

Estabilidade de diferentes classes de agregados de solos desenvolvidos de Basalto⁽¹⁾.

Daniel Hanke⁽²⁾, Jeferson Dieckow⁽³⁾, Vander de Freitas Melo⁽⁴⁾, Itamar Antonio Bognola⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq.

⁽²⁾ Estudante de Doutorado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de pós-graduação em Ciência do solo, Porto Alegre / RS, danhanke83@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Pesquisador da Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Curitiba / PR, jeferson.dieckow@ufpr.br; ⁽⁴⁾ Pesquisador da Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Curitiba/PR, vf.melo@ufpr.br; ⁽⁵⁾ Pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo - PR, ia.bag@cnpaf.embrapa.br

RESUMO: Os agregados podem ser considerados os componentes básicos da estrutura do solo, sendo de suma importância na manutenção da porosidade e aeração do perfil, no crescimento das plantas e da população microbiana, na infiltração de água e na intensidade e controle dos processos erosivos. O objetivo desse trabalho foi investigar o efeito da matéria orgânica e dos óxidos de ferro na estabilidade de diferentes classes de tamanho de agregados de solos desenvolvidos de basalto. Os resultados mostraram que existem diferenças nos mecanismos de estabilização para cada classe de agregado. Para as classes menores de 2 mm os mecanismos de estabilização foram similares, destacando-se o efeito da cimentação pelos óxidos de ferro, enquanto que nas classes maiores a matéria orgânica do solo se apresenta enquanto o principal agente estabilizador. Os solos mais jovens e de hierarquia estrutural melhor definida possuem microagregados menos estáveis, mas protegidos no interior de macroagregados da ação de forças externas, diferente do que ocorre nos solos mais intemperizados.

Termos de indexação: agregação - energia de ultra-som - matéria orgânica

INTRODUÇÃO

Os agregados podem ser considerados os componentes básicos da estrutura do solo, sendo de suma importância na manutenção da porosidade e aeração do perfil, no crescimento das plantas e da população microbiana, na infiltração de água e na intensidade e controle dos processos erosivos (Oades, 1984).

Essas estruturas podem ser classificadas quanto ao tamanho, de acordo com a proposta de hierarquia, postulada inicialmente por Tisdall & Oades (1982). Os microagregados se constituem pela classe de agregados de tamanho inferior a 250 µm, e, assim, os agregados maiores são chamados de macroagregados. Conforme seus tamanhos, cada classe será unida por diferentes agentes

cimentantes. A matéria orgânica (MOS) possui uma ação de estabilização mais significativa na macroagregação, enquanto a composição mineralógica teria ação mais pronunciada sobre os microagregados (Tisdall & Oades, 1982; Oades, 1984).

A formação dos agregados se deve às forças físicas envolvidas no processo de umedecimento e secamento, congelamento e descongelamento, ação de compressão pelas raízes e pelas interações organo-minerais. Nesse processo são necessários agentes flocculantes e cimentantes, como os óxidos de ferro e alumínio, MOS e raízes de plantas. Na formação e estabilização dessas estruturas, a MOS contribui diretamente devido a grande quantidade de radicais orgânicos das estruturas supra-moleculares, de composição e comportamentos distintos, sendo por isso capazes de interagir com a superfície dos minerais a partir de diferentes mecanismos funcionais (Bayer & Mielniczuk, 2008). Essas interações determinam a energia das ligações dos minerais com a matéria orgânica e entre os próprios minerais (Stevenson, 1994).

O objetivo desse trabalho foi investigar o efeito da MOS e dos óxidos de ferro e alumínio na estabilidade de diferentes classes de tamanho de agregados de solos em distintos estágios de evolução pedogenética sobre basalto.

MATERIAL E MÉTODOS

Solos e amostragem

O trabalho foi desenvolvido em quatro solos em distintos estágios de evolução pedogenética sobre rocha basáltica, localizados no município de Londrina / PR e Cândido Mota /SP.

Os solos estudados foram: i) Latossolo Vermelho acriférrico típico (LVaf); ii) Latossolo Vermelho eutroférrico típico (LVef); iii) Nitossolo Vermelho eutroférrico típico (NVef); e iv) Chernossolo Argilúvico férrico típico (MTf). As amostras foram coletadas indeformadas dos horizontes superficiais (A) e sub-superficiais (Bw e Bt).

