

RELAÇÃO ENTRE PROFUNDIDADE E PROPRIEDADES DE UM SOLO ORGÂNICO DE ARACRUZ, ESPÍRITO SANTO ^{1/}

Sérgio Renato Lang Otto ^{2/}
Blamor Torres Loureiro ^{3/}
Paulo Afonso Ferreira ^{3/}
Bairon Fernandes ^{4/}
Paulo Roberto Cecon ^{5/}

1. INTRODUÇÃO

As várzeas com solo orgânico não têm sido, ainda, muito exploradas no Brasil para a produção de alimentos, devido à falta de conhecimentos de técnicas e equipamentos adequados para incorporá-las ao processo produtivo. As propriedades físicas, químicas e biológicas dessas várzeas estão em permanente alteração, principalmente nos primeiros anos posteriores à drenagem (6).

A drenagem dos solos orgânicos provoca alteração nas suas condições naturais, afetando as suas propriedades. A retirada do excesso de água pode provocar quatro efeitos principais: contração das camadas superiores por dessecação; oxidação da matéria orgânica; compressão das camadas sob o lençol freático; e dessecação irreversível da matéria orgânica, dos quais os três primeiros conduzem à subsidência (15).

^{1/} Parte da tese apresentada, pelo primeiro autor, à UFV, para obtenção do grau de Mestrado em Engenharia Agrícola.

Aceito para publicação em 12-04-1989.

^{2/} Dep. de Agronomia da UEPG. CEP 84010, Ponta Grossa, PR.

^{3/} Dep. de Engenharia Agrícola da UFV. CEP 36570, Viçosa, MG.

^{4/} Dep. de Solos da UFV. CEP 36570, Viçosa, MG.

^{5/} Dep. de Matemática da UFV. CEP 36570, Viçosa, MG.

A decomposição da matéria orgânica, provocada pelas operações de drenagem e de cultivo, causa influência nas propriedades físicas do solo orgânico, como aumento da densidade aparente (1, 13, 16) e da microporosidade (1) e diminuição da porosidade total (1, 6), da porosidade drenável (1) e da condutividade hidráulica saturada (1, 4, 13).

Vários pesquisadores estudaram as relações da densidade aparente (4, 14, 16), da condutividade hidráulica saturada (4, 11) e da porosidade drenável (16) com a profundidade, em solos orgânicos.

O conhecimento dessas propriedades é importante para o dimensionamento de sistemas de irrigação e de drenagem, para o manejo da água e do solo e para a aplicação de fertilizantes.

Em vista disto, o objetivo deste trabalho foi determinar algumas propriedades do solo orgânico, estudar a influência de alguns fatores nessas propriedades e relacioná-las com a profundidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de campo foi realizado em várzea de solo orgânico, pertencente à Fazenda Agropecuária Ltda. (AGRIL), localizada no município de Aracruz, ES.

Foram escolhidas 25 áreas de um metro de raio, para retirada de amostras de solo, com estrutura alterada e não alterada, nas profundidades de 15 a 25, 35 a 45, 55 a 65, 75 a 85 e 95 a 105 cm, a partir da superfície do solo, e para determinação da condutividade hidráulica saturada, pelos métodos do furo de trado, com e sem revestimento (12), e do piezômetro (3). Para facilidade de notação, foram adotadas as profundidades médias de 20, 40, 60, 80 e 100 cm, respectivamente.

O trabalho de laboratório consistiu na determinação de: teor de carbono orgânico, a partir das amostras alteradas, pelo método de Walkley-Black (7); teor de matéria orgânica (MO), pela multiplicação do teor de carbono orgânico por 1,724; condutividade hidráulica saturada (K_o), pelo método do permeâmetro de carga constante (9); densidade aparente (D_a), pelo método do anel volumétrico (8); densidade das partículas (D_p), pelo método do balão volumétrico (8); porosidade total (PT), pelo método indireto (8); e microporosidade (m_a e m_b) e porosidade drenável (f_a e f_b), a 60 e a 100 cm de coluna d'água, pelo método do funil de Buckner (17), a partir das amostras não alteradas, de 7,2 cm de diâmetro e 10 cm de altura.

