

CARACTERIZAÇÃO DE ADENSAMENTO NO SUBSOLO DE UMA ÁREA DE "TABULEIRO" DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DO CURADO, RECIFE¹

LUIZ BEZERRA DE OLIVEIRA², HUMBERTO DA SILVEIRA DANTAS³, ADALIS
BEZERRA CAMPELO⁴, STÊNIO JAYME CALVÃO⁵ e IVAN FERREIRA GOMES⁶

Sinopse

São apresentados os resultados analíticos de nove seções de 8 cm de espessura, de um perfil de solo localizado numa área de "Tabuleiro"⁷, na Estação Experimental do Curado, Recife.

Visa obter subsídios através das determinações físicas, químicas e microbiológicas que poderão indicar ou serem empregadas na caracterização de adensamento num perfil de solo.

São apresentados resultados analíticos (Quadros 1 a 3 e Fig. 1), referenciados os seus métodos e feitas considerações sobre os mesmos.

Como conclusões verifica-se que apenas determinados métodos de laboratório podem ser empregados convenientemente. Destacam-se as determinações do *coeficiente de permeabilidade, macro e microporosidade, peso específico aparente, percentagem de saturação, método de avaliação direta de penetração das raízes e porosidade total*. Outras determinações complementam as anteriores, como *análise granulométrica (dispersão total e natural), matéria orgânica, complexo sortivo e ki e kr*. As determinações que não apresentaram condições para o fim desejado foram: *peso específico real, umidade equivalente, umidade a 15 atmosferas, fósforos e nitrogênio*.

Os dados obtidos nos estudos morfológicos, físicos, químicos e microbiológicos indicam que o adensamento estudado é consequência da obstrução de parte dos macroporos por material coloidal orgânico e mineral, provocando modificações nas propriedades físicas das camadas do subsolo. As condições do clima, relevo e natureza da argila parecem contribuir para a formação dessas camadas adensadas.

A destruição do adensamento por meio de práticas agrícolas adequadas viriam melhorar as condições físicas do solo, facilitar a penetração das raízes das plantas e aumentar a capacidade produtiva do solo.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho foi realizado no Setor de Física do Solo e nos demais Setores pertencentes à Seção de Solos do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Nordeste (IPEANE), através da participação dos seus responsáveis. Contou, também, com a colaboração dos Eng.^o Agrônomos Armando Luiz de Vasconcelos e Edson Santa Cruz de Oliveira, Químico Ana Rita de Oliveira Galvão e auxiliares dos diversos Setores envolvidos.

São apresentados os dados analíticos obtidos nas amostras de um perfil de solo, já estudado por Oliveira (1963, 1968a), onde havia sido caracterizado o adensamento objeto do estudo em tela.

Tem como objetivo estabelecer as determinações físicas, químicas ou microbiológicas que poderão servir de subsídios para a caracterização de seções ou camadas adensadas no solo.

¹ Recebido para publicação em 30 de outubro de 1967. Boletim Técnico n.º 17 do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Nordeste (IPEANE).

Realizado nos Setores de Física, Química, Fertilidade, Microbiologia e Geoquímica e Mineralogia do Solo, da Seção de Solos do IPEANE, Caixa Postal 205, Recife, Pernambuco. Apresentado no XI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Brasília, julho de 1967.

² Químico e Chefe da Seção de Solos do IPEANE, responsável pelo Setor de Física do Solo desta Seção e bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas.

³ Químico, responsável pelo Setor de Química do Solo da Seção de Solos do IPEANE.

⁴ Eng.^o Agrônomo do IPEANE.

⁵ Químico, responsável pelo Setor de Fertilidade do Solo da Seção de Solos do IPEANE.

⁶ Químico, responsável pelo Setor de Geoquímica e Mineralogia do Solo da Seção de Solos do IPEANE.

⁷ "Tabuleiro", áreas de topografia plana que ocorrem no Litoral do Nordeste, formadas por sedimentos arenosos e argilosos da Série (Formação) Barreiras (Caldas & Andrade 1964).

