



Floculação e dispersão da argila em solos cultivados com Eucalipto⁽¹⁾.

Amanda Sellarin Alves⁽²⁾; Piero Iori⁽³⁾; Reginaldo Barboza da Silva⁽⁴⁾; Marília de Souza Bento⁽⁵⁾; Ricardo Nakamura⁽⁶⁾; José Luiz Gava⁽⁷⁾.

(1) Trabalho vinculado ao projeto de pesquisa de bolsa de produtividade do 3º autor (Processo CNPq nº 302919/2011-2); (2) Estudante de Agronomia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; Registro, São Paulo; amandasa_2@hotmail.com; (3) Professor do curso de Agronomia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; (4) Professor do curso de Agronomia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Bolsista produtividade do CNPq; (5) Estudante de Agronomia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; (6) Engenheiro Agrônomo, Agronomia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; (7) Engenheiro Florestal, Setor de Manejo da Cia. Suzano de Papel e Celulose, Suzano, SP.

RESUMO: O solo quando submetido ao cultivo florestal, que vem ocupando lugar de destaque na economia, sofre alterações nos seus atributos, sendo a textura um fator de grande importância. A fração argila exerce grande influência na estrutura do solo, pois pode estar no solo de duas formas, dispersa ou floculada. O objetivo deste estudo foi avaliar os atributos físicos de argila dispersa em água e índice de floculação em um Latossolo Vermelho e um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado mecanicamente com a cultura do eucalipto. Definiram-se como área experimental, dois talhões produtores de Eucalipto com manejos mecanizados. Foram retiradas amostras superficiais (0 a 10 cm) e subsuperficiais (20 a 30 cm) em um Latossolo Vermelho e um Argissolo Vermelho-Amarelo, em dois locais diferentes para avaliação das operações agrícolas que foram: Linha de Plantio e Linha de Tráfego. O tráfego agrícola não afetou a dispersão e/ou floculação da argila. A agregação do solo foi semelhante entre as camadas superficiais e subsuperficiais. Latossolo apresentou maior floculação das argilas em relação ao Argissolo, devido suas diferenças pedogenéticas.

Termos de indexação: agregação, argila dispersa em água, índice de floculação.

INTRODUÇÃO

O solo submetido ao cultivo florestal ou qualquer forma de cultivo tende a sofrer alterações nas propriedades químicas, físicas e biológicas e pode sofrer degradação em seus atributos, de tal maneira que suas propriedades iniciais não são mais mantidas, podendo requerer modificações no manejo (Azevedo, 2007).

Segundo Fonseca (2010), o setor florestal no Brasil vem ocupando um lugar de destaque na economia nacional e grande parte desta conquista se deve ao cultivo de espécies florestais de rápido crescimento, onde se destaca as do gênero *Eucalyptus* para produção de madeira destinada aos mais diversos fins, tais como: as indústrias de papel e celulose, siderurgia a carvão vegetal, lenha,

serrados, compensados, laminas e painéis reconstituídos.

Dessa forma, Sanches et al. (1999) explicam que com a retirada da mata e com o cultivo intensivo, ocorre a degradação da estrutura do solo. É importante ressaltar, assim como em Silva et al. (2005), que a mobilização mecânica e o tráfego de máquinas e implementos agrícolas também interferem na estrutura e no grau de cobertura do solo, o que pode ocasionar alterações nos atributos físicos e hídricos do solo.

Uma das características mais importantes do solo, de acordo com Carvalho et al. (1988), é a sua textura, ou seja, a sua composição granulométrica. Estes autores ainda explicam que a análise granulométrica do solo fornece os elementos necessários ao conhecimento de suas propriedades texturais. Estas partículas primárias do solo encontram-se normalmente agregadas em virtude da ação cimentante de substâncias tais como, matéria orgânica, óxidos de ferro e de alumínio e íons floculantes como cálcio, magnésio, alumínio e hidrogênio.

