

ESTUDO COMPARATIVO DO MÉTODO DAS PESAGENS E O
MÉTODO GRAVIMÉTRICO PADRÃO PARA A DETERMINAÇÃO
DO TEOR DE UMIDADE DO SOLO

H. Ghelfi Filho*

RESUMO. São comparados neste trabalho, o Método das Pesagens, no qual é utilizado um Erlenmeyer de 500ml de capacidade e uma balança com precisão de 0,1g, e o Método Gravimétrico Padrão, tido como comparador universal por ser o mais exato, no qual seca-se a amostra de solo em estufa a 105-110°C durante 18-24 horas. Para testar o método em questão, foram utilizados três solos, série Luiz de Queiroz, série Sertãozinho e série Monte Olimpo. Os dados obtidos foram tratados estatisticamente e os resultados obtidos pelos dois métodos foram semelhantes, com um índice de correlação de 0,9719, 0,9458 e 0,9489 respectivamente para os solos em questão.

Termos para indexação: método das pesagens; método gravimétrico padrão; umidade do solo; irrigação; drenagem.

COMPARATIVE STUDY BETWEEN THE MULTIPLE-WEIGHING
METHOD AND THE USUAL OVEN-DRYING METHOD FOR
THE DETERMINATION OF SOIL MOISTURE

ABSTRACT: In the present study, a comparison was made between the multiple-weighing method, in which

* Departamento de Engenharia Rural da E.S.A. "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo - 13.400 - Piracicaba, SP.

a 500ml Erlenmeyer flask and a 0.1g precision balance are utilized, and the usual oven-drying method, considered an universal comparator for being the most accurate, in which the soil sample is placed to dry in an oven at 105-110°C for a period of 18-24 hours. In order to test the methods under study, samples of three different soils were utilized: Luiz de Queiroz Series, Sertãozinho Series and Monte Olimpo Series. The data obtained were analysed statistically and evidence was shown that a high correlation exists between the methods, with indices of 0.9719, 0.9458 and 0.9487, respectively.

Index terms: weighing method; usual oven-drying method; soil moisture; irrigation; drainage.

INTRODUÇÃO

O controle da quantidade de água de irrigação, através de cuidados adequados, reveste-se de importância cada vez maior, face a intensificação da exploração de nossas reservas hídricas. As determinações da umidade atual do solo através de amostragens são importantes para os trabalhos de irrigação, para o caso de "quando" irrigar. A quantidade de água existente no solo é variável e, por isso, deverá ser determinada periodicamente, a fim de se acompanhar essa variação até que um déficit de água comece a interferir no metabolismo das plantas.

Vários pesquisadores procuraram desenvolver processos de determinações de umidade do solo que apresentassem resultados precisos e respostas rápidas, assim é que de acordo com KELLEY & HUNTER (1946), um dos métodos mais precisos e práticos é o que utiliza o tensiômetro, com exceção do método gravimétrico padrão. Esses autores estudaram os métodos de blocos de absorção, os blocos de Bouyoucos, o de unidades térmicas e o

do tensiômetro. BOUYOUCOS (1926, 1927, 1928 e 1937, por outro lado, estudou a determinação da umidade de amostras do solo, com o uso do álcool etílico e metílico.

Uma outra abordagem do assunto foi feita por PAIVA & MEDINA (1949) que estudaram um novo método de determinar a umidade higroscópica (W%) dos solos, denominado "Higroscopímetro"; a idéia surgiu do princípio básico do Determinador de Umidade "Speedy", com a diferença de que este funciona a volume constante e pressão variável, e o Higroscopímetro, a volume variável e pressão constante. O princípio se baseia na reação do carbureto de cálcio com a água contida na amostra de solo, produzindo o gás acetileno cuja pressão é medida num manômetro.

Normalmente é empregado o método clássico gravimétrico, por meio da secagem da amostra em estufa a 105-110°C. Apesar de altamente preciso e seguro, este processo nem sempre se mostra prático por ser trabalhoso, demorado e requerer instalações e aparelhamentos dispendiosos CAMARGO & COSTA (1960).

É de grande importância que o técnico possa dispor de um método, não somente rápido e simples para a determinação da umidade do solo, mas que também apresente resultados corretos. Essas determinações de campo são repetidas durante quase todo o ciclo da cultura e nem sempre o técnico dispõe de tal aparelhagem.

