

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomico do Estado de São Paulo

Vol. 25

Campinas, dezembro de 1966

N.º 40

CARACTERÍSTICAS DOS AGREGADOS DE SOLO PODZÓLICO VERMELHO AMARELO DA ES- TAÇÃO EXPERIMENTAL DE MONTE ALEGRE DO SUL (1)

J. BERTOLDO DE OLIVEIRA, FRANCISCO GROHMANN e JOSÉ PEREIRA DE QUEIROZ NETO, *engenheiros-agrônomos, Seção de Agrogeologia, Instituto Agrônomico*

SINOPSE

Procurou-se analisar as características físico-químicas dos agregados de amostras de solo provenientes de três parcelas: cultura de milho, pomar de frutas de clima temperado e eucalipto. No laboratório foram efetuadas as seguintes determinações: granulometria, pH, C e N totais; Ca^{++} , Mg^{++} e K^+ trocáveis e capacidade de troca de cations.

A variação dos teores dos elementos nas diferentes classes de tamanho de agregados dos solos analisados não foi muito grande. De maneira geral, os agregados da parcela "milho" apresentaram os mais baixos níveis de elementos. Pequenas diferenças apresentaram as duas parcelas — "pomar" e "eucalipto".

A soma das bases trocáveis e a capacidade de troca de cations parecem estar intimamente relacionadas com os valores de matéria orgânica, mostrando a importância desse constituinte do solo.

1 — INTRODUÇÃO

As pesquisas de estrutura dos solos foram iniciadas, em São Paulo, há alguns anos atrás (3, 4, 5, 11). Procurou-se definir, principalmente, o estado de agregação e a estabilidade nágua dos agregados de dois solos do Estado de São Paulo — a terra roxa e o podzólico vermelho amarelo-orto — bem como o efeito produzido pelo uso agrícola e pelas adubações.

Em trabalhos posteriores, mais detalhados, foi possível observar que o estado de agregação do podzólico vermelho amarelo-orto apresentava pequena variação conforme a intensidade de cultivo, ao contrário da estabilidade nágua dos agregados, que chegava a

(1) Trabalho apresentado no II Congresso Latino-Americano e X Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, realizados em Piracicaba, São Paulo, de 19 a 23 de julho de 1965. Recebido para publicação em 19 de julho de 1966.

sofrer redução de 50%, quando comparada com a de um solo nas condições naturais (13). Observou-se, então, que a redução da quantidade de matéria orgânica, representada pelos teores de carbono total, era a principal responsável pela diminuição da estabilidade nágua dos agregados. Secundariamente, o cálcio trocável também exerceria alguma influência, pois os teores mais elevados desse elemento, quando associados aos teores mais altos de carbono total, tendiam a diminuir a estabilidade nágua dos agregados.

Com o intuito de estudar mais intimamente a composição dos agregados, foram efetuadas determinações de certas características físicas e químicas das várias classes de tamanho de agregados da terra roxa e do podzólico vermelho amarelo-orto (12). Constatou-se, então, que as várias classes de tamanho de agregados do podzólico vermelho amarelo-orto, ao contrário da terra roxa, apresentavam teores muito próximos dos elementos analisados.

Neste trabalho procurou-se verificar a variação da composição física e química dos agregados, em parcelas de podzólico vermelho amarelo-orto submetidas a diferentes tipos de uso e apresentando níveis variáveis de diversos elementos.

2 — MATERIAL E MÉTODOS

As amostras utilizadas foram coletadas em 1964, em três parcelas da Estação Experimental de Monte Alegre do Sul, e correspondem àquelas onde anteriormente foram estudados o estado de agregação e a estabilidade nágua dos agregados (13):

- a) Parcela “milho” — cultivada ininterruptamente há 15 anos;
- b) Parcela “pomar” — com árvores frutíferas;
- c) Parcela “eucalipto” — com plantas de 2.º corte.

