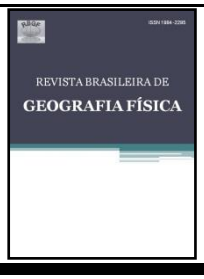
ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Estabilidade de Agregados em Diferentes Sistemas de Uso e Manejo no Município de Reserva-PR[1]

Adalberto Alves Pereira[2], Edivaldo Lopes Thomaz[3]

[1] Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor.
[2] Mestre em Geografia – Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, Bolsista CAPES. adalbertoalvespereira@yahoo.com.br - autor correspondente.
[3] Prof° Dr. Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO. Departamento de Geografia - Laboratório de Erosão do Solo, Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03 - Cx. Postal, 3010, Centro Politécnico - 85.040-430 - Guarapuava - PR. E-mail: ethomaz@brturbo.com.br.

Artigo recebido em 08/04/2014 e aceite em 04/08/2014.

RESUMO

Este trabalho objetiva avaliar a estabilidade de agregados em áreas com diferentes sistemas de uso e manejo do solo no município de Reserva-PR, sendo: três áreas cultivadas com feijão preto (F1, F2, F3), uma área de pastagem (Pt) e uma área de floresta (Ft). Os parâmetros avaliados foram: o diâmetro médio ponderado (DMP), o diâmetro médio geométrico (DMG), o índice de estabilidade de agregados (IEA), além destes avaliou-se também o teor de matéria orgânica das áreas para verificar sua correlação com a estabilidade de agregados. A relação entre o teor de matéria orgânica e o DMP foi significativo e igual ou superior a 70% nas áreas F2, F3, Pt e Ft, apenas a área F1 não apresentou correlação entre estes parâmetros. A área Ft apresentou os maiores índices de DMP nas três camadas avaliadas. Na camada superficial as áreas F2 e Pt apresentaram valores superiores a 2 mm, demonstrando a predominância de agregados grandes nestas áreas. O índice de estabilidade de agregados (IEA) foi maior na área Pt nas camadas de 0-5 e 5-15 cm. Na camada de 15-30 cm as áreas Pt, Ft e F1 apresentaram valores semelhantes e superiores as áreas F2 e F3. Os índices de estabilidade de agregados foram elevados nas áreas F2, Ft e Pt. A área Pt apresentou maior correlação do valores de DMP e IEA com os teores de matéria orgânica, a área F1 não apresentou correlação entre os parâmetros avaliados.

Palavras-chave: diâmetro médio ponderado; matéria orgânica; exsudatos.

Aggregate Stability Different Systems Use And Management in Reserva City, Paraná State, Brazil

ABSTRACT

This study evaluates the aggregate stability in areas with different systems land use and management in Reserva city, Paraná state, being: three areas cultivated with black beans (F1, F2, F3), a pasture (Pt) and a forest area (Ft). The parameters evaluated were, the mean weight diameter, the geometric mean diameter, the index of aggregate stability, besides these also evaluated the organic matter content of areas to check their correlation with aggregate stability. The relationship between organic matter content and the DMP and was significantly less than 70% the F2, F3, Pt and Ft areas, F1 only area showed no correlation between these parameters. The Ft area showed the highest rates of DMP in the three available layers. The surface layer F2 and Pt areas presented higher values than 2 mm, demonstrating the prevalence of large aggregates these areas. The index of aggregate stability (IEA) was higher in the Pt area in the 0-5 and 5-15 cm. In the 15-30 cm layer Pt, Ft and F1 areas showed similar values and higher F2 and F3 areas. Indexes of aggregate stability was higher in F2, Ft and Pt áreas the Pt area showed the highest correlation values of DMP and IEA with soil organic matter, F1 area showed no correlation between the parameters evaluated.

Keywords: weighted average diameter; organic matter; exudates.

Introdução

A estabilidade de agregados representa a capacidade que as partículas têm de resistir aos processos de desagregação mecânica. De acordo com Lima et al. (2003, p.200), "a formação e estabilização de agregados ocorrem simultaneamente mediante a atuação de processos físicos, químicos e biológicos no solo".

Entre os parâmetros utilizados para se avaliar a estabilidade de agregados estão o diâmetro médio ponderado (DMP), o diâmetro médio geométrico (DMG) e o índice de estabilidade de agregados (IEA).