Para a determinação de K_o , devido ao encolhimento das amostras, causado pela perda d'água, foi utilizado o artifício de colocar parafina derretida no espaço entre a amostra e a parede interna do anel e passar cola entre as extremidades do anel e da parafina solidificada. A determinação da condutividade hidráulica saturada, para a amostra contraída (K_{oc}), tornou necessário o cálculo das outras propriedades também para a amostra contraída, com exceção da densidade das partículas e do teor de matéria orgânica, que independem de estar ou não contraída a amostra. Determinou-se também o volume de contração (V_c).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras contraídas, em comparação com as não contraídas, tiveram menores valores médios de porosidade drenável e porosidade total e maiores valores médios de microporosidade e densidade aparente (Quadros 1 e 2). Os valores médios de condutividade hidráulica saturada também foram menores nas amostras contraídas, porque nelas há redução dos macroporos e, conseqüentemente, au-

QUADRO 1 - Média e coeficiente de variação (CV) dos valores de microporosidade (ma e mb) e de porosidade drenável (fa e fb), a 60 e a 100 cm de coluna d'água, respectivamente, de porosidade total (PT), de densidade aparente (Da), de densidade das partículas (Dp), de matéria orgânica (MO) e de volume de contração (Vc)

	ma	mb	fa	fb	PT	Da	Dp	MO	Vc
	----- (%) -----					---(g cm ⁻³)---		(%)	(cm ³)
Média	63,43	60,02	24,58	27,99	88,01	0,22	1,83	32,01	31,72
CV(%)	14,26	15,79	42,56	39,56	4,81	46,69	16,04	31,10	61,36

QUADRO 2 - Média e coeficiente de variação (CV) dos valores de microporosidade (mac e mbc) e de porosidade drenável (fac e fbc), a 60 e a 100 cm de coluna d'água, respectivamente, de porosidade total (PTc), de densidade aparente (Dac) e de condutividade hidráulica saturada (K_{0c}), para amostras contraídas.

	mac	mbc	fac	fbc	PTc	Dac	K _{0c} *
	----- (%) -----					(g cm ⁻³)	(cm dia ⁻¹)
Média	68,90	65,21	18,06	21,75	86,96	0,24	825,22
CV (%)	12,07	13,69	54,03	48,53	5,10	45,69	115,93

* 121 determinações.

mento na microporosidade e na densidade aparente e redução na porosidade total e na condutividade hidráulica saturada.

Portanto, a determinação do teor de água da amostra de solo orgânico é de grande importância quando se deseja determinar a microporosidade, a porosidade drenável, a porosidade total, a densidade aparente e a condutividade hidráulica saturada, devido ao fato desse solo expandir-se com o aumento da umidade e contrair-se com sua diminuição.

Comparando os valores de condutividade hidráulica saturada obtidos pelos métodos de laboratório e de campo (Quadros 2 e 3), verifica-se que:

a) O valor médio de K₀ obtido no laboratório foi muito maior que os obtidos no campo. BOELTER (2), LAL (10) e WATTS *et alii* (18) encontraram resultados semelhantes. Para BOELTER (2), isso é causado, provavelmente, pelo escoamento de água entre a amostra e a parede interna do anel. Entretanto, tal explicação não é satisfatória para esse trabalho, pois foram encontrados também altos valores de porosidade drenável, além da selagem com parafina já referida. Técnicos da FAO (5) comentam que a pequena correlação entre os valores de K₀, no campo e no laboratório, deve-se, fundamentalmente, à utilização de amostras de pequenas dimensões e à destruição parcial da estrutura do solo, que provoca grande variação

QUADRO 3 - Média e coeficiente de variação (CV) dos valores de condutividade hidráulica saturada, determinados pelos métodos do furo de trado [K (ft)] e do furo de trado com revestimento, a 80 e a 100 cm de profundidade [K (pza) e K (pzb)] .