A fração argila exerce grande influência na estrutura do solo, porque pode estar no solo de duas formas, dispersa ou floculada. Assim um solo melhor estruturado será aquele que apresentar maiores quantidades de argila floculada. Isto porque, a argila estando na forma dispersa no solo, pode tornar este mais susceptível à compactação.

Em seus trabalhos, Iori (2010) afirmam que usos ou manejos do solo que apresentam maiores quantidades de argila dispersa em água, predispõem o solo à compactação, pois há um melhor arranjo da massa do solo. Por outro lado, Iori (2010) informa que uma maior agregação do solo, indicado pelo índice de floculação, pode sugerir um processo mais avançado de manutenção da estrutura, já que a floculação é a primeira condição para a formação de agregados.

Dessa forma, o monitoramento da qualidade do solo por meio de seus atributos físicos é de grande importância para manutenção e avaliação da sustentabilidade do solo. Portanto este trabalho teve por objetivo avaliar os atributos físicos de argila



dispersa em água e índice de floculação em um Latossolo Vermelho e um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado mecanicamente com a cultura do eucalipto.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em áreas produtoras de Eucalipto da empresa Suzano – Papel e Celulose, no município de Itararé – SP. O clima da região, de acordo com Köppen, é o Cfa, temperado úmido, sem estação seca definida, com temperatura média anual de 19,4°C e precipitação pluvial média anual de 1415 mm.

Definiu-se como área experimental, dois talhões produtores de eucalipto com manejos mecanizados. Foram coletadas amostras deformadas e indeformadas, nas camadas superficiais (0 a 10 cm) e subsuperficiais (20 a 30 cm), em um Latossolo Vermelho (densidade de partícula de 2,43 Mg m⁻³, textura argilosa com 37% de argila, 28% de areia e 35% de silte), em um Argissolo Vermelho-Amarelo (densidade de partícula de 2,50 Mg m⁻³, textura argilosa com 37% de argila, 31% de areia e 32% de silte) e em diferentes locais para avaliação das diferentes operações agrícolas. Os locais de amostragem para avaliação do impacto das operações agrícolas foram: Linha de Plantio (LP) e Linha de Tráfego (LT).

Para a coleta das amostras indeformadas foi utilizado o amostrador Uhland com anel volumétrico. As amostras deformadas foram coletadas com o auxílio de um trado holandês e acondicionadas em sacos plásticos. As análises foram realizadas no Laboratório de Física e Mecânica do Solo da Universidade Estadual Paulista Campus de Registro.

A análise granulométrica das classes de solo foi determinada pelo método da pipeta, de acordo com os procedimentos descritos em Day (1965). A densidade de partícula (Dp) foi determinada pelo método do balão volumétrico (Embrapa, 2011). A argila dispersa em água (ADA) também foi determinada pelo método da pipeta (Day, 1965), sem acréscimo de solução de NaOH. Determinou-se o índice de floculação (IF) com base na seguinte expressão (EMBRAPA, 2011): $IF = [(A - ADA) A^{-1}] 100$, em que, IF é índice de floculação (%); A, é argila total (g kg⁻¹); e ADA, é a argila dispersa em água (g kg⁻¹). As análises foram realizadas em três repetições.

A sistematização dos dados foi feita por planilhas eletrônicas desenvolvidas especificamente para o estudo, as quais são compatíveis com softwares e sistemas operacionais existentes no mercado. Utilizando o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2000), os dados foram inicialmente avaliados pela análise de variância e teste F, considerando as

classes de solo, camadas de solo e locais de amostragem como fatores de variação. A comparação entre as médias, quando o valor de F foi significativo, foi feita pelo teste de Scott & Knott (1974), a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **tabela 1** estão apresentados os valores médios de Argila Dispersa em Água para diferentes operações agrícolas, em duas classes de solo e duas camadas. Percebe-se que os valores de argila dispersa em água não variaram significativamente quando a se realizou a comparação entre os locais de amostragem, linha de plantio e a linha de tráfego. Por se tratar de áreas florestais, isto ocorreu provavelmente pelo elevado conteúdo de material orgânico no solo independentemente do local de amostragem do solo. Além disso, Oades (1988) informa que o fenômeno da dispersão-floculação é muito influenciado pela matéria orgânica do solo, a qual afeta o desenvolvimento da estrutura.

