplo o "Speedy Moisture Tester".

Os dados calculados são comparados aqui com os fornecidos pela determinação direta, mostrando que os dois métodos concordam satisfatoriamente.

SUMMARY

The information presented in this paper indicates that, for the major soil types of the State of São Paulo, it is possible to calculate the wilting point by means of the moisture equivalent. The calculations have been made by using the equation, wilting point = 0,66 moisture equivalent + 0,29.

A method to determine the moisture equivalent in less than eighty minutes is described. This method assumes that it is possible to obtain a measurement of the hygroscopic water in less than thirty minutes, by using the "Speedy Moisture Tester".

This rapid indirect method has been compared with the direct method for determining the wilting point of soils, and the results show that the two methods agree closely. Therefore for all practical purposes a reliable wilting points of various soil types can be secured at considerable saving of time by using the method described in this paper.

LITERATURA CITADA

- 1) ALBAREDA, J. M. — **Em El Suelo**, pág.1-485, 1.a ed., Madrid, Sociedad Anonima Española de Traductores y Autores, 1940.
- 2) BAVER, L. D. — **Em Soil Physics**, pág. 1-370, New York. John Wiley & Sons, Inc., 1940.
- 3) BOUYOUCOS. G — Measurement of the inactive, or Un-

- free, Moisture in the Soil by means of the dilatometer method. *Journal of Agricultural Research*, 8 : 195-218, 1917.
- 4) BOUYOUCOS, G. J. — The dilatometer method as an indirect means of determining the permanent wilting point of soils. *Soil Science*, 42 : 217-222, 1936.
 - 5) BRIGGS, L. J. e H. L. SHANTZ — The wilting coefficient and its indirect determination. *Botanical Gazette* 53 : 20-37, 1912.
 - 6) BRIGGS, L. J. e H. L. SHANTZ — The relative wilting coefficients for different plants. *Botanical Gazette* 53 : 229-235, 1912.
 - 7) CAMARGO, T. e P. VAGELER — Análises de Solos, I — Análise Physica, *Bol. Tec. do Instituto Agronômico de Campinas* 24 : 1-78, 1936.
 - 8) FRANCO, C. M. e H. C. MENDES — Agua inativa de alguns tipos de solo do Estado de São Paulo. *Bragantia*. 7 : 129-132, 1947.
 - 9) GALLARDO, A. G. — Em Introduccion al Estudio de los Suelos, pág. I-VII + 1-484, 1.a ed., Mexico, Banco Nacional de Credito Agricola, S.A., 1941.
 - 10) MITSCHERLICH, E. A. — Em *Bodenkund*, pág. 1-359, 1.a ed., Berlin, Paul Parey, 1905.
 - 11) PAIVA NETTO, J. E. — Em *Relatório da Secção de Solo do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo*, 1 : 1-309, 1940.
 - 12) PAIVA NETTO, J. E. e W. DE JORGE — Estudo preliminar do sistema água-solo-planta no Estado de São Paulo. *Bragantia*. 7 : 133-150, fig. 1-4, 1947.
 - 13) VAGELER, P. Em *Der Kationen-und Wasserhaushalt des Mineralbodens*, pág. 1-316, 1.a ed., Berlin, Julius, Springer, 1932.