Essas três parcelas representam tipos bem diferentes de uso e preparo do solo: a mais intensamente cultivada é a parcela “milho”, seguida de “pomar” e “eucalipto”, representando esta o solo em repouso e o mais próximo possível das condições naturais (13).

As amostras foram retiradas em duplicata, na profundidade de 0 a 25 cm, correspondendo, aproximadamente, ao horizonte A ($A_1 + A_2$) e ao máximo alcançado pelo bico do arado.

Depois de bem homogenizadas, elas foram secas ao ar, no laboratório, e passadas integralmente na peneira de 7 mm de abertura de malha. A separação a seco das diferentes classes de tamanho dos agregados foi feita com as peneiras de 4, 2, 1, 0,5, 0,25 e 0,105 mm de abertura de malha.

Nas diversas classes de tamanho de agregados foram efetuadas as seguintes determinações: granulometria, pH, C e N totais,

Ca^{++} , Mg^{++} e K^+ trocáveis e a capacidade de troca de cátions (10).

Os resultados analíticos permitiram a construção de gráficos, onde se encontram representadas as variações dos teores de argila e carbono total, a soma de bases trocáveis e a capacidade de troca de cátions em função do tamanho dos agregados. Além disso, foram feitos gráficos mostrando as relações entre a soma das bases trocáveis e a capacidade de troca de cátions com as porcentagens de carbono total.

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da caracterização físico-química dos agregados constam do quadro 1.

Confirmando resultados anteriores, a variação dos teores dos elementos nas diversas classes de tamanho de agregados foi pequena, principalmente quando comparada às da terra roxa (12).

O exame do quadro 1 possibilita observar que, à exceção dos teores de argila, que foram mais ou menos constantes nas três parcelas, os níveis dos vários elementos (C e N totais e bases trocáveis), variaram de uma parcela à outra.

De modo geral, a parcela “milho” apresentou os níveis mais baixos dos elementos analisados, à exceção do cálcio trocável, cujos teores foram semelhantes aos da parcela “eucalipto”.

As porcentagens de carbono total da parcela “pomar” foram análogas às da “eucalipto”, e ambas superiores às da parcela “milho”. A parcela “pomar” apresentou teores de potássio trocável pouco superiores aos da parcela “milho” e bem inferiores aos da “eucalipto”. Os teores de magnésio trocável foram bem mais altos que os da “milho”, mas bem mais baixos que os da “eucalipto”. As somas das bases trocáveis das parcelas “pomar” e “eucalipto” mostraram-se bastante próximas, pois os níveis de cálcio trocável daquela contrabalançam os de magnésio e potássio trocáveis, superiores, desta.

Essas observações mostram que os níveis dos elementos analisados nas diferentes classes de tamanho de agregados acompanharam muito de perto aqueles encontrados na totalidade do solo, e que foram apresentados por Queiroz Neto, Oliveira e Grohmann (13): a parcela “milho” apresentava os níveis mais baixos, à exceção do cálcio trocável; a parcela “pomar”, teores mais elevados de N total e cálcio trocável; e a “eucalipto” era mais rica em magnésio e potássio trocáveis.

Na figura 1 percebe-se claramente a variação do carbono total, da soma das bases trocáveis e da capacidade de troca de cátions, de uma parcela à outra: “milho” está sempre abaixo das demais, exceto quanto às porcentagens de argila, onde as três se encontram bem agrupadas.

QUADRO 1. — Características físicas e químicas das diferentes classes de tamanho dos agregados das amostras das parcelas cultivadas com milho, pomar de árvores frutíferas e eucalipto