De forma geral, não houve diferença entre as classes de solo para argila dispersa em água. A exceção ocorreu para a camada sub-superficial para a linha de plantio, em que o Argissolo apresentou maior valor médio de argila dispersa em água em relação ao Latossolo. O Argissolo apresenta horizonte sub-superficial do tipo Bt, ou seja, há um gradiente textural em profundidade com aumento na quantidade de argila. Com maiores teores totais de argila em profundidade, a quantidade de argila dispersa em água também aumenta (**tabela 1**).

Quando a comparação se deu em amostras retiradas na linha de tráfego agrícola, verificou-se que para ambas classes de solo estudadas (Argissolo e Latossolo) as camadas superficiais e subsuperficiais foram semelhantes para argila dispersa em água (**tabela 1**).

Por outro lado, quando a análise ocorreu em amostras retiradas na linha de plantio, isto é, sem tráfego agrícola, verificou-se efeitos significativos entre as camadas analisadas, mas distintos para o Latossolo e Argissolo. Isto porque, para o Latossolo, as camadas superficiais apresentaram maiores valores de argila dispersa em água comparado à camada mais profunda. Estes resultados são semelhantes à observação de Alleoni & Camargo (1994), em que informam que os teores de argila dispersa em água tendem a diminuir com o aumento da profundidade do solo. Por outro lado, quando a comparação ocorreu no Argissolo, verificou-se efeito contrário ao anterior, ou seja, a argila nas camadas mais profundas estava mais dispersa do que a argila nas camadas mais superficiais. E isto se deve a elevação do conteúdo de argila em profundidade nestas classes de solo (**tabela 1**).



Estão apresentados na **tabela 2** os valores médios de índice de floculação da argila para diferentes locais de amostragem do solo, em duas classes de solo e duas camadas de solo. Não foram evidenciadas diferenças estatísticas entre os locais de amostragem para o índice de floculação, ou seja, independente do impacto ocorrido na linha de tráfego não houve influência na floculação das partículas de solo.

De forma semelhante ao anterior, as camadas de solo analisadas apresentaram comportamento semelhantes em relação ao índice de floculação da argila. Isto é, não foi evidenciado aumento ou diminuição da agregação da argila em profundidade. O que pode ter influenciado neste resultado é o fato das camadas de solo terem sido revolvidas com a aração e gradagem na implantação da cultura do eucalipto (**tabela 2**). Carvalho Júnior (1995) informa que práticas de manejo tais como preparo do solo podem ocasionar alterações físicas do solo homogêneas entre os locais.

Para a comparação entre as diferentes classes de solo, verificou-se de forma geral que o Argissolo apresentou comportamento semelhante ao Latossolo para o índice de floculação da argila. A exceção se deu na linha de plantio para camadas mais profundas, isto é, o Latossolo apresentou maior índice de floculação que o Argissolo. Isto se deve à maior dispersão da argila nas camadas mais profundas do Argissolo (**tabela 2**). Silva et al (2000) explicam em seus estudos que nestes casos, esse comportamento não pode ser atribuído à matéria orgânica, mas sim a aspectos ligados à gênese e mineralogia dos respectivos solos. É importante ressaltar que do ponto de vista agrícola, Lemos & Silva (2005) afirmam que a floculação é importante para o controle da erosão, já que propicia a formação de agregados estáveis e maior permeabilidade do solo.

CONCLUSÕES

O tráfego agrícola não afetou a dispersão e/ou floculação da argila.

A agregação do solo foi semelhante entre as camadas superficiais e subsuperficiais.

Latossolo apresentou maior floculação das argilas em relação ao Argissolo, devido suas diferenças pedogenéticas.