MATERIAL E MÉTODOS

O perfil estudado encontra-se numa área localizada na Seção de Fitotecnia do IPEANE, num solo classificado por Costa Lima (1954), como Série Recife. Apresenta as seguintes características: *Relêvo* plano, *altitude* 18 metros, *drenagem* adequada, *erosão* laminar ligeira, e *material originário* constituído de sedimentos areno-argilosos da Formação "Barreiras". Possui uma seqüência de horizontes A_{1p}, A_s, B₁ e B₂. O horizonte A_{1p} (0-12 cm) tem coloração bruno-escura, textura arenosa-franca e estrutura fraca, média, granular. O horizonte A_s (12-30 cm) é de coloração bruno-amarelada, textura franco-argilo-arenosa e estrutura moderada, média, blocos subangulares. O B₁ (30-63) apresenta coloração amarelo-brunada, textura franco-argilo-arenosa e estrutura moderada, média, subangular. O horizonte B₂ (63-90) é de coloração bruno-forte e vermelho-amarelada, textura argilosa, estrutura fraca e moderada, pequena e média, blocos subangulares.

COLETA DE AMOSTRAS

Após a descrição do perfil do solo, realizada com a colaboração dos Agrônomos Klinger e Mateus da Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo (DPFS), segundo normas do Soil Survey Manual (1951) e Lemos *et al.* (1963), procedeu-se à coleta das amostras com estrutura indeformada, pelo extrator de solos de Uhland (1949), conforme técnica descrita por Oliveira (1961). Esta coleta foi realizada a partir da superfície até 72 cm de profundidade, totalizando 9 seções de 8 cm de espessura, com 3 repetições para cada uma.

Na mesma ocasião foram retiradas amostras, de cada seção, para estudos microbiológicos e análises físicas e químicas.

MÉTODOS EMPREGADOS

1 Análise física (amostras com estrutura indeformada)

Coefficiente de permeabilidade. Obtido diretamente no bloco do solo contido no cilindro do Extrator, com volume de 347,5 ml, gradiente hidráulico de 1:3, duração de percolação de 7 a 8 horas e cálculo de *k* pela Lei de Darcy, conforme técnica descrita por Oliveira (1961).

Macro e microporosidade. Determinada através da "mesa de tensão", segundo Leamer e Shaw (1941). Aplicação de uma tensão correspondente a uma coluna de água de 60 cm de altura, segundo método descrito por Oliveira (1967).

Umidade de saturação. Determinada no bloco de solo, segundo técnica descrita por Oliveira (1967).

Porosidade total. Obtida pelo cálculo:

$$100 - \left[\frac{\text{pêso específico aparente} \times 100}{\text{pêso específico real}} \right]$$

Pêso específico aparente. Determinado em função do pêso do solo seco a 105°C contido no cilindro e o volume deste.

Nas amostras preparadas (terra fina seca ao ar)

Pêso específico real. Determinado pelo método do picnômetro, usando-se álcool etílico, segundo o Instituto de Química Agrícola (IQA) (1949).

Umidade equivalente. Método da centrifuga. Aplicação de uma força de 1.000 vezes a gravidade, correspondente a 2.440 rpm. Método descrito por Oliveira (1959, 1960).

Umidade a 15 atmosferas. Método da "membrana de pressão" de Richards, segundo o U.S. Salinity Laboratory Staff (1946).

Análise granulométrica (dispersão total). Método da pipeta com o emprêgo do cilindro de Koettlinge, modificado e o hidróxido de sódio como dispersante, segundo Oliveira (1966b). Separação das frações: areia grossa, areia fina, limo e argila segundo a Escala de Atterberg.

Dispersão natural. Método similar ao anterior, com determinação da argila, sem o uso do dispersante.

Índice de estrutura. Calculado segundo a expressão:

$$100 - \left[\frac{\% \text{ argila natural} \times 100}{\% \text{ argila total}} \right]$$

Classificação textural. Baseada no Triângulo de Classificação Americano, segundo o Soil Survey Manual (1951) e denominação das classes de acordo com a tradução sugerida pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Lemos *et al.* (1963).

