

DETERMINAÇÃO DA MACRO E MICROPOROSIDADE PELA "MESA DE TENSÃO" EM AMOSTRAS DE SOLO COM ESTRUTURA INDEFORMADA¹

LUIZ BEZERRA DE OLIVEIRA²

Sinopse

É apresentado um método rápido, simples e de fácil execução da determinação da "macro e microporosidade" através de um aparelho denominado "mesa de tensão", sugerido por Leamer e Shaw (1941).

Este aparelho foi construído nas oficinas do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Nordeste e vem sendo utilizado pelo autor, com ótimos resultados, desde 1963.

São apresentados descrição, desenho, funcionamento do aparelho e fôlha de cálculos com alguns resultados.

O presente trabalho foi organizado tendo em vista as constantes solicitações de cópias e método de manejo do citado aparelho, haja vista a eficiência apresentada pelo mesmo nos trabalhos de pesquisa.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho faz parte do plano de pesquisa sobre o estudo do sistema solo-água-planta em solos do Nordeste, em desenvolvimento no Setor de Física da Seção de Solos do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Nordeste (IPEANE).

Tem como objetivo apresentar um método rápido, simples e de fácil execução na determinação da macro e microporosidade, com o emprêgo de uma mesa de tensão sugerida por Leamer e Shaw (1941).

Dito aparelho, de fácil construção e baixo custo, foi planejado para realizar um grande número de determinações simultâneas (até 30 amostras). É usado para determinar, pelo método de deficiência de pressão, os vários conteúdos de umidade de um bloco de solo, previamente saturado, pela aplicação de tensões correspondentes a colunas d'água de 20 até 100 centímetros de altura.

Leamer e Shaw (1941), citando vários pesquisadores europeus, afirmaram que "a resposta na

produção de muitas culturas está intimamente associada com a distribuição dos espaços de poros no solo".

A simples determinação da porosidade total do solo realizada pelo método clássico, através dos valores da matéria sólida e do peso específico real, não exprime a condição de aeração efetiva do solo. As determinações denominadas de macro e microporosidade vieram caracterizar melhor a correlação entre os espaços de poros denominados de "grandes poros" (macro) e "pequenos poros" (micro).

Segundo Arena (1945), "a determinação da porosidade tem especial significação edafológica. Do conhecimento de sua grandeza se podem extrair importantes conclusões sobre o estado físico dos perfis de solos, seja para interpretar sua evolução natural, como para julgar suas condições agrônômicas ou determinar as propriedades mecânicas". Acrescentou, ainda, que "na porosidade do solo deve-se diferenciar a chamada porosidade capilar (microporosidade) da porosidade não capilar (macroporosidade). A soma de ambos os valores constituiu a porosidade total".

Os valores limites entre a macro e microporosidade vêm sendo estudados e sugeridos por vários autores. Nelson e Baver (1940) empregaram o valor de 40 cm de tensão, obtendo ótima correlação entre os poros drenados, a percolação e estrutura. Peele (1949), Uhland (1949), Van Doren (1949) e Grohmann (1960) utilizaram a tensão de 60 cm como limite entre a macro e a microporosidade e que corresponde a poros de diâmetros da ordem

¹ Recebido para publicação em 19 de setembro de 1967. Boletim Técnico n.º 14 do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Nordeste (IPEANE). Realizado com a colaboração do Conselho Nacional de Pesquisas. Apresentado no XI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Brasília, julho 1967.

² Químico, Chefe da Seção de Solos do IPEANE, responsável pelo Setor de Física do Solo e bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas, Caixa Postal 205, Recife, Pernambuco.

de 0,05 cm. Uhland (1949) Peele (1949) e Thorne (1949), realizando estudos sobre percolação em amostras com estrutura indeformada, também aplicaram 60 cm de tensão, na avaliação da macroporosidade.

No presente estudo consideramos o valor da macroporosidade aquêle obtido com a tensão correspondente a uma coluna d'água de 60 cm de altura.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizadas amostras de solo com estrutura indeformada coletadas com o auxílio do extrator de solo de Uhland (1949), cuja técnica de amostragem foi descrita por Oliveira (1961).

A determinação da macro e microporosidade foi feita empregando-se a mesa de tensão, anteriormente citada e descrita a seguir.

Descrição do aparelho

Consiste em uma mesa de madeira, de construção simples, de 60 cm de comprimento, 50 cm de largura e 62 cm de altura, com a parte superior aberta. Sobre a base é colocada uma lâmina de metal de 60 x 50 cm e 0,25 cm de espessura, no centro da qual é soldado um bico de 1/4 de polegada. Sobre esta lâmina de metal é colocada uma tela de cobre de 25 x 30 mm de malha, com as dimensões de 50 x 40 cm, e acima desta, duas fôlhas de mata-borrão suave. No bico é colocada uma mangueira de borracha de 1 metro de comprimento, aproximadamente, que vai ter ao frasco de nível (frasco lavador de gás, de 1 litro de capacidade, com 3 entradas). Nos dois outros orifícios deste frasco são colocadas mangueiras de borracha, uma servindo de sifão e outra ligando-o ao depósito de controle da evaporação da superfície do mata-borrão. A Fig. 1 ilustra melhor a descrição e facilita a compreensão da preparação e funcionamento do aparelho.