Culturas existentes nas parcelas	Classes de tamanho dos agregados, em mm	Fre- quência agre- gados	Análise Granulométrica				pH	C	N	Bases trocáveis			S	T		
			Argila	Limo	Areia fina	Areia grossa				Ca ++	Mg ++	K +			e. mg/ 100 g	e. mg/ 100 g
Milho	7 a 4	%	27,0	25,0	43,8	4,2	5,40	%	0,13	e. mg/ 100 g	2,51	0,32	0,09	e. mg/ 100 g	2,92	5,60
	4 a 2	%	28,3	23,3	41,7	6,7	5,30	1,83	0,13	e. mg/ 100 g	2,43	0,35	0,09	e. mg/ 100 g	2,87	5,70
	2 a 1	%	29,5	22,0	37,5	11,0	5,40	1,80	0,13	0,23	2,23	0,26	0,08	e. mg/ 100 g	2,57	5,60
	1 a 0,5	%	29,7	20,5	37,0	12,8	5,30	1,77	0,13	0,19	2,19	0,24	0,09	e. mg/ 100 g	2,52	5,34
	0,5 a 0,25	%	27,0	22,3	36,7	14,0	5,50	1,67	0,13	2,38	0,26	0,10	0,10	e. mg/ 100 g	2,74	5,50
	0,25 a 0,105	%	26,7	21,0	51,0	1,3	5,55	1,78	0,13	2,45	0,27	0,08	0,08	e. mg/ 100 g	2,80	5,40
	< 0,105	%	27,0	23,9	49,1	0	5,55	1,72	0,13	2,53	0,36	0,10	0,10	e. mg/ 100 g	2,99	5,23
Pomar	7 a 4	%	26,2	22,3	41,3	10,2	5,30	2,43	0,16	2,90	0,73	0,13	0,13	e. mg/ 100 g	3,76	6,60
	4 a 2	%	27,3	18,3	46,7	7,7	5,20	2,35	0,16	2,82	0,53	0,11	0,11	e. mg/ 100 g	3,46	6,35
	2 a 1	%	24,5	22,0	40,2	13,3	5,20	2,31	0,14	2,90	0,58	0,11	0,11	e. mg/ 100 g	3,59	6,23
	1 a 0,5	%	24,6	22,2	39,0	14,2	5,30	2,31	0,16	2,85	0,56	0,13	0,13	e. mg/ 100 g	3,54	6,50
	0,5 a 0,25	%	25,0	23,2	37,5	14,3	5,25	2,49	0,16	3,11	0,69	0,18	0,18	e. mg/ 100 g	3,98	7,35
	0,25 a 0,105	%	25,3	25,5	44,2	5,0	5,25	2,55	0,16	3,02	0,68	0,19	0,19	e. mg/ 100 g	3,89	6,90
	< 0,105	%	24,5	19,9	55,6	0	5,50	2,36	0,15	2,56	0,69	0,09	0,09	e. mg/ 100 g	3,34	6,33
Eucalipto	7 a 4	%	25,3	27,0	39,0	8,7	5,40	2,34	0,14	2,16	1,16	0,21	0,21	e. mg/ 100 g	3,53	7,40
	4 a 2	%	25,5	26,5	38,7	9,3	5,40	2,42	0,15	2,09	1,16	0,25	0,25	e. mg/ 100 g	3,50	6,97
	2 a 1	%	24,4	26,8	34,3	14,5	5,45	2,14	0,15	2,30	1,07	0,15	0,15	e. mg/ 100 g	3,52	7,04
	1 a 0,5	%	23,5	22,5	30,0	24,0	5,50	2,14	0,12	2,03	0,99	0,22	0,22	e. mg/ 100 g	3,24	6,65
	0,5 a 0,25	%	22,5	24,0	28,7	24,8	5,40	2,00	0,14	2,19	1,16	0,22	0,22	e. mg/ 100 g	3,57	6,40
	0,25 a 0,105	%	22,6	26,4	46,5	4,5	—	—	—	—	—	—	—	e. mg/ 100 g	—	—
	< 0,105	%	22,6	30,2	47,2	0	5,45	2,40	0,16	2,45	1,17	0,38	0,38	e. mg/ 100 g	4,00	8,20