2. Análises químicas

Complexo sortivo. Método de acetato de amônio. Extrato obtido por percolação, segundo métodos descritos no IQA (1949) e Dantas (1961).

Cálcio + magnésio. Método do EDTA, determinação por volumetria.

Sódio e potássio. Fotometrização direta do extrato do solo.

Soma das bases (S). Calculado através da soma dos valores do cálcio, magnésio, sódio e potássio.

Alumínio trocável. Extração pelo cloreto de potássio. Método volumétrico descrito no IQA (1949).

Hidrogênio trocável. Extração pelo acetato de cálcio. Método volumétrico, descrito no IQA (1949).

Valor T (capacidade total de troca). Calculado pela expressão:

$$S + H^+ + Al^{3+}$$

Valor V (índice de saturação de bases). Calculado pela expressão:

$$\frac{S \times 100}{T}$$

Silica (SiO₂). Determinação direta no extrato sulfúrico, usando-se a terra fina seca ao ar. Processo colorimétrico, segundo Vettori e Figueiredo (1950) e Chagas e Carvalho (1956).

Ferro (Fe₂O₃). Determinação no extrato sulfúrico, método volumétrico, segundo Vettori e Figueiredo (1950).

Alumínio (Al₂O₃). Método volumétrico segundo o IQA (1949).

Relação ki. Calculada pela expressão:

$$\frac{SiO_2\%}{Al_2O_3\%} \times 1,7$$

Relação kr. Calculada pela expressão:

$$\frac{SiO_2 \times 0,0167}{Fe_2O_3\% \times 0,00652 + Al_2O_3\% \times 0,0098}$$

Carbono. Método volumétrico usando-se o bicromato de potássio segundo o IQA (1949).

Nitrogênio. Método volumétrico de Kjeldahl, segundo o IQA (1949).

Fósforo assimilável. Método colorimétrico, pelo extrator de Troug, segundo Jackson (1958).

Fósforo total. Método volumétrico pelo molibdato de amônio, segundo Freitas (1950).

pH (água). Método potenciométrico usando-se a relação solo-água de 1:1, segundo IQA (1949).

pH (cloreto de potássio). Método potenciométrico usando-se a relação: solo-cloreto de potássio normal de 1:1.

Análise termo-diferencial. Método termo-diferencial com emprêgo do aparelho Gebruder Netzsh, Mod. 404, cedido pela FAO, segundo técnica descrita por Horowitz e Mackitie (1963).

3. Análises microbiológicas

Contagem de fungos. Método de Fred e Waksman (1928). Meio de cultura de Martin's.

Contagem de Rhizobium. Método segundo Fred e Waksman (1928). Meio de cultura 79.

Contagem de Beijerinckia e Azotobacter. Método segundo Gallego e Quero (1949). Uso do meio de Lipman.

4. Método direto de avaliação da penetração de raízes

Método similar ao proposto por Veihmeyer e Hendrickson (1946), com modificações, conforme técnica descrita a seguir.

As amostras foram coletadas com o extrator de solos de Uhland, de modo que a camada adensada, que ocorre logo abaixo de 12 cm de profundidade, constituísse a parte superior do bloco do solo. Acima deste foi colocado um anel com volume de 1/3 do cilindro. Este foi completamente cheio com o solo superficial. É importante salientar que a umidade do bloco do solo era da ordem de 12%, ou seja, próxima da umidade equivalente. Adicionou-se água, numa quantidade calculada para que o volume de solo adicionado ficasse com uma umidade igual a 9% (valor da umidade equivalente). O conjunto foi pesado e em seguida plantada uma semente de feijão Macassar (*Vigna sinensis*). A parte inferior do cilindro foi isolada com parafina. Após cada dia, o cilindro era pesado e colocada a quantidade de água evaporada ou transpirada. Depois que a planta atingiu o seu desenvolvimento adequado (três pares de folhas), a parte superior do solo foi isolada com cartolina parafinada. Nestas condições a planta apresentava uma altura que variava entre 10 e 12 cm. Aguardou-se o murchamento permanente da planta. Quando isto se verificou, retirou-se a cartolina e o anel, com o solo superficial e depois o bloco do solo, do cilindro. Fêz-se um corte vertical passando pelo centro do bloco e observou-se a distribuição das raízes. Determinou-se a umidade do solo contido no anel e depois, a do bloco. Este mesmo processo foi repetido no cilindro contendo o solo superficial, sem influência do adensamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Quadros 1, 2 e 3 apresentam os resultados das análises físicas, químicas e microbiológicas das seções de solo estudadas.