	$K_o(ft)**$	$K_o(fta)*$	$K_o(ftb)*$	$K_o(pza)+$	$K_o(pzb)++$
	----- (cm dia ⁻¹) -----				
Média	29,43	20,96	21,12	35,43	30,25
CV (%)	65,52	95,92	76,38	78,60	84,07

* 24 determinações; ** 23 determinações;
+ 21 determinações; ++ 16 determinações.

nos dados obtidos. Entretanto, é possível que os maiores valores de K_o no laboratório não se devam à destruição parcial do solo, mas, sim, à sua anisotropia, pois, no laboratório, determinou-se a componente vertical de K_o , ao passo que, no campo, a principal componente de K_o determinada foi a horizontal.

b) Os valores médios de K_o obtidos pelo método do furo de trado com revestimento foram menores que os obtidos pelos métodos do furo de trado sem revestimento e do piezômetro, provavelmente devido à resistência a entrada de água nos poços com revestimento.

Observa-se, no Quadro 4 e na Figura 1, que:

a) Os valores médios de porosidade drenável e condutividade hidráulica saturada foram maiores nas camadas mais profundas. Isso resultou, provavelmente, da compactação das camadas superficiais, causada pelo trânsito de máquinas agrícolas e pela maior decomposição da matéria orgânica, e do maior teor de umi-

QUADRO 4 - Média dos valores de porosidade drenável, a 60 e a 100 cm de coluna d'água (fa e fb), de condutividade hidráulica saturada (K_{oc}), de densidade aparente (D_a), de densidade das partículas (D_p), de matéria orgânica (MD), de porosidade total (PT) e de volume de contração (Vc), para as profundidades de 20,40,60, 80 e 100 cm

Profundidade	fa	fb	$K_{oc}+$	D_a	D_p	MD	PT	Vc
(cm)	----- (%) -----		(cm dia ⁻¹)	-- (g cm ⁻³) --		----- (%) -----		(cm ³)
20	17,91	20,19	375,48	0,23	1,57	38,54	85,26	27,60
40	17,51	20,08	275,64	0,19	1,62	36,53	88,23	27,08
60	24,44	28,44	1019,48	0,22	1,87	27,57	88,66	34,94
80	31,48	35,52	1237,37*	0,25	2,05	28,92	88,24	38,04
100	31,58	35,72	1290,45**	0,22	2,04	28,49	89,66	30,96

+ Para amostra contraída; * 24 determinações; ** 22 determinações

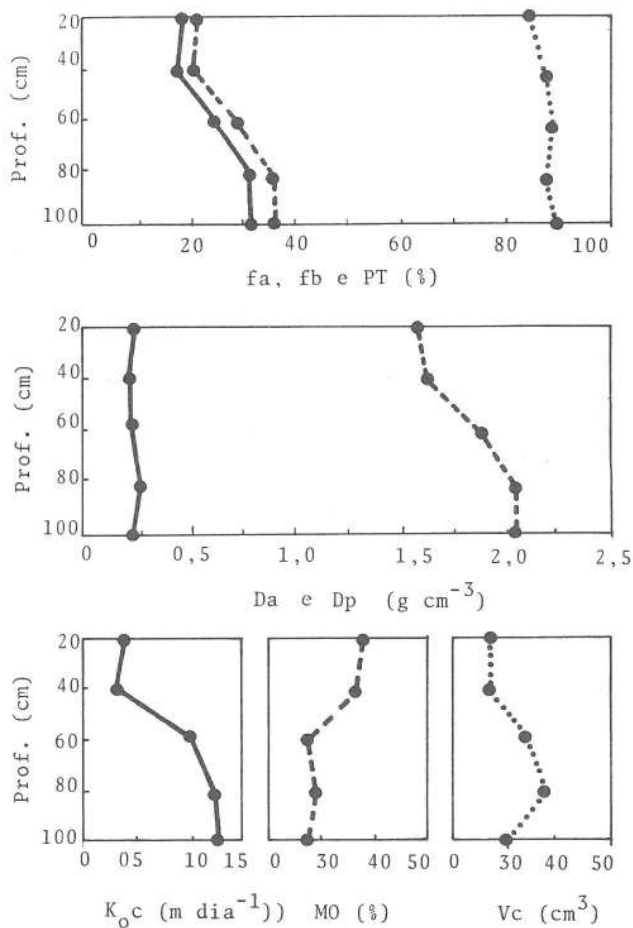


FIGURA 1 - Relação entre a profundidade e os valores médios de porosidade drenável, a 60 e a 100 cm de coluna d'água [(fa —) e (fb ---)], de porosidade total (PT ...), de densidade aparente (Da —), de densidade das partículas (Dp ---), de condutividade hidráulica saturada (K_{oc} —) e matéria orgânica (MO) e de volume de contração (Vc ...).