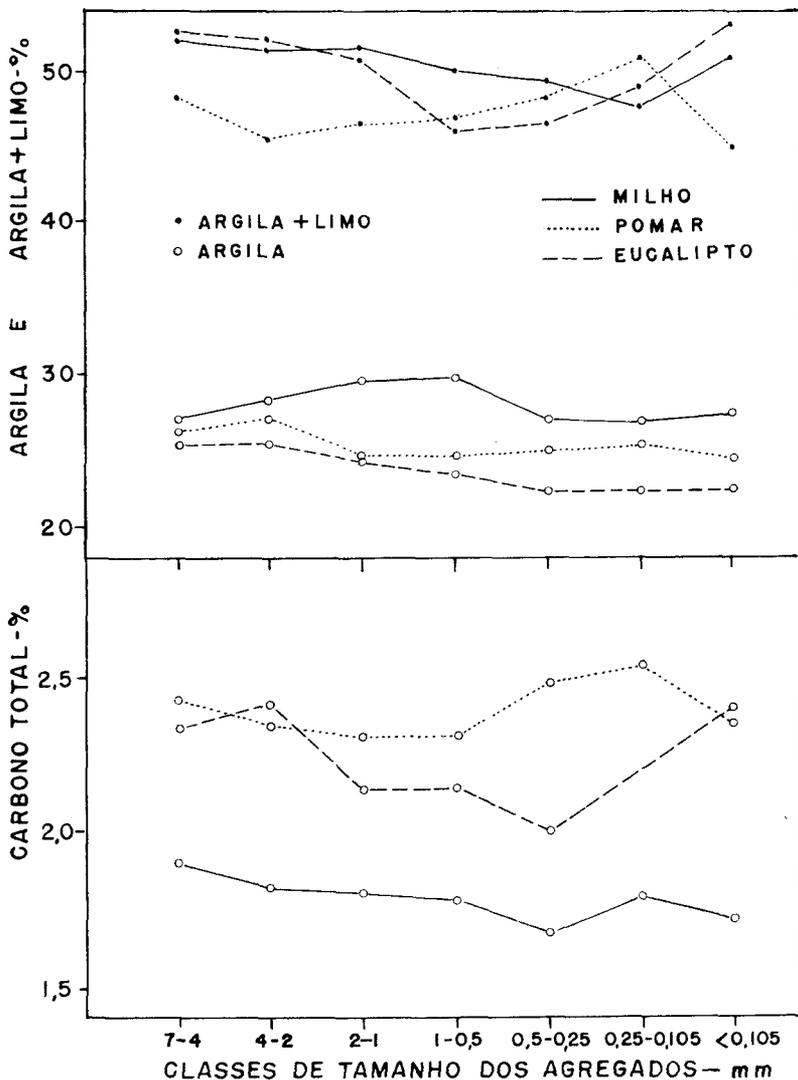


FIGURA 1. — Representação gráfica dos teores de argila, argila + limo e carbono total das diversas classes de tamanho dos agregados dos solos das parcelas "milho" e "eucalipto".