AGRADECIMENTOS

À empresa Suzano Papel e Celulose pela disponibilidade das áreas experimentais e demais suportes à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALLEONI, L. R. F.; CAMARGO, O. A. Atributos físicos de Latossolos ácricos do nortes paulista. *Acientia Agrícola*, Piracicaba, 51:321-326, 1994.
- AZEVEDO, A. D. Avaliação das propriedades químicas, físicas e biológicas em solos de uma topossequência sob cobertura de eucalipto no Campus da UFRRJ. Monografia – UFRRJ, 2007.
- CARVALHO, M. A. FREIRET, J. C. CURI, N. BAHIA, V. G. Eficiência de dispersantes na análise granulométrica de materiais de solos com horizonte B textural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 23:415-421,1988.
- CARVALHO JÚNIOR, I. A. Estimativas de parâmetros sedimentológicos para estudo de camadas compactadas e/ou adensadas em Latossolo de textura média, sob diferentes usos – UFV, 1995.
- DAY, P. R. Particle fractionation and particle size analysis. *American Society of Agronomy*, Madison, 1:545-566, 1965.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Embrapa, 2011.
- FERREIRA, D. F. Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas. Lavras: UFLA, 2000.
- FONSECA, R. W. S. Caracterização do solo e relação com o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, em Queimados – RJ. Monografia – UFRRJ, 2010.
- IORI, P. Impacto do uso do solo em áreas de proteção permanente da sub-bacia do rio Ribeira de Iguape, SP – UFLA, 2010.
- LEMO, C.F.; SILVA, E.T. Comparação das características morfológicas, mineralógicas, químicas e físicas do solo entre áreas de cultivo com plantio direto e plantio convencional. *Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais*, Curitiba, 3:11-18. 2005.
- OADES, J. M. The retentions of organic matter in soils. *Biogeochemistry*, Dordrecht, 5:35-70, 1988.
- SANCHES, A. C. SILVA, A. P. TORMENA, C. A. RIGOLIN, A. T. Impacto do cultivo de citros em propriedades químicas, densidade do solo e atividade microbiana de um podzólico vermelho-amarelo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23:91-99, 1999.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. Accounter analysis methods for grouping means in the analysis of variants. *Biometrics*, Washington, 30:507-512, 1974.
- SILVA, M. A. S. MAFRA, A. L. ALBUQUERQUE, J. A. BAYER, C. MIELNICZUK, J. Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em um argissolo vermelho sob diferentes sistemas de preparo. *Ciência Rural*, 35:544-552, 2005.
- SILVA, M. L. N.; CURI, N.; BLANCANEUX, P.; Sistemas de manejo e qualidade estrutural de latossolo roxo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 35: 2485-2492, 2000.



Tabela 1. Valores médios de argila dispersa em água (%) para diferentes operações agrícolas, em duas classes de solo e duas camadas de solo.

Local de Amostragem	Argissolo		Latossolo	
	Superficial	Sub-superficial	Superficial	Sub-superficial
Linha de plantio	3,36 Aa β	8,38 Aa α	5,43 Aa α	1,44 Ab β
Linha de tráfego	5,25 Aa α	5,05 Aa α	3,61 Aa α	3,82 Aa α

Letras maiúsculas comparam locais de amostragem, letras minúsculas comparam classes de solo e letras gregas comparam camadas de solo, pelo teste de Scott & Knott ($p < 0,05$).

Tabela 2. Valores médios de índice de floculação (%) para diferentes operações agrícolas, em duas classes de solo e duas camadas de solo.

Operação agrícola	Argissolo		Latossolo	
	Superficial	Sub-superficial	Superficial	Sub-superficial
Linha de plantio	88,80 Aa α	82,90 Ab α	87,94 Aa α	94,48 Aa α
Linha de tráfego	88,34 Aa α	80,56 Aa α	92,64 Aa α	85,86 Aa α

Letras maiúsculas comparam operação agrícola, letras minúsculas comparam classes de solo e letras gregas comparam camadas de solo, pelo teste de Scott & Knott ($p < 0,05$).