dade das amostras das camadas mais profundas, causado pela posição do lençol freático. No momento da coleta das amostras, o lençol freático estava à profundidade média de 50 cm, o que ocasionou coleta de amostras não saturadas e mais contraídas nas camadas superficiais e de amostras saturadas e mais expandidas nas camadas mais profundas.

b) Os valores médios de densidade das partículas foram maiores nas camadas mais profundas. Isso resultou do menor teor de matéria orgânica e do maior teor de matéria mineral dessas camadas.

c) Os valores médios de volume de contração foram maiores nas camadas mais profundas, com exceção da profundidade de 100 cm. Isso é explicado pelo fato de as camadas mais profundas estarem saturadas e, portanto, mais expandidas no momento da coleta das amostras e, possivelmente, pelo tipo de matéria orgânica (acredita-se que a matéria orgânica esteja menos decomposta nas camadas mais profundas). A queda brusca do volume de contração na profundidade de 100 cm decorreu, provavelmente, do aumento do teor de matéria mineral.

d) Os valores médios de porosidade total foram levemente maiores nas camadas mais profundas, e os valores de densidade aparente variaram pouco ao longo do perfil. Isso se verificou, provavelmente, sob a influência do teor de umidade das amostras, da compactação do solo e do teor de matéria mineral. As camadas mais profundas estavam saturadas, mais expandidas e menos compactadas, acarretando o aumento da porosidade total e a diminuição da densidade aparente. É possível, também, que a matéria orgânica estivesse menos decomposta nessas camadas, o que ocasionam maiores valores de porosidade total e menores valores de densidade aparente. Para contrabalançar a influência desses fatores, as camadas mais profundas apresentavam maior teor de matéria mineral, que provoca diminuição da porosidade total e aumento da densidade aparente.

e) Os valores médios de matéria orgânica foram menores nas camadas mais profundas, devido à proximidade da camada de areia.

4. RESUMO

Determinou-se a condutividade hidráulica saturada, pelos métodos do furo de trado, com e sem revestimento, e do piezômetro, em 25 áreas de um metro de raio, e coletaram-se 125 amostras de solo, com estrutura alterada e não alterada (25 áreas e cinco profundidades), em solo orgânico, no município de Aracruz, ES.

Determinaram-se, em laboratório, o teor de matéria orgânica, a partir das amostras alteradas, a condutividade hidráulica saturada, as densidades aparente e das partículas, a porosidade total, a microporosidade e a porosidade drenável, a 60 e a 100 cm de coluna d'água, e o volume de contração, em amostras não alteradas.

Os resultados obtidos para o solo orgânico estudado permitiram as seguintes conclusões:

1. Os valores de microporosidade, porosidade drenável, porosidade total e densidade aparente obtidos no laboratório foram influenciados pelo teor de água das amostras;

2. Os valores de condutividade hidráulica saturada obtidos no laboratório foram maiores que os obtidos no campo;

3. Os valores de condutividade hidráulica saturada, porosidade drenável e densidade das partículas foram maiores nas camadas mais profundas;

4. Os valores de porosidade total foram levemente maiores nas camadas mais

profundas, os de densidade aparente variaram pouco ao longo do perfil e os de matéria orgânica foram menores nas camadas mais profundas.

5. SUMMARY

(RELATIONSHIP BETWEEN DEPTH AND PROPERTIES ORGANIC SOIL FROM ARACRUZ, ESPÍRITO SANTO)

Saturated hydraulic conductivity was determined using the auger-hole method with and without hole lining and the piezometer method on 25 areas of one meter of radius, 125 disturbed samples and 125 undisturbed samples (25 areas at 5 depths) of an organic soil were collected at Aracruz, ES — Brazil.razil.

