

# ESTUDO DA FORMAÇÃO E RUPTURA DE AGREGADOS

## I — SÉRIE LUIZ DE QUEIROZ

O. FREIRE, G. RANZANI, K. REICHARDT e O. A. CAMARGO

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"  
Universidade de S. Paulo — Piracicaba

### INTRODUÇÃO

A avaliação do estado de agregação, pelo peneiramento em água, apresenta limitações quando se deseja acompanhar as modificações que os agregados venham a sofrer sob determinadas condições. Modernamente, dados adicionais, acérca do processo seguindo o qual os agregados se rompem em unidades menores ou se juntam em unidades maiores, podem ser obtidos marcando-se os elementos estruturais com um isótopo radiativo. O elemento marcador tendo meia vida suficientemente longa e sendo pouco absorvível pelos vegetais, permite que se acompanhe a formação ou a demolição dos agregados sob condições experimentais. Pesquisas dessa natureza já foram realizadas em alguns solos das regiões temperadas, mas sob este aspecto, a estruturação dos solos tropicais permanece ainda desconhecida.

O presente trabalho foi conduzido visando acompanhar o comportamento de agregados durante a aplicação de vários tratamentos, em um solo particularmente importante sob o ponto de vista agrícola e de ocorrência muito comum no Município de Piracicaba.

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O método de se marcarem os agregados com um isótopo radiativo, embora seja o único que permita que se acompanhe a evolução dos elementos secundários sob determinadas condições tem sido ainda pouco empregado pelos pesquisadores.

TOTH & ALDERFER (1960a) descreveram o método para marcar agregados do solo estáveis em água com  $\text{Co}^{60}$ . Concluíram que este elemento radiativo se distribui uniformemente nos agregados, não sendo perdido mesmo quando permaneciam na água por mais de um ano.

Estes mesmos autores (1960b) usaram, em outro trabalho, o método anteriormente citado para estudar a formação e a destruição dos agregados estáveis em água sob condições de laboratório e de casa-de-vegetação.

KIRKHAM & KUNZE (1962) publicaram uma revisão bibliográfica sobre o emprego de métodos com isótopos radiativos em pesquisas de Física de Solo. Entre todas as demais aplicações, citam os trabalhos de Toth e Alderfer sobre a estabilidade de agregados, empregando o  $\text{Co}^{60}$  como elemento marcador.

FREIRE & REICHARDT (1965) estudaram o comportamento da técnica de Toth e Alderfer quando era aplicada a solos tropicais. Neste trabalho foi estudada a variação da atividade específica dos agregados como uma função da atividade específica da solução marcadora e do tempo de contacto desta com os agregados. Foi verificada também a uniformidade da atividade dos agregados marcados, não tendo sido observadas diferenças significativas entre as atividades específicas das frações de uma mesma amostra. Os autores concluíram que a atividade específica dos agregados aumenta linearmente com a concentração da solução marcadora, sendo que para os propósitos que tinham em vista, a concentração mais conveniente foi de  $0,25 \mu \text{ C/ml}$ .

## MATERIAL

### 1) Solo

A amostra que serviu de objetivo a este trabalho provém de uma unidade taxonômica largamente distribuída no Município de Piracicaba, identificada por RANZANI et al. (1966) como série Luiz de Queiroz.

A coleta da amostra foi feita junto à margem direita da estrada Piracicaba-Monte Alegre, nas proximidades do aeroporto "Pedro Morganti". O horizonte superficial coletado apresenta as seguintes características morfológicas:

Ap 0-35cm; pardo avermelhado (2,5YR 4/4; 2,5YR 3/4 úmido); barro argiloso; granular média a grossa, moderada a forte, duro, friável, ligeiramente pegajoso; raízes finas abundantes; cascalhos esparsos; limite claro, ondulado.

Este horizonte apresenta um índice de saturação em bases de 98,7%, pH 6,0 e alto conteúdo de cátions, alto teor de sesquióxido livre e médio teor de matéria orgânica.