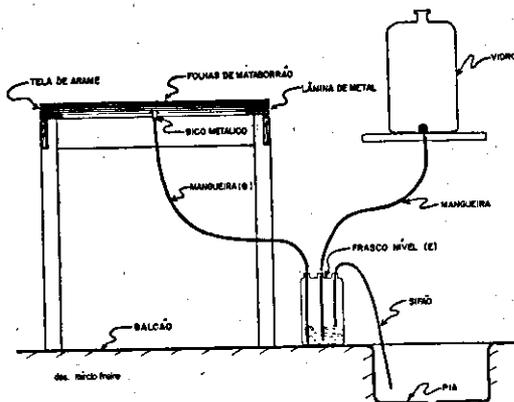


FIG. 1. Desenho em corte do aparelho "mesa de tensão" (segundo Leamer & Shaw 1941).

Preparação do aparelho

Coloca-se água no frasco de nível E. Retira-se a mangueira G do frasco E, eleva-se esta acima do nível da base da mesa. Adiciona-se água, gradativamente, até que haja um excesso desta acima da base. Coloca-se a tela no lugar e mais água na mangueira G até que a tela fique totalmente molhada. Põem-se depois, as duas fôlhas de mata-borrão sobre a tela deixando-as saturar. Deve-se continuar adicionando água até completa saturação dos mata-borrões. Coloca-se a mangueira G no frasco E e este, em cima da mesa. Deixa-se nestas condições por duas horas antes de aplicar a tensão.

Para o funcionamento da mesa é imprescindível que a água e o ar sejam totalmente eliminados da superfície do mata-borrão. Isto se consegue passando um cilindro de madeira ou borracha, do centro para as bordas, sobre a superfície do mata-borrão. Logo que os poros são espremidos, a mangueira G deve ser colocada no frasco E e este abaixado, levemente, até a posição desejada. Como o nível do frasco E está bem mais baixo do que anteriormente, deve-se colocar mais água sobre a superfície do mata-borrão. Esta água flui através do mata-borrão pelo orifício do centro e pela mangueira G, carregando assim o ar que porventura exista na tela. O frasco E deve ser levantado e baixado várias vezes para se conseguir eliminar todo o ar. Logo que este seja eliminado, a "mesa" está pronta para ser usada.

A preparação do aparelho para uma série de determinações consiste em se estabelecer uma coluna d'água contínua, da superfície do mata-borrão para o frasco de nível. A camada dupla do mata-borrão é usada para dar uma maior amplitude de variação de tensão, podendo ser usadas tensões correspondentes às alturas de 20 até 100 cm d'água. O funcionamento deste aparelho se baseia num método de deficiência de pressão para remover a água de amostras saturadas. Essa deficiência de pressão é obtida por diferença de nível entre os dois terminais da coluna d'água.

Finalmente, faz-se o teste de eficiência do aparelho que consiste na colocação de um volume d'água conhecido, 100 ml por exemplo, sobre o mata-borrão, recolhendo-se a água drenada. A quantidade de água adicionada deve ser igual à quantidade de água drenada.

Funcionamento do aparelho

Saturação das amostras. Depois de preparadas e deixadas mergulhadas em água até saturação,

durante uma noite, as amostras são retiradas de dentro d'água, colocadas numa cápsula de Petri de peso conhecido e pesadas. Esses valores são usados para o cálculo de percentagem de saturação. Em seguida, colocam-se os cilindros contendo as amostras saturadas sobre o mata-borrão e em cima destes, uns cepos de madeira que servem para ajudar a aderência dos blocos de solo ao mata-borrão e evitar a evaporação dos mesmos.

Depois de algum tempo, uma ou duas horas, retiram-se os cilindros e pesam-se. Repõem-se, novamente, os cilindros nos seus respectivos lugares, repetindo-se a operação de pesagem depois de 1, 2, 4, 6 e 12 horas.

Os tempos acima especificados variam em função da natureza textural do solo. A operação fica concluída depois que se obtém constância entre pesadas. Antes da colocação dos cilindros saturados, os mesmos devem ser pesados para se ter o dado para o cálculo da percentagem de saturação.

Concluída a operação, retiram-se o pano, durex, anel e borracha dos cilindros, colocam-se os mesmos em placas de Petri de peso conhecido e levam-se para estufa a 105-110°C. Efetuam-se pesagens

depois de 24 e 48 horas de permanência na estufa, ou até peso constante.