A Fig. 1 mostra o resultado da análise termo-diferencial da camada superficial (A_p) do A₂ e B₁.

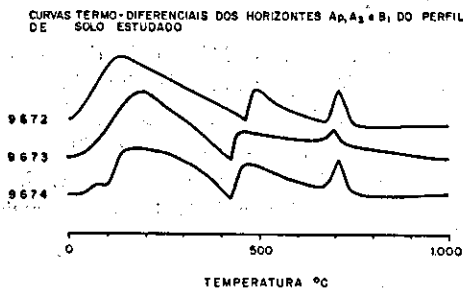


FIG. 1. Curvas termo-diferenciais dos horizontes A₁, A₂ e B₁ do perfil do solo estudado.

Os resultados obtidos pelo "método direto de avaliação de penetração de raízes", foram os seguintes:

nas seis repetições das amostras com adensamento, observou-se que não houve penetração alguma de raízes no bloco do solo e que estas se distribuíam ao redor deste e no volume de solo adicionado. Nos blocos de solo contendo a camada superficial, a distribuição das raízes foi homogênea, com relação à profundidade. Os teores de umidade no final da experiência foram de 4 e 4,5% para o solo adicionado, portanto próximo da umidade de murchamento e de 11 a 12% para o bloco do solo. Isto indica que a umidade deste permaneceu constante durante toda a experiência e que se não houve penetração de raízes não foi por deficiência de umidade.

QUADRO 1. Resultados físico-hídricos correspondentes às diversas seções do perfil do solo estudado

N.º amostra	Seção	Profundidade (cm)	Porcentagem (pêso)			Porcentagem (volume)			Coef. permeabilidade (k) cm/h
			Umidade 15 atm.	Umidade equivalente	Água disponível	Umidade saturação	Microporosidade	Macroporosidade	
9663	I	0-8	4,1	9,0	4,9	40,4	17,6	22,8	21,50
9664	II*	8-10	5,3	11,0	5,7	36,5	17,4	19,1	12,00
9665	III*	16-24	7,8	16,0	8,2	34,6	22,7	11,9	3,28
9666	IV*	24-32	9,1	17,0	7,9	34,6	25,4	9,2	2,05
9667	V*	32-40	9,0	19,0	10,0	34,6	27,8	6,8	1,47
9668	VI*	40-48	9,6	19,0	9,4	35,7	27,3	8,4	1,39
9669	VII	48-56	10,0	19,0	9,0	38,3	27,6	10,7	4,50
9670	VIII	56-64	10,1	20,0	9,9	37,7	28,7	9,0	3,44
9671	IX	64-72	11,0	21,0	10,0	37,3	28,5	8,8	3,03

N.º amostra	Pêso esp. aparente	Pêso esp. real	Porosidade natural % vol.	Análise granulométrica (% pêso)					Índice estrutura	Classificação textural
				Areia grossa	Areia fina	Limo	Argila total	Argila natural		
9663	1,47	2,66	44,8	55	30	3	12	3	75	arenoso-franco
9664	1,65	2,64	37,5	49	32	5	14	5	64	franco-arenoso
9665	1,65	2,61	36,8	44	29	4	23	12	48	fr.-arg.-arenoso
9666	1,59	2,60	38,8	33	35	5	27	11	59	fr.-arg.-arenoso
9667	1,59	2,61	39,1	31	34	6	29	8	72	fr.-arg.-arenoso
9668	1,59	2,65	40,0	41	25	6	28	8	71	fr.-arg.-arenoso
9669	1,56	2,66	43,2	39	27	5	29	2	93	fr.-arg.-arenoso
9670	1,56	2,63	40,7	40	26	3	31	0	100	fr.-arg.-arenoso
9671	1,53	2,66	42,3	37	30	2	31	0	100	fr.-arg.-arenoso

* Seções com adensamento.