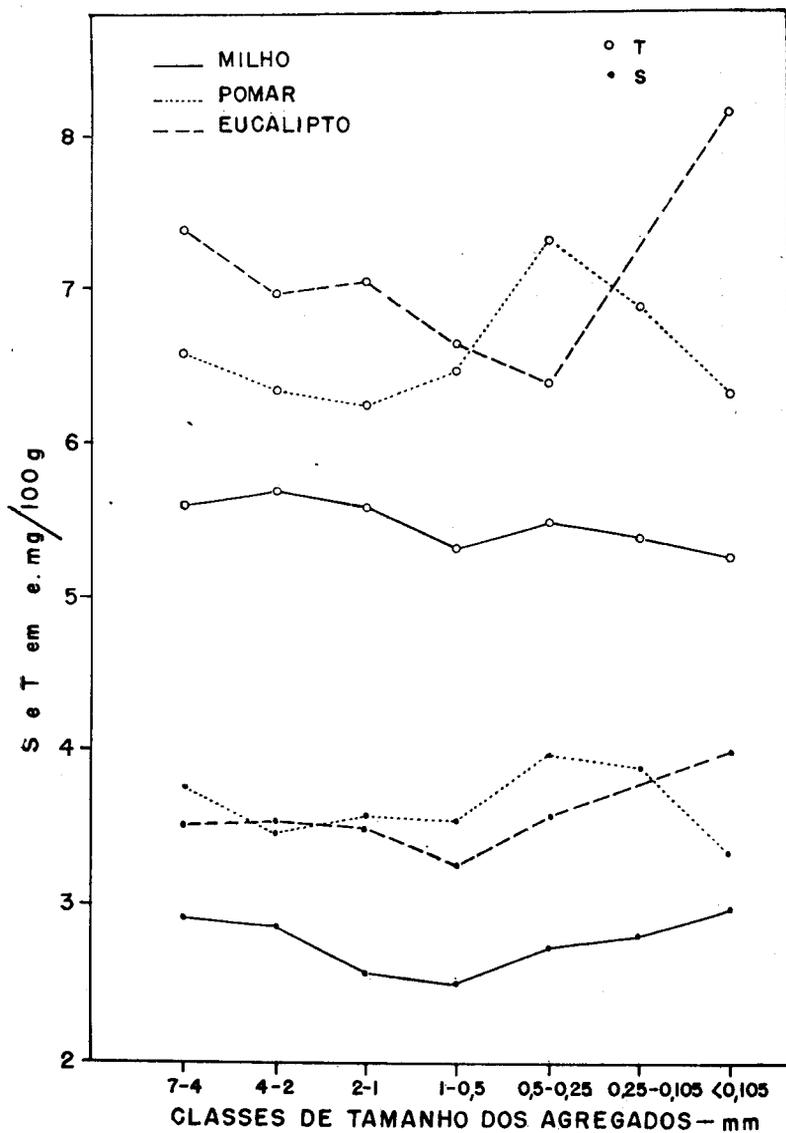


FIGURA 2. — Representação gráfica dos valores da capacidade de troca de cations e da soma das bases trocáveis, das diversas classes de tamanho dos agregados dos solos das parcelas "milho" e "eucalipto".

É possível, ainda, observar que a variação dos níveis da capacidade de troca de cátions (figura 2), nos diferentes tamanhos de agregados das parcelas "pomar" e "eucalipto", apresentou certa analogia com a dos níveis de carbono total. "Eucalipto" apresentou porcentagens de C total ligeiramente mais altas nos agregados maiores e menores, e teores mais baixos na classe 0,5-0,25 mm, da mesma forma que os níveis de capacidade de troca de cátions; nestes, aliás, os valores da classe $< 0,105$ mm foram acentuadamente mais elevados. "Pomar", por outro lado, apresentou o maior teor de carbono total na classe 0,25-0,105 mm, situando-se logo a seguir à de 0,5-0,25 mm; a capacidade de troca de cátions foi mais elevada na classe 0,5-0,25 mm. Neste caso, verificou-se também certa analogia entre os valores de carbono total e a soma das bases trocáveis.

Na terra roxa (6), que apresentava variação dos teores de argila em função do tamanho dos agregados, foi possível observar a existência de uma relação entre esses teores e os valores da capacidade de troca de cátions e da soma das bases trocáveis. No podzólico vermelho amarelo-orto, tal como se observa na figura 1, a variação dos teores de argila em função do tamanho dos agregados foi desprezível, não permitindo a obtenção daquela relação.

Com os teores de carbono total, que, além de apresentarem uma pequena variação em função do tamanho, mostraram porcentagens bem diferentes nas várias parcelas, foi possível verificar a existência de uma relação linear com os valores da capacidade de troca de cátions e a soma das bases trocáveis. Essa relação acha-se representada gráficamente na figura 3, tendo sido construída a reta que a materializa.