## 2) Peneirador mecânico

Utilizou-se, para o peneiramento das amostras em água um aparelho semelhante ao descrito por YODER (1936). Este aparelho é constituído das seguintes partes: uma haste metálica vertical provida na extremidade inferior de dispositivos especiais para sustentar dois jogos de tamises de 8cm de diâmetro. Esta haste recebe, de um redutor de velocidade acionado por um pequeno motor elétrico fixado em uma coluna que se eleva sobre a base do aparelho, movimento de oscilação vertical de 3,5cm de amplitude com uma frequência de 35 oscilações por minuto.

Os tamises, dispostos segundo a ordem decrescente da abertura de suas malhas (3,0; 2,0; 1,0; 0,5mm), são fixados à haste motora, a uma altura conveniente. A regulagem de altura de fixação dos tamises foi feita de maneira a ficarem imersas na água destilada contida em recipientes cilíndricos até alguns milímetros acima da malha de 1º. tamis, quando a haste motora atinge o extremo superior do seu curso.

## 3) Detector de radiações gama

Para as contagens da radiação gama emitida pelo cobalto radiativo empregou-se um detector de cintilações (modelo DS-5) e um analisador de impulsos (modelo 132-B), ambos de fabricação da "Nuclear Chicago Corporation".

## 4) Solução marcadora

Empregaram-se 20ml de uma solução estoque contendo 500mg de  $\text{Co Cl}_2$ , cuja radiatividade era de 3mC, fornecida pelo Instituto de Energia Atômica de São Paulo. A solução marcadora foi preparada diluindo-se 2,6ml da solução estoque em 2000ml de água destilada, para se obter uma atividade específica de  $0,2 \mu \text{ C/ml}$ .

Adicionaram-se, ainda a esta solução, 133mg de  $\text{CoCl}_2$  inativo para completar uma quantidade total de cobalto de 45ppm, de acordo com as indicações de TOTH e ALDERFER (1960a). Empregando-se esta solução na proporção de três partes para uma parte de agregados, obtiveram-se elementos marcados com uma atividade específica de aproximadamente  $0,8 \mu \text{ C/g}$ .

## MÉTODOS

### 1) Delineamento experimental

Foi conduzido em casa-de-vegetação um experimento fatorial  $2 \times 2 \times 2 \times 4$  visando acompanhar a formação e a ruptura dos elementos estruturais do solo, a partir de agregados de 1 a 2mm de diâmetro, marcados com cobalto radiativo.

Os fatores foram aplicados na seguinte ordem:

- a) Matéria Orgânica (Com e Sem);
- b) Calagem (Com e Sem);
- c) Adubação (Com e Sem);
- d) Vegetação (Sem planta, Girassol, Guandu e Pangola).

A Matéria Orgânica foi administrada na forma de estêrco curtido, na proporção de 20 toneladas por hectare.

A quantidade de calcário foi calculada segundo as recomendações de CATANI et al. (1955), para elevar o pH do solo a 6,5.

Os macronutrientes foram fornecidos às plantas pela solução de GCLLWEL (1943) e os micronutrientes pela solução de HOAGLAND & ARNON (1950).

As plantas utilizadas foram: Girassol (*Helianthus annuus*, L.), Guandu (*Cajanus cajan* (L) Millop) e Pangola (*Digitaria decumbens* Stent).

A avaliação da formação e ruptura dos agregados foi feita pela atividade apresentada pelas amostras das diversas frações; tendo, os dados experimentais, sido uniformizados segundo as indicações de PIMENTEL GOMES (1963) e submetidos aos esquemas usuais de análise estatística.

### 2) Marcação dos agregados com Cobalto radiativo

Para marcar os agregados empregou-se a técnica descrita por TOTH & ALDERFER (1960a), adaptada por FREIRE & REICHARDT (1965) para os solos utilizados neste trabalho.

### 3) Instalação do experimento

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação utilizando-se recipientes metálicos, os quais receberam 500g de terra passada em tamis de 2mm, à qual se havia misturado 10g de agregados marcados.

Aos tratamentos que incluíram matéria orgânica, ou calcário, ou ambos, foram estes fatores adicionados na terra juntamente com os agregados marcados de maneira que a distribuição fosse a mais uniforme possível. Na casa-de-vegetação, os

vasos foram distribuídos ao acaso, em dois lotes separados: o primeiro incluindo os tratamentos que iriam receber adubação e o segundo, os tratamentos que não iriam receber este fator.

Todos os tratamentos foram mantidos durante o transcorrer do experimento, em condições de umidade tão próximas quanto possível da capacidade de campo.