QUADRO 2. Dados químicos e físico-químicos das diversas seções do perfil de solo estudado

N.º amostra	Seção	Profundidade (cm)	Complexo sortivo (mEq/100 g solo)								pH		
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S	H ⁺	Al ³⁺	T	V	água	KCl N
9663	I	0-8	0,70	0,30	0,15	0,03	1,23	0,63	4,01	5,87	20,95	5,3	4,0
9664	II*	8-16	0,70	0,40	0,11	0,05	1,53	0,84	3,44	5,81	26,30	5,3	3,9
9665	III*	16-24	0,90	0,35	0,10	0,05	1,55	0,84	3,65	6,04	25,70	5,2	3,9
9666	IV*	24-32	1,00	0,40	0,11	0,08	1,83	1,27	3,66	6,76	27,10	5,3	3,9
9667	V*	32-40	0,80	0,20	0,11	0,05	1,23	1,27	3,49	5,99	20,50	5,2	3,9
9668	VI*	40-48	0,60	0,25	0,03	0,05	1,05	1,48	3,09	5,62	18,70	5,0	3,8
9669	VII	48-56	0,55	0,20	0,12	0,05	0,92	1,69	2,71	5,32	17,10	5,1	3,8
9670	VIII	56-64	0,59	0,20	0,11	0,05	0,93	1,69	3,09	5,71	16,30	5,1	3,8
9671	IX	64-72	0,50	0,20	0,14	0,05	0,96	1,69	3,28	5,93	16,20	5,0	3,3

N.º amostra	Gramas por 100 gramas de solo					P ₂ O ₅ assim. mg/100 g	Gramas por 100 gramas de solo			Ki	Kr
	C	N	C/N	M.O.	P ₂ O ₅		SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃		
9663	0,80	0,08	10,0	1,38	0,04	5,7	8,49	0,80	5,14	2,81	2,56
9664	0,78	0,08	9,8	1,34	0,03	9,1	8,74	0,70	5,01	2,96	2,73
9665	0,61	0,06	10,2	1,05	0,03	7,9	12,05	0,70	8,14	2,52	2,39
9666	0,60	0,06	10,0	1,03	0,04	8,9	13,34	1,63	9,27	2,33	2,10
9667	0,61	0,05	12,2	1,05	0,01	4,7	13,92	1,64	10,82	2,19	2,00
9668	0,39	0,05	7,8	0,67	0,01	4,0	14,19	1,21	10,00	2,41	2,04
9669	0,33	0,05	6,8	0,57	0,01	3,6	14,64	1,50	11,06	2,25	2,08
9670	0,35	0,05	7,0	0,60	0,01	3,6	15,13	1,83	11,95	2,15	1,97
9671	0,34	0,05	6,8	0,59	0,01	3,6	16,62	2,24	12,45	2,28	2,04

*Seções com adensamento.

QUADRO 3. Resultados do estudo microbiológico realizado em diversas seções do perfil de solo estudado. (Média de três repetições)

N.º amostra	Seção	Número de colônias			
		Fungos x 20.000	Bactérias x 20.000	Azotobacter x 10	Beijerinckia x 10
1	I	13,3	52,3	12,0	16,0
2	II	23,3	72,0	28,0	14,0
3	III	3,0	17,6	5,0	8,0
4	IV	2,3	8,3	16,0	6,5
5	V	1,3	12,6	14,3	1,0

No estudo dos dados químicos das seções II, III, IV, V e VI, onde há influência do adensamento, verificou-se o seguinte:

a) um ligeiro aumento no índice de saturação de bases (V), de 21% na seção I para 26 e até 27% nas camadas (seções) II, III e IV, permanecendo as demais com valores inferiores a 20%;

b) uma distribuição de matéria orgânica relativamente homogênea, nas seções de I a V (0-40 cm); isto indica uma certa migração do colóide orgânico em profundidade;

c) que o fósforo assimilável, embora com valores baixos, se distribui nas seções de I a V, como decorrência de adubações;

d) que o pH das seções II, III, IV e V não sofreu modificações, em relação à camada (seção) superficial;

e) que os valores do SiO_2 , Fe_2O_3 e Al_2O_3 aumentaram com a profundidade, acompanhando os teores de argila, sem mostrar modificações nas camadas (seções) com adensamento.