Procedimentos analíticos

As amostras, ainda com a umidade de campo, foram gentilmente destorroadas com as mãos até passar por peneira de malha de 8,00 mm, secadas e posteriormente separadas em diferentes frações de agregados, através do uso de jogo de peneiras de 4,00; 2,00; 1,00; 0,50 e 0,25 mm (peneiramento seco). As frações foram devidamente pesadas e acondicionadas em potes plásticos.

Amostra de 10 g de solo inteiro e das diferentes classes de agregado foram imersas em 80 mL de água deionizada em tubos de centrifuga de 100 mL e submetidas à níveis crescentes de energia ultra sônica. A quantidade de argila dispersa obtida com cada nível de energia foi avaliada pelo método granulométrico do higrômetro descrito por Gee & Bauder (1986).

Os dados de argila dispersa em função do nível de energia foram ajustados à equação $y = a(1 - e^{-bx})$, onde y é a concentração de argila dispersa e x o nível de energia. A energia de dispersão para cada solo foi definida como sendo aquela necessária para dispersar 99% do teor de argila indicado pelo parâmetro "a" da equação (Inda-Junior et al., 2007).

A partir dos dados de energia, foi proposto e calculado um índice de hierarquia de agregados para cada solo, dado por:

$$IH = \frac{\text{Energia } >4 \text{ mm}}{\text{Energia } <0,25 \text{ mm}}$$

- em que IH = índice de hierarquia de agregados;
Energia >4 mm = energia requerida para a dispersão da argila da classe de agregado >4 mm; e
Energia <0,25mm = energia requerida para a dispersão da argila da classe de agregado <0,25 mm.

Análise estatística

Foram utilizadas, para fins de correlação e discussão, as informações sobre os teores de carbono orgânico (CO) e teores de óxidos de ferro e alumínio das classes de agregados, descritas por Hanke (2012).

Os resultados foram submetidos a análises de correlação linear.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todos os solos o nível de energia decresceu com a diminuição do tamanho de agregados na seguinte ordem: >4 mm > 4-2 mm > 2-1 mm > 1-0,5 mm > 0,5-0,25 mm > <0,25 mm. O nível de energia requerido para a classe >4 mm foi bastante

semelhante ao requerido para a dispersão das amostras inteiras de solo (**Tabela 1**).

As maiores variações de energia entre as classes de tamanho de agregados foram observadas no Chernossolo e no Nitossolo, enquanto nos Latossolos os níveis tiveram menor variação. Esse efeito foi mais evidente nos horizontes superficiais (**Tabela 1**).

O índice de hierarquia de agregados (IH) foi, no horizonte A, maior no MTf (8,48), seguido pelo NVef (7,44) > LVef (1,81) > LVaf (1,28). No horizonte B foi observada tendência similar, sendo maior no NVef (3,84), seguido por MTf (3,05) > LVef (1,34) > LVaf (1,10). O IH foi sempre maior nos horizontes superficiais do que nos sub-superficiais (**Tabela 1**).

O maior nível de energia requerida na >4 mm é devido à menor área de superfície específica para a exposição a energia de ultra-som para sua completa dispersão, havendo um decréscimo do nível de energia com a diminuição do tamanho dos agregados. A intensidade em que o nível de energia decresceu das maiores para as menores classes em cada horizonte foi bastante diferente, o que destaca o efeito dos atributos químicos, físicos e granulométricos na estabilidade de agregados de solos distintos.

A menor variação nos níveis de energia observada para as classes dos Latossolos se deve a sua maior regularidade estrutural por sua menor definição hierárquica, como pode ser observados nos menores valores de IH nos solos mais intemperizados do que em NVef e MTf (Ferreira et al., 1999). No NVef e MTf, solos menos evoluídos pedogeneticamente, os maiores valores de IH evidenciam que os altos níveis de energia requeridos para a sua dispersão se devem ao fato de que os seus microagregados, muito frágeis a ação do ultra-som, estão protegidos no interior de macroagregados melhor estabilizados hierarquicamente do que os macroagregados encontrados nos Latossolos.

Foram observadas algumas diferenças nos atributos relacionados à formação e estabilização das diferentes classes de agregados. O CO foi mais determinante na estabilidade das maiores classes de agregados, como pode ser observado pela correlação positiva significativa existente entre esses atributos para as classes >4 mm e 4-2 mm ($R^2 = 0,89$ e $0,74$ e $P < 0,05$, respectivamente).