O DMP representa a porcentagem de agregados grandes retidos nas peneiras com malhas maiores; o DMG representa uma estimativa do tamanho da classe de agregados de maior ocorrência; o IEA representa uma medida da agregação total do solo e não considera a distribuição por classes de agregados. Quanto maior a quantidade de agregados < 0,25 mm, menor será o IEA (Castro Filho et al., 1998).

Perusi & Carvalho (2008) avaliaram dois métodos para determinação da estabilidade dos agregados; o peneiramento via seca e via úmida, e observaram, que o teor de matéria orgânica dá maior estabilidade aos agregados submetidos ao peneiramento submerso, o que corrobora com o descrito por Lima et al. (2003), que estudaram a estabilidade de agregados de um Planossolo com diferentes sistemas de manejo e verificaram correlação linear e positiva entre o teor de Carbono orgânico e a estabilidade dos agregados. A argila contribui para a estabilização dos agregados no peneiramento a seco. Perusi & Carvalho (2008) concluíram ainda que estatisticamente os métodos se diferem e devem ser recomendados para objetivos específicos.

Segundo Assis & Bahia (1998), agregados estáveis em água contribuem para melhoria da porosidade, e consequentemente, maior infiltração e resistência à erosão. Os agregados não estáveis, quando na superfície, tendem a desaparecer e dispersar-se sob o impacto das gotas de chuva ou são lixiviados se acumulando em horizontes inferiores tornando-os mais densos.

Estudando a variabilidade espacial da estabilidade de agregados e matéria orgânica em solos de relevos diferentes, Souza et al. (2004), observaram que solos submetidos ao mesmo sistema de manejo em locais com pequena variação de relevo manifestam variabilidade espacial de atributos.

Sobre as alterações ocasionadas pelas diferentes formas de manejo, Lacerda et al. (2005), observaram que em solos com vegetação nativa o índice de estabilidade de agregados foi 1,17 vezes maior do que em áreas de plantio convencional, além de verificar que a mudança de plantio convencional para semeadura direta favoreceu na estabilidade de agregados. Carpenedo & Mielniczuk (1990) colocam que o plantio

direto contribui na agregação por aumentar a matéria orgânica na superfície devido ao acúmulo de resíduos culturais.

As gramíneas perenes, por apresentarem maior densidade de raízes e melhor distribuição do sistema radicular no solo, favorecem a formação e estabilidade de agregados, e podem ser usadas como plantas recuperadoras da estrutura do solo em áreas degradadas (Silva & Mielniczuk, 1997).

Buscando um melhor entendimento sobre o tema em questão e sua relação com as formas de uso e manejo do solo, este estudo objetiva avaliar a estabilidade de agregados em diferentes sistemas de uso e manejo no município de Reserva-Pr.

Material e Métodos

Foram escolhidas cinco áreas na bacia hidrográfica do Arroio Palmeirinha para realização deste estudo, sendo: três áreas cultivadas com feijão; uma com pastagem; e uma com floresta, as áreas são mais bem descritas de acordo com o uso e manejo na tabela 01.

Escolheram-se áreas cultivadas com feijão, por ser esta uma das principais espécies cultivadas no município, com produção de cerca de 28.200 toneladas, tornando-o o terceiro maior produtor do estado do Paraná e o décimo maior do país, com participação de 0,73% do total nacional (Salvador, 2011).

A área de pastagem foi escolhida por ocupar mais de 50% da área da bacia do Arroio Palmeirinha. A área de floresta será utilizada como área controle, por se considerar que os solos sob floresta apresentam melhor qualidade ambiental (Brady & Weil, 2008).

Tabela 01. Características de uso e manejo nas áreas estudadas.