Com relação à variação dos dados físicos e hídricos observou-se o seguinte:

f) que o valor do peso específico aparente aumentou bastante nas camadas adensadas; os resultados mais altos correspondem às seções de maior grau de adensamento;

g) que os valores do peso específico real permaneceram sem alteração nas diversas seções estudadas;

h) que os valores do coeficiente de permeabilidade acusaram acentuada diminuição para as seções III, IV, V e VI, quando comparados com a I;

i) que a macroporosidade diminuiu sensivelmente nas seções III, IV, V e VI, enquanto que a microporosidade aumentou, gradativamente. As percentagens dos volumes de macro e microporos com relação ao total de poros são:

seção	macroporos		microporos	
	%		%	
I	57		43	
II	52		48	
III	34		66	
IV	26		74	
V	20		80	
VI	24		76	
VII	24		76	
VIII	24		76	

verificou-se, então, uma redução de 18% no volume dos macroporos, da seção II para a III, de 26% da seção II para a IV, de 32% da seção II para a V; como a redução do volume dos macroporos está relacionada com o aumento do volume dos microporos, em quantidades proporcionais, o movimento da água no solo e a aeração ficam subordinados à existência de macroporos em quantidade suficiente para permitir a livre circulação da água e do ar no solo, ou na seção;

j) que os dados da umidade de saturação representada como a soma dos volumes dos macro e microporos, diminuíram sensivelmente nas camadas (seções) II, III, IV, V e VI, com valores mais baixos para as seções II, IV e V; comparando esses resultados como os da *porosidade total*, obtidos pelo cálculo, nota-se certa disparidade nos dados; na zona de adensamento mais pronunciado, os valores da porosidade total sofreram acentuada queda, não se observando o mesmo para as outras seções.

l) que os valores da *umidade equivalente e umidade a 15 atmosferas*, aumentaram com a profundidade, acompanhando os valores da argila, sem apresentar modificações nas camadas influenciadas pelo adensamento;

m) que os teores de argila total aumentaram com a profundidade; nota-se um acréscimo de 9% na seção III, em relação à II, permanecendo esse aumento de argila, gradativamente, porém, em pequena quantidade, nas outras seções; esse aumento brusco do teor de argila ocorre, geralmente, na zona de transição de horizontes (A_2 e B_1) e tem como consequência a lixiviação intensa que se observa no horizonte superficial; em virtude do *clima* (úmido) e do *relevo* (plano), o movimento da água no sentido lateral torna-se bastante reduzido, passando a se verificar no sentido vertical, influenciando assim, na acumulação de colóides, que por sua vez contribuem para a obstrução dos poros (macroporos), diminuição da permeabilidade e aumento do peso específico aparente;

n) que o índice de estrutura diminuiu nas camadas (seções) III e IV acusando valores de 48 a 59%, contra 75 e 64% nas seções I e II; esse fato coincidiu com o aumento do índice de saturação de bases (V); isto poderá indicar a possibilidade de uma correlação entre esses dois índices, na avaliação de camadas adensadas, em seções, camadas ou horizontes de perfis de solo;

o) que, em relação aos valores da argila e matéria orgânica, a distribuição desta última é mais uniforme, não se observando variações bruscas nas quatro primeiras seções; isto indica que a migração do colóide orgânico foi mais intensa que a do mineral, podendo ser responsável pela obstrução de parte dos poros dessas seções;