PAPADAKIS (1941) propôs um método de determinação de umidade de amostras de solo, semelhante ao Método das Pesagens aqui utilizado que foi proposto por KLAR *et alii* (1966). Ele utilizou de uma balança com capacidade de 200g e precisão de 0,1g e o resultado obtido corresponde ao peso do solo seco em estufa.

KLAR *et alii* (1966) desenvolveram o Método das Pesagens que dá diretamente a porcentagem de umidade contida na amostra de terra úmida, e o faz com um menor número de operações. Esses autores trabalhando com três

solos de natureza e textura diferentes, obtiveram um coeficiente de correlação de 0,99 para os solos estudados.

Nosso objetivo é fazer um estudo comparativo entre o método das pesagens proposto por KLAR *et alii* (1966) e o método gravimétrico padrão, a fim de verificar a precisão do referido método quando executado no próprio campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os solos utilizados foram coletados no município de Piracicaba, SP, e classificados por RANZANI *et alii* (1966) como: Latosol - Série Luiz de Queiroz (argila), Regosol - Série Sertãozinho (barro arenoso) e Hidromórfico - Série Monte Olimpo (barro argiloso). As amostras de solo foram tomadas a uma profundidade 0-30cm, e depois de muito bem homogeneizadas foram divididas em duas partes iguais, sendo que uma foi utilizada para a determinação da umidade atual pelo método das pesagens, no qual utilizou-se de um Erlenmeyer de 500ml e uma balança com precisão de 0,1g e a outra porção foi colocada em lata hermética, de cerca de 150g de capacidade cada e levada para o laboratório, a fim de ser determinada a umidade atual pelo método gravimétrico, segundo KLAR *et alii* (1966).

Para o desenvolvimento do "Método das Pesagens" procurou-se obter o "valor padrão" requerido pelo método, segundo metodologia proposta por KLAR *et alii* (1966).

Para o Método Gravimétrico Padrão, foi utilizado uma estufa, ventilada e aquecida eletricamente à temperatura de 105°C. Na determinação da umidade das subamostras de solo, seguiu-se a marcha normal, com pesagens em balança com precisão de 0,1g, antes e depois das secagens.

Procedeu-se ainda a um ensaio fatorial 3 x 2, no

qual comparamos os três solos e os dois métodos, segundo PIMENTEL GOMES (1963).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os teores de umidade coletados das amostras de solo, no decorrer de 30 dias. Assim obtivemos 40 amostragens do Latosol - Série Luiz de Queiroz, 30 do Regosol - Série Sertãozinho e 30 do Hidromórfico - Série Monte Olimpo.

Na Tabela 2 constam os valores usados no estudo das correlações entre os teores de umidade dos solos, obtidos pelos dois métodos. Esses resultados estão apresentados graficamente na Figura 1, em diagrama de dispersão, onde na ordenada os valores referem-se ao Método das Pesagens e na abscissa o Método Gravimétrico Padrão em por cento de umidade.

Observamos pela Figura 1 que há uma correlação linear entre os valores obtidos pelo Método Gravimétrico Padrão e o Método das Pesagens.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, e os resultados são apresentados na Tabela 3. Observamos que o valor de F para os Solos apresentaram uma diferença significativamente alta, pelo fato de serem solos de características bem distintas. O mesmo podemos dizer para os Métodos, cujo valor de F foi altamente significativo, mostrando o caráter específico de cada método.

Com relação a interação Solos x Métodos, a Análise de Variância revelou um valor de F não significativo, em que os métodos agem independentemente do tipo de solo.

A correlação foi altamente significativa; pelas equações apresentadas, verificamos que através dos valores dos teores de umidade do solo, arbitrados ao Método das Pesagens, podemos calcular os teores de umidade do solo que seriam determinados pelo Método Gravimétrico Padrão.

Tabela 1. Teores de umidade determinados pelos Métodos das Pesagens e Gravimétrico Padrão a 105-110°C