Área	Tamanho (ha)	Características de manejo
Feijão 1 (F1)	2	Terço inferior de vertente retilínea. 10 anos de cultivo com rotação entre feijão e milho, manejo tradicional, uma aração e duas gradagens com máquinas à tração animal para plantio em linha e colheita manual. Declividade variando entre 6° e 12°.
Feijão 2 (F2)	1	Terço superior de vertente côncava. Primeiro cultivo após 2 anos de regeneração. Limpeza da área com utilização de queima. Declividade entre 20° e 30°. Manejo tradicional com capina, plantio com matraca e colheita manual.
Feijão 3 (F3)	5	Terço médio inferior de vertente côncavo-convexa. 30 anos de cultivo com rotação milho e feijão. Manejo mecanizado para plantio em linha, e colheita manual. Declividade entre 6° e 12°.
Pastagem (Pt)	3	Terço médio vertente côncavo-retilínea. Utilizada há 10 anos como pastagem, lotação variando entre 1 e 2 animais por hectare. Declividade entre 0 e 6°.
Floresta (Ft)	2	Terço médio de vertente côncavo-convexa. Área caracterizada pelos moradores locais como capoeirão, sem dados de alteração. Declividade entre 6° e 12°.

A determinação do percentual de agregados foi realizada de acordo com o método de Yoder (1936) descrito por Kiehl (1979). Para isto, foram coletadas quatro amostras em cada nível de profundidade, sendo: 0,0-0,05; 0,05-0,15 e 0,15-0,30m em

cada compartimento (alta encosta; média encosta e baixa encosta) de cada área, as amostras de acordo com os pontos e profundidades foram homogeneizadas aos pares, resultando em duas amostras compostas. Escolheu-se este método, por ser até esta profundidade a mais afetada pelas práticas agrícolas e também pela melhor operacionalização do trabalho. Na sequência, as amostras foram levadas ao laboratório de Erosão de Solos da Unicentro, secas ao ar por 72 horas, pesadas e então submetidas ao peneiramento submerso em água para avaliação da estabilidade de agregados.

Antes do peneiramento as amostras passaram por peneira de 8,0 mm. Foram utilizadas peneiras com 15 cm de diâmetro e malhas de 4,0; 2,0; 1,0; 0,5; 0,25; 0,125 mm. Depois de realizado o peneiramento, os agregados foram colocados em beckers numerados e secos em estufa a 105°C durante 24 horas. Após secos, estes passaram por pesagem, para determinação do percentual de agregados.

Realizou-se também a correção do teor de areia, em que os agregados são passados em peneira de 0,053mm (limite entre areia e silte), já que esta fração não tem propriedades coligativas não afetando a estabilidade dos agregados.

A estimativa do Diâmetro Médio Ponderado de Agregados (DMPA) deu-se aplicando a equação 01, descrita por Youker e Macguines (1956) apud Kiehl (1979).

Equação 01.

$$DMP = \sum (Cmm \times P)$$

Onde: DMP: Diâmetro médio ponderado

Cmm: Centro de classes de tamanhos dos agregados (mm)

p: Proporção do peso de cada fração de agregados em relação ao peso total da amostra (g).

Para estimativa do Diâmetro Médio Geométrico de Agregados (DMGA) utilizou-se a equação 02, descrita por Castro Filho et al. (1998).

Equação 02.

$$DMG = \exp\left(\frac{\sum PAi \,.\, \ln DMCi}{\sum PTAi}\right)$$

Em que: DMG= Diâmetro Médio Geométrico (mm)

∑PAi = Peso de agregado de cada classe (g)

ln DMCi = Logaritmo natural do diâmetro médio da classe

∑PTAi = Peso Total da Amostra (g)

O índice de estabilidade de agregados (IEA) foi estimado utilizando-se a equação 03, descrita por Castro Filho et al. (1998) e adaptado por Perin (2002), citados por Wendling et al. (2005).

Equação 03.

$$IEA = \frac{(Ps - wp0.250 - areia)}{(Ps - Areia)} \times 100$$

Onde: IEA: Índice de estabilidade de agregados

Ps: massa da amostra seca (g)

wp0,250: é a massa dos agregados da classe <0,105 mm (g).

Foram cavadas pequenas trincheiras em que foram coletadas nove sub-amostras em cada área e nas profundidades (0-5; 5-15; 15-30 cm), as quais foram homogeneizadas aos trios, formando três amostras compostas de cada área e profundidade para análise de matéria orgânica. Após coleta as amostras foram catalogadas e enviadas a um laboratório credenciado para análise.