p) que a análise microbiológica indicou uma maior concentração de fungos, bactérias e *Azotobacter* na seção II, diminuindo bastante nas camadas III, IV e V; o número de colônias de *Beijerinckia* permaneceu, praticamente, o mesmo para as seções I e II, diminuindo também com a profundidade; nota-se que a ocorrência de bactérias está intimamente correlacionada com o volume dos macroporos; a aeração das seções III a V foi bastante reduzida, motivando então a pequena ocorrência de microorganismos;

q) que a argila é do tipo *cânditas*, tendo como material predominante a *caulinita*; isto está indicado pela análise termo-diferencial (Fig. 1), pela ocorrência do primeiro pico, endotérmico, em torno de 430°C e do segundo pico, exotérmico, a 710°C.

r) que os teores dos elementos nutrientes para as plantas, nas seções II, III, IV e V, são bastante próximos dos da camada superficial, onde se desenvolvem 80% de raízes. A falta ou deficiência de penetração de raízes é conseqüência de modificações nas propriedades físicas do solo.

CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos, conclui-se que apenas determinados métodos de laboratório podem ser empregados na caracterização e avaliação de camadas ou seções adensadas no solo.

Na ordem de importância temos: *coeficiente de permeabilidade, determinação da macro e microporosidade, peso específico aparente, percentagem de saturação, método direto com uso de plantas para avaliação de penetração de raízes e porosidade total*, determinações estas que são realizadas em amostras com estrutura indeformada.

A análise granulométrica (*dispersão total e natural*), *matéria orgânica, complexo sortivo e ki e kr*, são também necessárias para indicar, quantitativamente, as modificações nos teores das frações do solo e nos elementos nutritivos, constituindo subsídios importantes na interpretação dos resultados obtidos nas determinações anteriores.

As características físicas e químicas que não apresentaram modificações com relação às seções adensadas foram: *peso específico real, umidade equivalente, umidade a 15 atmosferas, pH, fósforos (total e assimilável) e nitrogênio*.

Os estudos morfológicos e os realizados nos laboratórios nos levam a admitir que o adensamento verificado é conseqüência de uma migração de colóides mineral e orgânico, da camada superficial (constantemente trabalhada), em profundidade. Este fato provoca a obstrução dos macroporos e, conseqüentemente, a diminuição da permeabilidade e aeração.

No caso em questão, a destruição do adensamento por meio de práticas agrícolas, (como aração de sub-superfície), viria aumentar a produtividade, permitindo assim maior volume de solo à disposição das raízes das culturas, volume este com quantidades de elementos nutrientes semelhantes aos da camada superficial.