A MOS tem efeito mais pronunciado sobre a estabilidade de macroagregados, seja pelo efeito de seus compartimentos hidrofóbicos na diminuição da entrada de água nas estruturas maiores, evitando com isso a dissolução de seus constituintes químicos e a diminuição da energia das ligações pela ação das raízes na secreção dessas



substâncias e no enredamento e isolamento dos macroagregados (Six et al., 2004).

Com a diminuição do tamanho da classe, o efeito estabilizante dos óxidos de ferro passa a ser mais pronunciado na estabilização dos agregados, como pode ser observado nas correlações positivas entre os óxidos de ferro (extraídos por ditionito-citrato-bicarbonato) com a energia de ultra-som para as classes 1-0,5 mm, 0,5-0,25 mm e <0,25 mm ($R^2 = 0,79, 0,73$ e $0,83$ e $P < 0,05$, respectivamente), como sugerido por Oades & Waters (1991). Nas classes 2-1 mm, 1-0,5 mm e 0,5-0,25 mm um comportamento dos atributos foi semelhante do observado para a classe <0,25 mm, já para a classe de 4-2 mm o comportamento foi semelhante a classe >4 mm, sugerindo que as classes intermediárias demarcam uma transição entre os agentes estabilizantes mais pronunciados nos macro e microagregados.

CONCLUSÕES

Existem diferenças nos mecanismos de estabilização para cada classe de agregado.

Para as classes menores de 2 mm os mecanismos de estabilização foram similares, destacando-se o efeito da cimentação pelos óxidos de ferro, enquanto que nas classes maiores a MOS se apresenta enquanto o principal agente estabilizador.

Os solos mais jovens e de hierarquia estrutural melhor definida (Nvef e MTf) possuem microagregados menos estáveis, mas protegidos no interior de macroagregados da ação de forças externas, diferente do que ocorre nos solos mais intemperizados (Latosolos).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq pela concessão de bolsas e financiamento do projeto.

REFERÊNCIAS

BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da material orgânica. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da Matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e subtropicais. 2.ed. Porto Alegre, Genesis, 2008. p.7-16.

FERREIRA, M. M.; FERNANDES, B. & CURI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de latossolos da Região Sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 23:515-524, 1999.

GEE, G.W. & BAUDER, J.W. Particle-size analysis. In: KLUTE, A., ed. Methods of soil analysis. Part 1: Physical and mineralogical methods. Madison, American Society of Agronomy, 1986. p.383-412.

HANKE, D. Gênese, interação organo-mineral e estabilidade de agregados de solos desenvolvidos de basalto. Universidade Federal do Paraná, 2012. 117p. (Dissertação de Mestrado).

INDA JUNIOR, A.V; BAYER, C.; CONCEIÇÃO, P. C.; BOENI, M.; SALTON, J. C. & TONIN, A. T. Variáveis relacionadas à estabilidade de complexos organo-minerais em solos tropicais e subtropicais brasileiros. Ciência Rural, 37:1301-1307, 2007.

OADES, J. M. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. Plant and Soil, 76:319 -337, 1984.

OADES, J.M. & WATERS, S.G. Aggregate hierarchy in soils. Australian Journal of Soil Research, 29:815-828, 1991.

SIX, J.; BOSSUYT, H.; DEGRYZE, S. & DENEFF, K. A history of research on the link between (micro)aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. Soil & Tillage Research, 79: 7-31, 2004.

STEVENSON, F.J. Humus chemistry: genesis, composition, reactions. 2.ed. New York, John Wiley, 1994. 496p.

TISDALL, J.M. & OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. Journal of Soil Science, 33:141-163, 1982.

Tabela 1 - Níveis de energia necessários para a completa dispersão de amostras inteiras de solo e de classes de tamanho de agregados.

Classe de tamanho de agregado	LVaf		LVef		NVef		MTf	
	A	Bw	A	Bw	A	Bt	A	Bt
Energia J mL ⁻¹								
Amostra inteira	1396	743	1645	768	2709	1123	2193	731
>4 mm	1439	781	1706	794	2878	1212	2424	743
4-2 mm	1355	755	1771	774	1842	1001	1166	562
2-1 mm	1181	737	1212	698	781	569	743	320
1-0,5 mm	1157	731	1110	667	583	470	548	276
0,5-0,25 mm	1137	720	1096	614	439	331	394	260
<0,25 mm	1123	708	940	590	387	315	286	244
IH ⁽¹⁾	1,28	1,10	1,81	1,34	7,44	3,84	8,48	3,05

⁽¹⁾ IH: índice de hierarquia de agregados, obtido por = Energia >4 mm / Energia <0,25 mm.