Utilizou-se o software Bioestat para análise estatística. Em princípio realizou-se a análise de estatística descritiva onde foram estimada a média, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação, assimetria e curtose, para avaliação da distribuição de frequencia dos dados. Na sequência os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e empregou-se o teste de Tukey ($P < 5\%$) para comparação de média.

Resultados e Discussão

Matéria Orgânica

A área F1 apresentou os menores teores de matéria orgânica entre as áreas avaliadas nas três camadas de estudo. Nas camadas de 0-5 cm e 5-15 cm o teor de matéria orgânica variou entre 3 e 4 % em todas as áreas, já na camada de 15-30 cm estes valores variaram entre 1,5 e 3,3 % (Tabela 02).

O cultivo intenso associado ao revolvimento do solo comum no sistema tradicional é responsável pelo baixo teor de matéria orgânica nas áreas agrícolas, já que devido ao manejo esta acaba por ser oxidada rapidamente.

Na camada superficial a área F2 apresentou teores de matéria orgânica semelhantes à área de floresta, com redução em profundidade, sendo que, na camada de 15-30 cm a área F2 apresentou valores superiores apenas à área F1.

Tabela 02. Teor de matéria orgânica (g dm^{-3}) nas diversas áreas e profundidades

Prof (cm)	F1	F2	F3	Pt	Ft
0-5	33.10 ±1,6 A	39.83 ±10,8 AB	36.23 ±1,3 B	34.00 ±4,1 AB	39.37 ±6,6 AB
5-15	28.17 ±1,4 A	30.43 ±2,8 AB	33.53 ±2,3 B	32.63 ±3,4 AB	35.80 ±7,4 AB
15-30	17.00 ±2 A	21.50 ±0 B	30.43 ±2,8 C	26.83 ±8 ABC	33.07 ±8,6 BC

média±desvio padrão. F1 – Plantio em linha; F2 – Plantio com matraca; F3 – Plantio em linha mecanizado; Pt – Pastagem; Ft – Floresta. Letras iguais na mesma linha não diferem significativamente a 5% no teste de Tukey.

A relação entre o teor de matéria orgânica e o DMP foi significativo e igual ou superior a 70% nas áreas F2, F3, Pt e Ft, apenas a área F1 não apresentou correlação entre estes parâmetros (Tabela 03). D'Andréa et al. (2002); Wendling et al. (2005) e Salton et al. (2008) entre outros verificaram elevada relação entre a matéria orgânica e o DMP, semelhantes ou superiores ao encontrados neste estudo.

Tabela 03. Equação e coeficiente de correlação entre o DMP, IEA e o teor de matéria orgânica (g dm^{-3}) nos diversos usos e formas de manejo.

Área	DMP	IEA
F1	y = 0.001x + 1.4725 R^2 = 0.0021	y = -0.075x + 89.263 R^2 = 0.1318
F2	y = 0.0366x + 0.6926 R^2 = 0.7559	y = 0.3885x + 75.63 R^2 = 0.8843

F3	y = 0.1028x - 2.0378 R² = 0.7673	y = 3.2631x - 32.654 R² = 0.7836
Pt	y = 0.1021x - 1.4356 R² = 0.8913	y = 1.2881x + 52.607 R² = 0.9351
Ft	y = 0.0801x - 0.8295 R² = 0.6966	y = 0.2759x + 79.779 R² = 0.1311

O IEA correlacionou-se significativamente com o teor de matéria orgânica nas áreas F2, F3, e Pt, mas não obteve índice significante nas áreas F1 e Ft, demonstrando a complexa relação entres estes parâmetros, já que na área de floresta a matéria orgânica apresentou grande influência sobre o DMP, mas não correlacionou-se com o IEA.

Por ser baseado na classe de agregados menores que 0,125 mm que são mensurados por diferença de massa e não por pesagem o IEA não caracteriza diretamente a estabilidade de agregados, pois é calculado com base na proporção instável da amostra o que justifica a baixa correlação com o teor de matéria orgânica (Wendling et al., 2005).

Estabilidade de Agregados

A área Ft apresentou os maiores índices de DMP nas três camadas avaliadas. Na camada superficial as áreas F2 e Pt apresentaram valores superiores a 2 mm, demonstrando a predominância de agregados grandes nestas áreas.