Os níveis mais baixos de *S* e *T* da parcela "milho" dispuseram-se mais ou menos ao redor das retas. Nas outras parcelas, os pontos representativos dessa relação acham-se dispostos em progressão, indicando que à pequena variação dos teores de carbono total, dos diferentes tamanhos de agregados, correspondeu uma modificação dos valores de *S* e *T*; essa disposição foi mais visível na parcela "eucalipto". Verifica-se, assim, que a variação do valor *T* dos agregados deste solo acha-se intimamente relacionada com a do carbono total.

Com a capacidade de troca de cátions observou-se um fato interessante: os valores representativos da parcela "pomar" acham-se nitidamente separados dos da parcela "eucalipto". Essa disposição realça o fato de que os teores mais elevados de carbono total daquela não provocaram o aparecimento de valores mais elevados de *T*, pois estes, em ambos os casos e com poucas exceções, encontram-se dispostos entre 6 e 7 e.mg/100 g.

Em trabalho anterior, Queiroz, Oliveira e Grohmann (13) ressaltaram o papel da matéria orgânica na estabilidade nágua dos agregados, tendo verificado que seus teores mais elevados aumen-

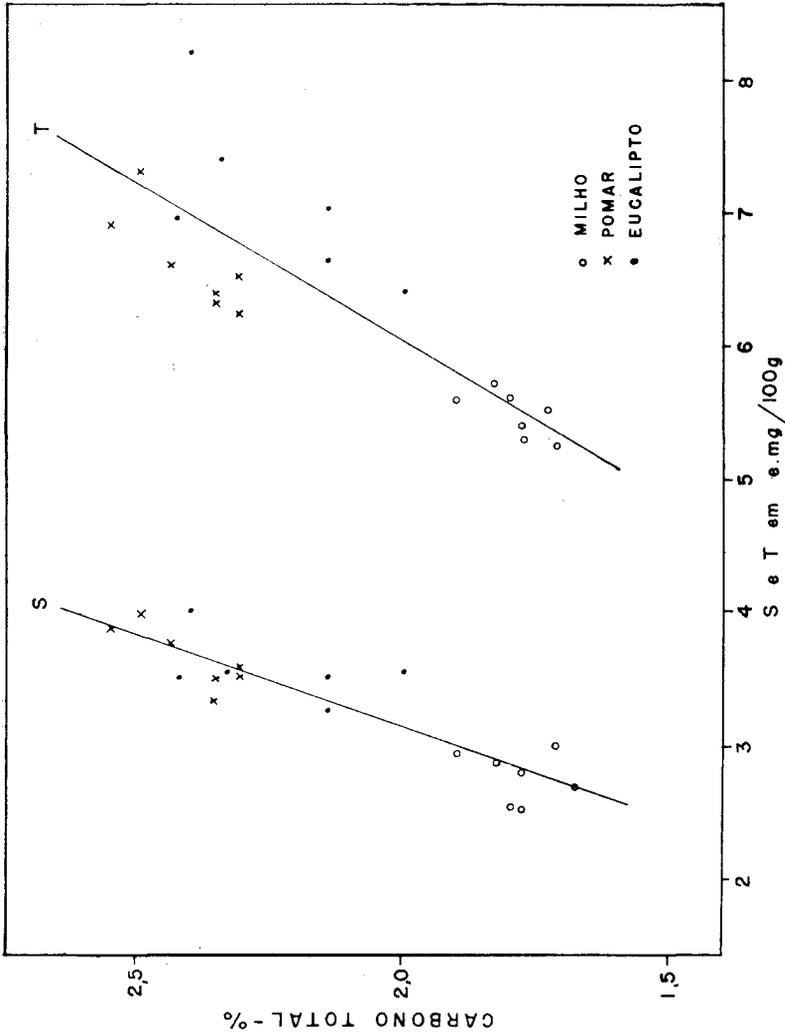


FIGURA 3. — Relação entre a soma das bases trocáveis e capacidade de troca de cations e os teores de carbono total das diferentes classes de tamanho de agregados, do podzólico vermelho amarelo-orto, sob diferentes formas de uso.

tavam essa característica dos agregados; além disso, observaram êsses autores que os níveis mais elevados de Ca^{++} trocável poderiam ter uma ação depressiva sôbre a estabilidade nágua.