Cálculos. a) Percentagem de saturação: peso do solo saturado — peso do solo seco a 105°C x 0,288;

b) Percentagem de microporos (microporosidade): peso solo a 60 cm de tensão — peso solo seco 105°C x 0,288;

c) Percentagem de macroporos: percentagem de saturação — percentagem de microporos;

d) Porosidade total: percentagem de microporos + percentagem de macroporos.

Nota. O fator 0,288 foi calculado em função do volume do cilindro empregado (347,5 ml) para o cálculo da percentagem em volume.

RESULTADOS

Os resultados da macro e microporosidade são expressos em percentagem de volume de solo sob as condições naturais, ou sejam, gramas de água ou volume de poros por 100 centímetros cúbicos de solo.

O Quadro I apresenta alguns resultados e o modo de disposição dos resultados e cálculos.

QUADRO 1. Fôlha de cálculo para a determinação da macro e microporosidade

Referência de cálculos	Número das amostras					
	L.8 I.Sa	L.8 II.Sa	L.8 III.Sa	Areia grossa	Areia fina	9364
N.º cilindro	63	58	65	21	25	20
Profundidade (cm)	5-13	20-28	37-45	0-8	0-8	8-16
(A) peso solo saturado + tara ^a	880,0	892,0	885,0	796,0	798,0	949,0
(B) tara ^a	252,0	252,0	252,0	252,0	252,0	254,0
(C) peso solo saturado (A) — (B)	628,0	640,0	633,0	544,0	546,0	695,0
(D) peso solo 60 cm tensão + tara ^b	797,0	843,0	851,0	793,0	819,0	862,0
(E) tara ^b	230,0	230,0	230,0	230,0	230,0	230,0
(F) peso solo 60 cm tensão (D) — (E)	567,0	613,0	621,0	563,0	589,0	632,0
(G) peso solo seco a 105°C + tara ^c	680,0	668,0	669,0	738,0	750,0	792,0
(H) tara ^c	222,0	218,0	216,0	193,0	202,0	233,0
(I) peso solo seco a 105°C (G) — (H)	458,0	470,0	453,0	545,0	548,0	559,0
<i>Cálculo % volume</i>						
(J) saturação [(C) — (I)] x 0,288	49,0	49,0	51,8	45,2	44,3	39,2
(K) microporosidade [(F) — (I)] x 0,288	31,4	41,2	48,4	5,2	11,8	21,0
(L) macroporosidade (J) — (K)	17,6	7,8	3,4	40,0	32,5	18,2
(M) peso específico aparente $\frac{(I) \times 0,288}{100}$	1,32	1,35	1,30	1,56	1,57	1,61

^a peso cilindro + anel + pano + durex + borracha + placa de Petri.

^b peso cilindro + anel + pano + durex + borracha.

^c peso cilindro + placa de Petri.

Os pesos de (F) e (I) são obtidos até constância de pesadas.

REFERÊNCIAS

- Arena, A. 1945. La porosidad de los terrones de suelo. Com. Nac. de Cultura, Buenos Aires.
- Grohmann, F. 1960. Distribuição e tamanho de poros em três tipos de solos do Estado de São Paulo. Bol. Téc. Inst. Agron. Campinas, S. Paulo, 19 (21).
- Leamer, R. W. & Shaw, B. 1941. A simple apparatus for measuring noncapillary porosity an extensive scale. J. Am. Soc. Agron. 33: 1003-1008.
- Nelson, W. L. & Bayer, L. D. 1940. Movement of water through soils in relation to the nature of pores. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 5: 69-76. (Cited by Leamer & Shaw 1941)
- Oliveira, L. B. de 1961. Coeficiente de permeabilidade de dois tipos de solo (aluvial) da Estação Experimental do Curado. Bol. Téc. 16 do Inst. Agron. Nordeste, Recife.
- Peele, T. C. 1949. Relation of percolation rates through saturated soil cores to volume of pores drained in 15 and 30 minutes under 60 centimeters tension. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 14: 359-361. (Cited by Grohmann 1960)
- Thorne, M. D. 1949. Moisture characteristics of some Hawaiian soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 14: 38-41.
- Uhland, R. E. 1949. Physical properties of soils as modified by crops and management. Soil Sci. Am. Proc. 14: 361-366 (Cited by Grohmann 1960)
- Van Doren, C. A. & Klingeriel, A. A. 1949. Permeability studies on some Illinois soils. Soil Sci. Am. Proc. 14: 51-55. (Cited by Grohmann 1960)

A "TENSION TABLE" METHOD OF MEASURING MACRO AND MICROPOROSITY
IN UNDISTURBED SOIL SAMPLES

Abstract

A simple method for measuring macro and microporosity in undisturbed soil samples using a modification of the "tension table" suggested by Leamer & Shaw (1941) was described in detail.

This apparatus was constructed in the Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Nordeste laboratories and has been utilized successfully by the author since 1963.

The paper includes a drawing of the apparatus and a table illustrating the calculations.