Na área F2 esta característica pode estar atrelada ao menor revolvimento do solo em relação as demais áreas cultivadas e maior teor de matéria orgânica, na área Pt estes valores representam a eficácia das raízes das gramíneas na estabilização dos agregados (figura 01). Ao contrário da área F2 as áreas F1 e F3 por apresentarem maior tempo de uso com intenso revolvimento do solo apresentaram os menores valores de DMP na camada superficial.

Na camada de 5-15 a área F2 manteve os valores elevados de DMP, já a área Pt com a redução de raízes apresentou redução de 20% no seu DMP em comparação com a profundidade anterior, a área F3 manteve o índice em torno de 1,6 mm, e a área F1 foi a única a apresentar elevação do seu índice em relação a camada superficial, mas ainda com predomínio dos agregados inferiores a 2 mm. Em todas as áreas o DMP foi inferior a 2 mm na camada inferior de 15-30 cm, com destaque para a área F3 que apresentou índice de 1 mm. Lima et al. (2003) verificou também redução do DMP em profundidade relacionada as reduções nos teores de matéria orgânica.

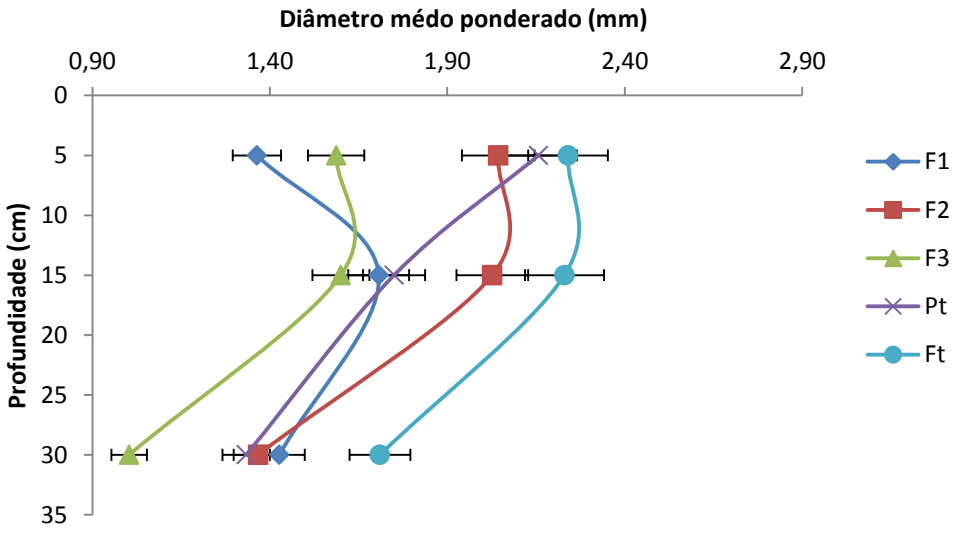


Figura 01. Diâmetro médio ponderado de agregados (DMP) nas diversas áreas e profundidades.

Observa-se que a área F1 e F3 diferem significativamente em relação às áreas F2, Pt e Ft, na camada superficial de 0-5 cm, as demais áreas não diferem entre si. Na camada de 5-15 cm as áreas F1, F3 e Pt não diferiram entre si, mas diferiram de F2 e Ft, que diferiram também entre si. Na camada inferior (15-30 cm) as áreas F3 e Ft diferiram das demais áreas, F3 para menos e Ft para mais.

Estes valores corroboram com Perusi & Carvalho (2008) que verificaram decréscimo no DMP na sequência Floresta – Pastagem – Cultura anual, semelhante aos encontrados neste estudo.

Calonego & Rosolem (2008) e Salton et al. (2008), colocam que o revolvimento e o trânsito de máquinas acaba por reduzir o DMP, justificativa que se aplica as áreas F1 e F3, que apresentam maior revolvimento e tempo de uso do solo.

Salton et al. (2008), e Silva & Mielniczuk (1998) confirmam também a influência das gramíneas na formação e estabilização dos agregados devido a ação do seu sistema radicular que liberam os exsudatos orgânicos que possuem função cimentante. Salton et al. (2008), concluíram ainda que para manutenção de valores de DMP iguais ou superiores aos da vegetação nativa é necessária a rotação lavoura-pastagem ou pastagem permanente.