REFERÊNCIAS

- Chagas, G. B. & Carvalho, T. 1950. Método rápido de determinação das relações ki e kr. Bol. Téc. 48, Inst. Quím. Agrícola, Rio de Janeiro.
- Caldas, R. L. & Andrade G. O. 1964. As grandes divisões da Zona da Mata pernambucana. Bol. n.º 3 da Fund. Açu. Pernambuco, Recife.
- Costa Lima, J. W. da 1954. Levantamento dos solos da Estação Experimental do Curado. Bol. Téc. 1, Inst. Agron. Nordeste, Recife.
- Dantas, M. da S. 1961. Determinações dos cations permutáveis em solos contendo sais solúveis. Bol. Téc. 15, Inst. Agron. Nordeste, Recife.
- Fred, E. B. & Waksman, S. A. 1928. Laboratory manual of soil microbiology. John Willey & Sons, New York.
- Freitas, G. G. 1950. Do fósforo na terra e sua dosagem. An. I Congr. Bras. Ciên. Solo, Rio de Janeiro, 1, p. 109-185.
- Gallego, -, & Quero, -. 1949. Compendio de microbiología del suelo. 2.ª parte. Inst. For. Inv. Exp., Madrid, 20 (45): 3-132.
- Horowitz, A. & Mackitie, O. A. 1963. Observações sobre algumas argilas dos solos do Nordeste. I. Solos de Região do Médio São Francisco. Bol. Téc. 21, Inst. Agron. Nordeste, Recife.
- Instituto de Química Agrícola 1949. Método de análise de solo. Bol. Téc. 11, Inst. Quím. Agrícola, Rio de Janeiro.
- Jackson, M. L. 1958. Soil chemical analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. Y.
- Leamer, R. W. & Shaw, B. 1941. A simple apparatus for measuring noncapillary porosity an extensive scale. J. Am. Soc. Agron. 33: 1003-1008.
- Lemos, R. C., Santos, R. D. dos, Araújo, J. E. G. de Pava-gau, 1963. Manual de métodos de trabalhos de campo. 1.ª aprox. Soc. Bras. Ciên. Solo, Rio de Janeiro.
- Oliveira, L. B. de 1959. Determinação da umidade de mur-chamento de alguns tipos de solo do Nordeste. Bol. Téc. 8, Inst. Agron. Nordeste, Recife.
- Oliveira, L. B. de 1960. Estudo do sistema solo-água-plantas em solos do Nordeste. Bol. Téc. 14, Inst. Agron. Nordeste, Recife.
- Oliveira, L. B. de 1961. Coeficiente de permeabilidade de dois tipos de solo (aluvial) da Estação Experimental do Curado. Bol. Téc. 16, Inst. Agron. Nordeste, Recife.
- Oliveira, L. B. de 1963. Estudo físico-hídrico do solo. Caracterização completa sob o ponto de vista físico, de uma área experimental da Série Recife, localizada na Estação Experimental do Curado. Bol. Téc. 19, Inst. Agron. Nordeste, Recife.
- Oliveira, L. B. de 1966a. O estudo físico do solo e a aplicação racional de técnicas conservacionistas. Pesq. agropec. bras. 2: 281-285.
- Oliveira, L. B. de 1966b. Modificação do Cilindro de Koettinge utilizado na análise mecânica do solo. Pesq. agropec. bras. 1: 239-242.
- Oliveira, L. B. de 1967. Determinação da macro e microporosidade pela mesa de tensão, em amostras com estrutura indeformada. Pesq. agropec. bras. 3: 197-200.
- Uhland, R. E. 1949. Physical properties of soil as modified by crops and management. Soil Sci. Am. Proc. 14: 361-366.
- U. S. Department of Agriculture 1951. Soil survey manual. U. S. Dept. Agric. n.º 18, Washington.
- U. S. Salinity Laboratory Staff 1946. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U. S. Dept. Agric. Handbook 60, Washington.
- Veihmeyer, F. J. & Hendrickson, A. H. 1946. Soil density as a factor in determining the permanent wilting percentage. Soil Sci. 62: 451-456.
- Vettori, L. & Figueiredo, T. P. 1950. Sobre a determinação de sílica em solos, Bol. 18, Inst. Quím. Agrícola, Rio de Janeiro.

CHARACTERIZATION OF SUBSOIL COMPACTION IN A "TABULEIRO" AREA ON CURADO EXPERIMENT STATION IN RECIFE

Abstract

Analytical results are shown for 9 samples each of 8 cm in thickness in a soil located in the "tabuleiro" area of the Curado Experiment Station. The purpose of the study was to determine which physical, chemical and microbiological measurements could be used to characterize compaction in the soil profile.

The study showed that only certain laboratory methods are suitable for characterizing soil compaction. These are: permeability coefficient, macro and micro porosity, apparent specific weight, percentage of saturation, direct observation of root penetration and total porosity. Useful supplementary determinations are mechanical analysis (total and natural dispersion of clays), organic matter, exchange complex and k_i and k_r . Laboratory determinations that were not helpful in characterizing compaction were: actual specific weight, moisture equivalent, moisture at 15 atmosphere, phosphorus and nitrogen.

Data obtained in morphological, physical, chemical and microbiological studies indicated that soil compaction is a consequence of obstruction of a part of the macropores with organic and mineral colloidal material which causes modifications in the physical properties of subsoil layers. Conditions of climate, topography and the nature of clays appear to contribute to the formation of the compacted layers.

The destruction of compaction through agricultural practices should improve the physical condition of the soil, facilitate the penetration of plant roots and increase the productive capacity of the soil.