Existe uma certa analogia entre os resultados da pesquisa relatada acima e os representados na figura 3. De fato, os teores de carbono total da parcela "pomar", ligeiramente mais altos do que os de "eucalipto", aparecem concomitantemente com níveis mais altos de cálcio trocável. No caso, além disso, ocorreram também variações, de uma parcela à outra, dos níveis de magnésio e potássio trocáveis, além do de N total, todos discutidos mais atrás.

Existe provavelmente uma inter-relação entre os elementos analisados. McCalla (9), por exemplo, observou que materiais orgânicos de diferentes qualidades podem exercer efeitos variados sôbre a estrutura do solo, e que a estabilidade nágua dos agregados é mais afetada pela qualidade do que pela quantidade. A influência dos elementos fertilizantes e do calcário, além disso, seria indireta, condicionando a qualidade da matéria orgânica formada. Elson (2) observara que os solos de parcelas fertilizadas podem apresentar mais matéria orgânica, sem que isso se traduza por um aumento dos agregados em relação à testemunha. Browning e Milam (1) verificaram que a influência do calcário sôbre a agregação e estabilidade nágua dos agregados depende do teor original de matéria orgânica do solo ou da que foi adicionada; além disso, o calcário sôzinho não modifica a agregação. Grohmann, Oliveira e Queiroz (6) aventaram a hipótese de que a adição de estêrco e fertilizantes à terra roxa provocaria modificação da qualidade da matéria orgânica, e êsse fenômeno seria o principal responsável pelas variações da estabilidade nágua dos agregados e soma das bases trocáveis.

Assim, é possível que o comportamento dos agregados do podzólico vermelho amarelo-orto esteja na dependência não só da quantidade, como anteriormente fôra verificado, como também da qualidade da matéria orgânica. As variações da estabilidade nágua dos agregados, encontradas nas parcelas "pomar" e "eucalipto", seriam causadas por modificações da qualidade da matéria orgânica, indicada pelos níveis diferentes de bases trocáveis, sobretudo cálcio, e do N total. Essas modificações teriam repercussão, também, sôbre a capacidade de troca de cátions, de modo que a parcela "eucalipto", ligeiramente mais pobre em C total, apresentaria níveis ligeiramente mais elevados de capacidade de troca de cátions.

Finalmente, a literatura sôbre a composição dos agregados do solo ainda é muito escassa, não permitindo conclusões comparativas. Koloskova e Akberdina (7) e Koloskova e Shchukina (8), trabalhando com chernozems e solos correlatos verificaram que os teores de argila e matéria orgânica aumentavam dos agregados maiores para os menores, ao passo que a soma das bases trocáveis

diminua. Grohmann, Oliveira e Queiroz (6) observaram que êsses teores, na terra roxa, diminuíam dos agregados maiores para os médios e aumentavam dêstes para os menores. Assim, pode-se concluir que os agregados do podzólico vermelho amarelo-orto, da Estação Experimental de Monte Alegre do Sul, têm características físicas e químicas próprias, que os distinguem dos de outros solos.

4 — CONCLUSÕES

Os teores dos diversos elementos variaram muito pouco, em função do tamanho dos agregados, no podzólico vermelho amarelo-orto. Em alguns casos, como o das porcentagens de argila, essa variação foi desprezível, ao passo que em outras, apesar de pequena, como a do carbono total, ela exerceu certa influência sôbre os valores da soma das bases trocáveis e capacidade de troca de cátions.

Ao contrário do que ocorreu com o latossolo roxo (6), os mesmos tamanhos de agregados, nas diferentes parcelas do podzólico vermelho amarelo-orto, apresentaram níveis diversos de carbono total. A capacidade de troca de cátions acompanhou essa variação, os seus valores mais elevados correspondendo aos mais altos de carbono total.