Latossol Série Luiz de Queiroz		Regosol Série Sertãozinho		Hidromórfico Série Monte Olimpo	
Pesagem	Gravimétrico	Pesagem	Gravimétrico	Pesagem	Gravimétrico
11,99	13,78	1,74	0,94	1,20	2,20
12,20	14,40	2,64	1,54	2,48	3,41
14,44	16,00	1,45	1,92	3,30	4,12
14,86	16,21	3,52	4,63	3,72	4,84
14,03	16,55	4,77	5,07	4,43	5,06
15,07	16,60	7,29	5,79	5,80	6,66
14,44	16,71	5,47	6,47	6,58	7,28
15,29	17,86	5,13	6,73	7,02	7,64
16,14	18,48	6,15	7,47	8,59	9,35
16,80	18,64	6,78	7,90	7,53	9,60
16,14	18,74	7,93	8,26	9,26	10,50
16,58	18,80	7,66	8,79	9,37	10,90
17,45	19,26	7,19	8,86	9,40	11,10
17,23	19,28	9,40	9,46	11,13	11,66
17,45	19,45	7,27	9,83	12,09	12,58
17,90	19,66	12,47	9,97	10,13	12,76
17,56	19,68	10,62	10,63	10,97	13,19
19,25	20,14	11,01	11,04	11,92	13,39
17,90	20,19	11,90	11,33	12,79	13,78
17,90	20,33	9,98	11,60	12,76	14,07
18,57	20,34	9,66	11,94	13,96	14,45
19,70	20,52	11,23	12,12	15,76	16,13
19,70	20,61	11,20	12,78	16,06	17,25
18,34	20,79	12,87	12,84	16,98	17,70
18,79	20,96	10,03	12,95	13,98	17,84
20,16	21,07	13,36	13,20	17,77	18,63
19,25	21,13	11,98	13,46	17,06	18,82
19,25	21,44	12,07	14,00	19,25	20,24
19,47	21,59	16,36	14,04	15,38	24,76
20,39	22,05	17,08	18,16	18,29	25,64
19,93	22,24	-	-	-	-
20,86	22,26	-	-	-	-
21,80	23,18	-	-	-	-
22,04	23,63	-	-	-	-
22,40	23,83	-	-	-	-
22,04	24,43	-	-	-	-
22,28	24,84	-	-	-	-
23,00	24,94	-	-	-	-
23,12	25,10	-	-	-	-
23,65	25,74	-	-	-	-

Tabela 2. Valores usados nas medições da correlação entre os teores de umidade obtidos pelos Métodos das Pesagens e Gravimétrico Padrão a 105-110°C

Valores	Latosol Série Luiz de Queiroz 0-30cm	Regosol Série Sertãozinho 0-30cm	Hidromórfico Série Monte Olimpo 0-30cm
N	40	30	30
Σx	735,36	266,50	325,96
Σy	811,45	283,72	375,55
Σx^2	13.865,2876	2.825,9276	4.291,9560
Σy^2	16.804,2423	3.163,9656	5.747,6905
Σxy	15.252,6873	2.964,4276	4.921,2871
\hat{r}	0,9719	0,9458	0,9489
\hat{b}	0,9670	0,9684	1,1206
\hat{a}	2,5087	0,8547	0,3427
y	2,5087+0,9670x	0,8547+0,9684x	0,3427+1,1206x
t	14,8850	15,4083	15,9046
\bar{x}	18,3840	8,8833	10,8653
\bar{y}	20,2860	9,4573	12,5183

Símbolos usados: N = número de amostras; x = teores de umidade dado pelo Método das Pesagens; y = teores de umidade dado pelo Método Gravimétrico Padrão a 105-110°C; r = coeficiente de correlação; \hat{b} = estimativa de b da fórmula $y = a + bx$; \hat{a} = estimativa de a da fórmula $y = a + bx$; y = equação de regressão de y sobre x; t = valor representativo do teste t; \bar{x} = média de x; \bar{y} = média de y.