In the laboratory, disturbed samples were used to determine the tenor of organic matter, and undisturbed samples were used to determine saturated hydraulic conductivity, apparent and particle densities, total porosity, microporosity and drainable porosity at 60 and 100 cm water column, as well as the contraction volume.

The following results were obtained:

1. The values obtained in laboratory conditions, for microporosity, drainable porosity, total porosity and apparent density were influenced by the tenor of water in samples.
2. The values of saturated hydraulic conductivity obtained in laboratory conditions were greater than those obtained in the field.
3. The values of saturated hydraulic conductivity, drainable porosity, and particle density were greater in the deep layers.
4. The values of total porosity were slightly greater in the deep layers; the values of apparent density varied little in the soil profile, and the values of organic matter were small in the deep layers.

6. LITERATURA CITADA

1. BOELTER, D.H. Physical properties of peat as related to degree of decomposition. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 33: 606-609, 1969.
2. BOELTER, D.H. Hydraulic conductivity of peats. *Soil Science*, 100: 227-231, 1965.
3. BOUWER, H. & JACKSON, R.D. Determining soil properties. In: SCHILF-GAARDE, J.V. (ed.). *Drainage for agriculture*. Madison, American Society of Agronomy, 1974. p. 611-672 (Agronomy 17).
4. CHASON, D.B. & SIEGEL, D.I. Hydraulic conductivity and related physical properties of peat, Lost River Peatland northern Minnesota. *Soil Science*, 142: 91-99. 1986.
5. FAO. *Drainage design factors: 28 questions and answers expert consultation*. Roma, 1980. 52 p. (FAO, Irrigation and Drainage Paper n.º 38).
6. FEDATTO, E. *Problemas de drenagem no manejo de solos turfosos*. Piracicaba, ESALQ, 1986. 73 p. (Tese M.S.).

7. JACKSON, M.L. *Soil chemical analysis*. N.J., Prentice-Hall, 1958. 498 p.
8. KIEHL, E.J. *Manual de Edafologia*. São Paulo, Agronômica Ceres, 1979. 262 p.
9. KLUTE, A. Laboratory measurement of hydraulic conductivity of saturated soil. In: BLACK, C.A. (ed.). *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. Part 1. p. 210-252 (Agronomy 9).
10. LAL, R. No-tillage effects on soil properties and maize (*Zea mays* L.) production in Western Nigeria. *Plant and Soil*, 40:321-331, 1974.
11. MATHUR, S.P. & LEVESQUE, M. Negative effects of depth on saturated hydraulic conductivity of histosols. *Soil Sci.*, 140:462-466, 1985.
12. MILLAR, A.A. *Drenagem de terras agrícolas: bases agronômicas*. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1978. 276 p.
13. MILLETTE, J.A.; VIGIER, B. & BROUGHTON, R.S. An evaluation of the drainage and subsidence of some organic soils in Quebec. *Can. Agric. Eng.*, 24:5-10, 1982.
14. SCHOTHORST, C.J. Drainage and behaviour of peat soils. In: BAKKER, H. de & M.W. van den BERG (Coord.). *Proceedings of the Symposium of Peat Lands Below Sea Level*. Wageningen, ILRI, 1982, p. 130-163.
15. SEGEREN, W.A. & H. SMITS. Drenaje de sedimentos arcillosos marinos recién recuperados, de suelos turbosos y de suelos sulfúricos ácidos. In: ULZURRUN, M.D.D. & F.E. CASTILLO (Coord.). *Principios y Aplicaciones del Drenaje*. 16 ed. Wageningen, ILRI, 1973. Vol. IV, p. 30-343.
16. STURGES, D.L. Hydrologic properties of peat from a Wyoming mountain bog. *Soil Science*, 106:262-264, 1968.
17. VOMOCIL, J.A. Porosity. In: BLACK, C.A. (ed.). *Methods of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. Part 1. p. 299-314 (Agronomy 9).
18. WATTS, F.C.; HUCKLE, H.F. & PAETZOLD, R.F. Fields vs. laboratory determined hydraulic conductivities of some slowly permeable horizons. *Soils Sci. Soc. Am. J.*, 46:782-784, 1982.