Da mesma forma que para a estabilidade nágua dos agregados (13), teores mais elevados de cálcio trocável, quando acompanhados de valores mais altos de carbono, parecem exercer certa ação depressiva sôbre os níveis da capacidade de troca de cátions. Aliás, essa diminuição dos valores T coincidiu com uma certa oscilação dos teores de magnésio e potássio trocáveis, além do cálcio.

Êsses resultados levam a supor a possibilidade de ocorrência de modificações na composição da matéria orgânica dos agregados, sendo a variação dos teores dos diversos elementos um indício e a principal causa da oscilação dos valores T .

Essas características, quando comparadas às de outros solos, permitem concluir que o podzólico vermelho amarelo-orto se distinguiu por apresentar composições física e química dos agregados bem específicas. Por outro lado, essas características podem variar de um solo a outro.

AGGREGATE CHARACTERISTICS OF A YELLOW-RED PODZOLIC OF THE EXPERIMENT STATION OF MONTE ALEGRE DO SUL

SUMMARY

An attempt was made to analyse the physico-chemical characteristics of soil sample aggregates proceeding from three different areas: corn growing plots, orchards of fruits of temperate climate and eucalyptus groves. In

the laboratory the following determinations were carried out: granulometric, pH, C and N totais, Ca^{++} , Mg^{++} and K^+ exchangeable and capacity of cation exchange.

The variation of element contents was not very large in the different classes of size of the aggregates of the analysed soils. In a general way, the aggregates of the "corn" area presented the lowest levels of the analysed elements whereas the other two, "orchards and encalyptus plots", showed quite immaterial differences.

The sum of exchangeable bases and the capacity for cation exchange seems to be intimately related to the values of organic matter, thus showing the importance of this soil constituent.

LITERATURA CITADA

1. BROWNING, G. M. & MILAM, F. M. Effect of different types of organic materials and lime on soil aggregation. *Soil Sci.* 57:91-106. 1944.
2. ELSON, J. A comparison of the effect of certain cropping and fertilizer and manuring practices on soil aggregation of Dunmore silt loam. *Soil Sci.* 50:339-353. 1940.
3. GROHMANN, F. Análise de agregados de solos. *Bragantia* 19:[201]-213. 1960.
4. ————— & ARRUDA, H. V. Influência do preparo do solo sobre a estrutura da terra-roxa-legítima. *Bragantia* 20:[1203]-1209. 1961.
5. ————— & CONAGIN, A. Técnica para o estudo da estabilidade de agregados do solo. *Bragantia* 19:[329]-343. 1960.
6. —————, OLIVEIRA, J. B. & QUEIROZ, J. P. (neto). Influência da adubação nas características dos agregados do solo da série Chapadão (terra-roxa). (No prelo)
7. KOLOSKOVA, A. V. & AKBERDINA, R. KH. Qualitative composition of aggregates of certain Volga-Kama forest steppe soils. *Soviet Soil Sci.* 10:1218-1222. 1959.
8. ————— & SHCHUKINA, G. N. Physico-chemical properties of water stable aggregates of various diameters. *Doklody Soil Sci.* 1-5. 1963.
9. McCALLA, T. M. Influence of microorganisms and some organic substances on soil structure. *Soil Sci.* 59:287-297. 1945.
10. PAIVA, J. E. (neto), NASCIMENTO, A. C., KÜPPER, A. (e outros). Solos da Bacia Paraná-Uruguay. São Paulo, Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguay, 1961. 168p.
11. QUEIROZ, J. P. (neto) & GROHMANN, F. Estado de agregação da terra roxa (série Chapadão) num ensaio de adubação de milho. *Bragantia* 22:635-646. 1963.
12. —————, ————— & OLIVEIRA, J. B. Características analíticas dos agregados dos solos terra roxa (série Chapadão) e podzólico vermelho amarelo-orto da Estação Experimental de Monte Alegre do Sul. (No prelo)