O DMG não apresentou variação entre áreas, nem entre profundidades, demonstrando que os solos das áreas independentemente do seu manejo, tendem a apresentar frequencia de agregados com tamanho próximos a 1 mm.

Índice de estabilidade de agregados

O índice de estabilidade de agregados (IEA) foi maior na área Pt nas camadas de 0-5 e 5-15 cm. Na camada de 15-30 cm as áreas Pt, Ft e F1 apresentaram valores semelhantes e superiores as áreas F2 e F3 (Figura 02).

A área F3, única área com manejo mecanizado apresentou os menores valores de

IEA nas três camadas estudadas, demonstrando que a mecanização acaba por desestabilizar os agregados. Observa-se que todas as áreas apresentaram um leve aumento no IEA da camada de 0-5 para a camada de 5-15 com posterior redução para a camada de 15-30 cm. A área F3 apresentou também a maior variação entre a camada superficial e a camada mais inferior, ultrapassando 20%, reduzindo de 82 para 63% o IEA.

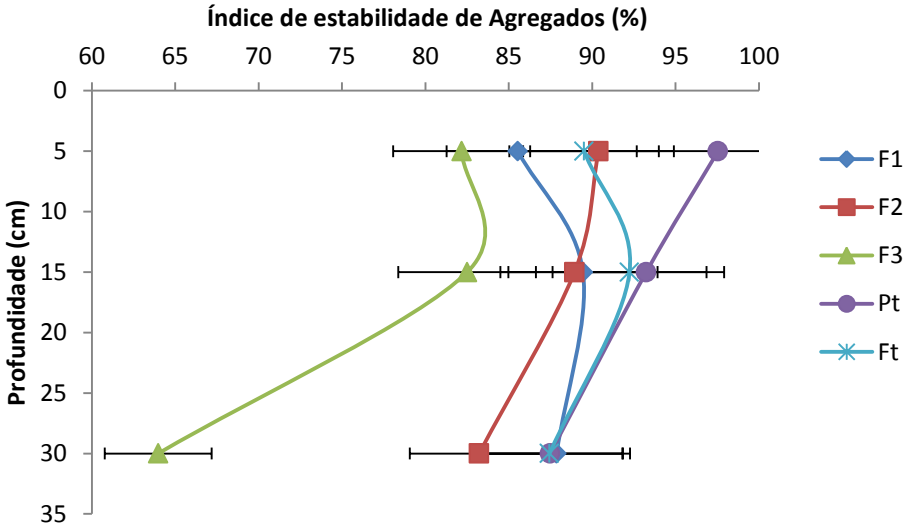


Figura 02. Índice de estabilidade de agregados (IEA) nas diversas áreas e profundidades.

Oades (1978); Goldberg (1989); Haynes & Beare (1997); e Brady & Weil (2008), colocam que o índice de estabilidade depende de fatores como teor de matéria orgânica, óxidos de ferro e alumínio e presença de raízes de plantas. Características que podem ser observadas nos solos da bacia do Arroio Palmeirinha, principalmente na área Pt que apresentou IEA superior as demais áreas nas camadas de 0-5 e 5-15 cm de profundidade.

Observa-se que na área de estudo as raízes de gramíneas tem maior influência sobre este índice em relação ao teor de matéria orgânica. Esta maior estabilidade nas gramíneas segundo Brady & Weil (2008) ocorre pelo fato de os exsudatos das raízes e microrganismos serem resistentes à dissolução em água, favorecendo a manutenção da estabilidade dos agregados. Além disso, a ação mecânica das raízes contribui no agrupamento dos microagregrados resultando assim na formação de macroagregados (Tisdall & Oades, 1982; Haynes & Beare, 1996).

Conclusões

As áreas F1 e F3 por apresentarem maior revolvimento do solo tiveram os menores índices de DMP. Os índices de estabilidade de agregados foram elevados nas áreas F2, Ft e Pt.

A área Pt apresentou maior correlação do valores de DMP e IEA com os teores de

matéria orgânica, a área F1 não apresentou correlação entre os parâmetros avaliados.