#### 4) Determinação da radiatividade dos agregados

O método utilizado para análise dos agregados foi o peneiramento em água, segundo as indicações de YODER (1936). As amostras de terra foram coletadas, quando se apresentavam em estado úmido, com auxílio de uma sonda para que não fosse perturbado o estado de agregação.

Para determinação da intensidade radiativa de cada uma das classes de agregados, separadas pelo peneiramento em água, passou-se material de cada uma das frações para tubos de ensaio. Estes tubos contendo as amostras foram levados ao detector de radiação gama devidamente calibrado. Os dados referentes à radiatividade dos agregados foram expressos em contagens por minuto por peso da fração.

### RESULTADO E DISCUSSÃO

Sob os tratamentos aplicados, os agregados maiores do que 2mm, assim como os menores do que 1mm, apresentaram atividade por incluírem parte da fração de 1 a 2mm inicialmente marcada com  $Co^{60}$ . Este fato concorda com as observações de TOTH & ALDERFER (1960b) obtidas ao examinarem agregados de um "Norton Silt Loam Soil" sob vegetação de gramínea. Principalmente em presença de Pangola e Guandu a contribuição da fração marcada para formação de agregados maiores do que 2mm foi maior do que em ausência de vegetação. Este fato parece evidenciar que as plantas ao final de seus ciclos, promoveram um aumento da agregação que deve ter ocorrido pela aglomeração de partículas menores sob pressão das raízes. A atividade da fração de 1 a 2mm confirmou o fato observado em relação à fração maior do que 2mm. A afirmação de TOTH & ALDERFER (1960b) de que sob gramínea a contribuição da fração marcada foi maior para promover a agregação, pode se acrescentar que o Guandu teve efeito equivalente. A matéria orgânica contribuiu para um aumento de material marcado na fração menor do que 1mm. Em ausência de vegetação, observou-se que o material dos agregados marcados passou em maior quantidade para a fração mais fina.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram, para o horizonte superficial do perfil da Série Luiz de Queiroz, as conclusões apresentadas a seguir: a) no final do experimento todas as frações continham material dos agregados marcados; b) os tratamentos que provocaram diminuição mais acentuada na fração marcada foram os que incluíram Pangola e Guandu; c) os tratamentos com Pangola e Guandu associados a outros fatores foram os mais eficientes para formar agregados maiores do que 2mm a partir da fração inicialmente marcada.

## BIBLIOGRAFIA

- CATANI, R. A., J. R. GALLO & H. GARGANTINI, 1955 — A. mostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Boletim n. 69 de Instituto Agronômico de Campinas, 29 p.
- COLLWEL, W. E., 1943 — A biological method for determining the relation Boron Contents of soils. *Soil Sci.* 56: 71-84.
- FREIRE, O. & K. REICHARDT, 1965 — Marcação de agregados do solo estáveis em água. *Anais do X Congresso Brasileiro de Ciência do Solo e II Congresso Latino Americano de Ciência do Solo*, Piracicaba, S. Paulo. Brasil (em impressão).
- HOAGLAND, D. R. & D. I. ARNON, 1950 — The water culture method for growing plants without Soil. Calif. Agr. Exp. Sta. Berkeley, Calif. Circ. 347.
- KIRKIAN, D. & R. J. KUNZE, 1962 — Isotopes methods and uses in soil physics. *Advance in Agron.* 14: 321-358.
- PIMENTEL GOMES, F., 1963 — *Noções de estatística aplicada à Física Nuclear*, C.N.E.N.A., Curso Latinoamericano de Radionuclídeos na Agricultura. Piracicaba.
- RANZANI, G., O. FREIRE & T. KINJO, 1966 — *Carta de Solos do Município de Piracicaba*, Centro de Estudos de Solos, E.S.A. "Luiz de Queiroz", U.S.P., Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil (Mimeografado).
- TOTH, S. J. & R. B. ALDERFER, 1960a — A procedure for tagging stable soil aggregates with Co 60. *Soil Sci.* 89: 36-37.
- TOTH, S. J. & R. B. ALDERFER, 1960b — Formation and breakdown of Co60 tagged water-stable soil aggregates in a Norton Silt Loam soil. *Soil Sci.* 9: 4. 232-238.