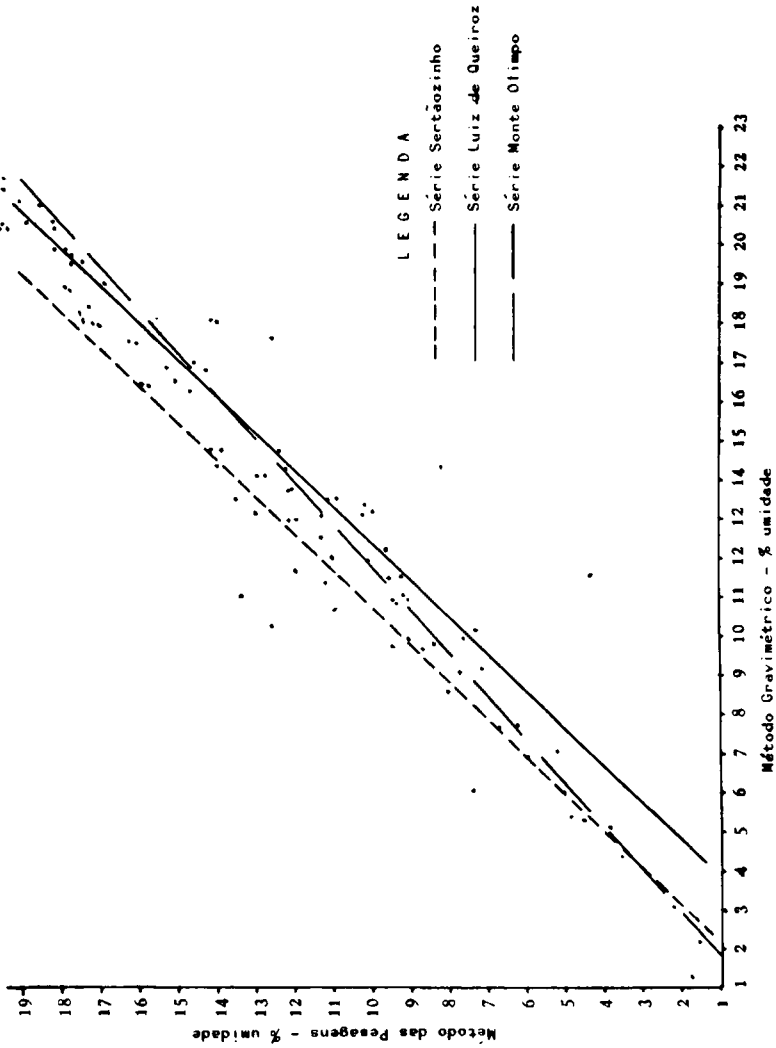


Fig. 1. Correlação entre os teores de umidade dos Solos Latosol, Regosol e Hidromórfico, pelos Métodos das Pesagens e Gravimétrico Padrão

Tabela 3. Análise de Variância dos teores de umidade obtidos pelos Métodos das Pesagens e Gravimétrico Padrão a 105-110°C

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Dias de coleta	29	2.564,0577	88,4157	28,09**
Solos - S	2	2.538,0440	1.269,0220	403,17**
Métodos - M	1	85,1744	85,1744	27,06**
S x M	2	14,9362	7,4681	2,37 ^{ns}
Resíduo	145	456,4095	3,1476	
Totais	179	5.658,6218		

C.V. = 13,7%

CONCLUSÕES

1. O Método das Pesagens teve um bom desempenho, na determinação da umidade, para os três tipos de solos (Latosol - Série Luiz de Queiroz, Regosol - Série Sertãozinho e Hidromórfico - Série Monte Olimpo), visto que com apenas um frasco e uma pequena balança obtivemos resultados confiáveis.

2. A comparação do Método das Pesagens com o Método Gravimétrico Padrão, mostrou uma alta correlação, independente do tipo de solo em questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOUYOUCOS, G.J. Rapid determination of the moisture content of soils. *Soil Science*, Baltimore, 24:651-2, 1926.

- BOUYOUCOS, G.J. Rapid determination of soil moisture by alcohol. *Soil Science*, Baltimore, 25:375-6, 1927.
- _____. Determining soil moisture rapidly and accurately by methyl alcohol. *Journal of the American Society of Agronomy*. Washington, 20(1):82-3, 1928.
- _____. Evaporating water with burning alcohol as a rapid means of determining moisture content of soils. *Soil Science*, Baltimore, 44:377-83, 1937.
- CAMARGO, A.P. de & COSTA, O.A.L.da. Determinação rápida da umidade do solo pelo método da reação com o carbureto de cálcio. *Bragantia*, Campinas, 19(30): 493-502, 1960.
- KELLEY, O.J. & HUNTER, A.S. A comparison of methods of measuring soil moisture under field conditions. *Journal of the American Society of Agronomy*. Washington, 38:758-84, 1946.
- KLAR, A.E.; VILLA NOVA, N.A.; MARCOS, Z.Z.; CERVELLINI, A. Determinação da umidade do solo pelo método das pesagens. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, 23:16-30, 1966.
- PAPADAKIS, J.S. A rapid method for determining soils moisture. *Soil Science*, Baltimore, 51:279-81, 1966.
- PAIVA NETTO, J.E. & MEDINA, H.P. O higroscópio e a determinação rápida da umidade higroscópica do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2., Campinas, 1949. *Anais*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola, 1953, p.43-7.
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 2 ed. Piracicaba, ESALQ/USP, 1963. 384p.
- RANZANI, G.; FREIRE, O.; KINJO, T. *Carta de solos do município de Piracicaba*. Piracicaba, ESALQ, Centro de Estudos de Solos, 1966. 85p.

Recebido para publicação em: 01/12/87

Aprovado para publicação em: 25/03/88