O IEA correlacionou-se significativamente com o teor de matéria orgânica nas áreas F2, F3, e Pt, mas não obteve índice significante nas áreas F1 e Ft, demonstrando a complexa relação entres estes parâmetros, já que na área de floresta a matéria orgânica apresentou grande influência sobre o DMP, mas não correlacionou-se com o IEA.

Agradecimentos

Aos mestrandos Paulo Ângelo Fachin e Gustavo Toledo Peretto pela colaboração nos trabalhos de campo e laboratório.

Referências

Assis, R.L.; Bahia, V.G. (1998). Práticas mecânicas e culturais de recuperação de características físicas dos solos degradados pelo cultivo. *Informe Agropecuário*, v.19, p.71-78.

Brady, N. C.; Weil, R. R. (2008). *The nature and properties of soil.* 14 ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson-Prentice Hall, 990p.

Calonego, J. C.; Rosolem, C. A. (2008). Estabilidade de agregados do solo após manejo com rotações de culturas e escarificação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, p.1399-1407.

Carpenedo, V. & Mielniczuk, J. (1990). Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.14 p.99-105.

Castro Filho, C.; Muzilli, O.; Podanoschi, A. L. (1998). Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.22, p.527-538.

D'andréa, A. F.; Silva, M. L. N.; Curi, N.; Ferreira, M. M. (2002). Atributos de agregação indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região dos Cerrados no sul do Estado de Goiás. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 26, p.1047-1054.

Goldberg, S. (1989). Interaction of aluminum and iron oxides and clay minerals and their effect on soil physical properties. Commun. *Soil Science***.** Plant Anal., 20:1181-1207.

Haynes, R. J.; Beare, M. H. (1996). Aggregation and organic matter storage in Meso-Thermal, Humid Soils. In: Carter, M. R.; Stewart, B. A. (Eds). *Structure and organic matter storage in agricultural soils.* Boca Raton: CRC Press, p.213-262.

Haynes, R. J.; Beare, M. H. (1997). Influence of six crop species on aggregate stability and some labile organic matter fractions. *Soil Biology Biochemistry., Oxford*, v.29, p. 1647-1653.

Kiehl, E. J. (1979). *Manual de Edafologia:* Relações solo planta. São Paulo: Ceres, 276p.

Lacerda, N. B.; Zero, V. M.; Barilli, J.; Moraes, M. H.; Bicudo, S. J. (2005). Efeito de sistemas de manejo na estabilidade de agregados de um Nitossolo vermelho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Jaboticabal. v.25, n.3. p.686-695.

Lima, C. L. R.; Pauletto, E. A.; Gomes, A. S.; Silva, J. B. (2003). Estabilidade de agregados de um Planossolo sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27, p.199-205.

Oades, J.M. (1978). Mucilages at the root surface. *Journal Soil Science, Oxford*, v. 29, p. 1-16.

Perusi, M.C.; Carvalho, W.A. (2008). Comparação de métodos para determinação da estabilidade de agregados por via seca e úmida em diferentes sistemas de uso e manejo do solo. *Geociências*. V.27 n.2, p.197-206.

Salton, J.C.; Mielniczuk, J.; Bayer, C.; Boeni, M.; Conceição, P.C.; Fabrício, A.C.; Macedo, M.C.M.; Broch, D.L. (2008). Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul.

Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, p.11-21.

Salvador, C. A. (2011). Análise da conjuntura agropecuária safra 2011/2012. *Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná (SEAB-PR).* Relatório técnico. Disponível em www.seab.pr.gov.br. Acesso em março de 2012.

Silva, I.F.; Mielniczuk, J. (1997). Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.21, p.313-319.

Silva, I.F.; Mielniczuk, J. (1998). Sistemas de cultivo e características do solo afetando a estabilidade de agregados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.22, p.311-317.

Souza, Z. M.; Marques Junior, J.; Pereira, G. T. (2004). Variabilidade espacial de atributos físicos do solo em diferentes formas do relevo sob cultivo de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. V.28, p. 937-944.

Tisdall, J. M.; Oades, J. M. (1982). Organic matter and water-stable aggregates in soil. *Journal Soil Science***,** Hagerstown, v.33, p.141-163.

Wendling, B.; Kucksch, I.; Mendonça, E. De S.; Neves, J. C. L. (2005). Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, n.5, p.487-494.