



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

AGREGAÇÃO DE UM CAMBISSOLO HÚMICO EM POVAMENTOS DE *Pinus taeda* E CAMPO NATIVO.

Suzana Ferreira da Rosa⁽¹⁾; Simone Filipini Abrão⁽²⁾; Claudine Ohana Barcellos Consensa⁽³⁾; Dalvan José Reinert⁽⁴⁾; José Miguel Reichert⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Eng. Florestal, Doutoranda do PPG em Engenharia Florestal; Departamento de Solos; Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, n. 1000, Bairro Camobi, Santa Maria, CEP 97105-900; suzanafdr@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Eng. Florestal, Msc. em Engenharia Florestal (PPGEF – UFSM); ⁽³⁾ Graduanda em Engenharia Florestal, Departamento de Solos - UFSM; ⁽⁴⁾ Professor do Departamento de Solos – UFSM.

Resumo – O objetivo deste trabalho foi verificar se a introdução da espécie *Pinus taeda* L. em solo sob campo nativo pode alterar a agregação do Cambissolo Húmico, em diferentes rotações. Para isso, foram escolhidas duas áreas de estudo, uma em primeira (RT1) e a outra em segunda rotação (RT2), com 13 anos de idade. Para cada povoamento, foi avaliada conjuntamente uma área de campo nativo adjacente (testemunha). Em cada área, foram abertas 5 trincheiras e coletadas amostras de solo nas profundidades 0,0-0,05 e 0,05-0,20 m. A distribuição do tamanho dos agregados foi obtida pela metodologia modificada de Kemper e Chepil (1965), sendo os resultados expressos pela porcentagem de agregados de cada classe (AGRI) e diâmetro médio geométrico (DMG). Considerando as duas áreas de estudo, houve redução da estabilidade dos agregados na camada de 0,05 a 0,20 m. No entanto, na mesma camada, a RT2 apresentou elevação na estabilidade de agregados de classes de tamanho menores, refletindo o manejo adotado.

Palavras-Chave: qualidade do solo; uso do solo; solo florestal.

INTRODUÇÃO

Os plantios de pínus se estenderam pelo Rio Grande do Sul como uma alternativa de substituição à *Araucaria angustifolia*, sendo, atualmente, uma das principais espécies madeireiras do Sul do Brasil. Os cultivos de pínus concentram-se, em sua maioria, nas terras mais altas da Serra Gaúcha e do Planalto Catarinense, sendo implantados, principalmente, em vegetação original de campo nativo sob Cambissolos Húmicos.

Os Cambissolos são definidos como solos frágeis quanto aos seus aspectos morfogênicos, devido à sua formação recente, sendo consideradas unidades pedológicas em plena transformação, com baixo grau de intemperismo, caracterizados por apresentar um horizonte B incipiente e elevados teores de silte ao longo do perfil.

A conversão de uma vegetação natural em áreas produtivas com espécies exóticas, geralmente causam alterações edáficas de natureza física, química e biológica (Gonçalves, 2002). Para a quantificação dessas alterações, são geralmente utilizados

indicadores da qualidade do solo, definidos como propriedades mensuráveis capazes de influenciar a produção de culturas ou o desempenho de funções ambientais do solo.

Desse modo, os aspectos físicos, especialmente a estrutura do solo são mais considerados ao avaliar os impactos e a capacidade produtiva das áreas destinadas à produção florestal (Carvalho et al., 1999; Bellote e Dedecek, 2006; Silva et al., 2008), pelo fato de a estrutura estar diretamente associada com o movimento da água, atividade microbiana e absorção de nutrientes.

Nesse sentido, o presente estudo teve por objetivo verificar se a introdução da espécie *P. taeda* L., em diferentes rotações, em solo sob vegetação natural de campo nativo pode alterar a agregação do Cambissolo Húmico na região dos Campos de Cima da Serra - RS.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no município de Cambará do Sul, localizado no extremo nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, com coordenadas geográficas 29° 02' 52'' de latitude Sul e 50° 08' 41'' de longitude Oeste e altitude média de 980 m acima do nível do mar. O clima predominante na região é do tipo Cfb1, temperado úmido, a temperatura média anual fica em 14,8° C, a precipitação média anual é de 1787 mm e a umidade relativa do ar em torno de 80% (Moreno, 1961).

O tipo de solo nas áreas estudadas é classificado como Cambissolo Húmico Alumínico típico (EMBRAPA, 2006). A caracterização granulométrica e os teores de matéria orgânica encontram-se na Tabela 1.

O estudo utilizou povoamentos florestais em primeira e segunda rotação de *Pinus taeda* e campo nativo adjacente.

Na área de estudo de primeira rotação (RT1) o povoamento foi implantado desde novembro até dezembro do ano de 1996, utilizando-se mudas produzidas em embalagens plásticas, provenientes de sementes clonais, plantadas em espaçamento 3 m x 2 m. O plantio foi realizado sem adubação, após a marcação e o coroamento manual. No sexto ano foi realizada a desrama (60% da altura) em 100% das árvores, enquanto o primeiro desbaste ocorreu aos 10 anos, sendo executado de maneira manual. As coletas de solo foram realizadas quando o povoamento encontrava-se com 13 anos de idade, sendo realizada coleta de solo, também, em uma área de campo nativo adjacente ao povoamento.

A segunda área de estudo trata-se de uma área de reforma, ou seja, considerada de segunda rotação (RT2). O povoamento foi implantado de julho a setembro do ano de 1996, utilizando mudas produzidas em raiz nua e em embalagens plásticas, as quais foram plantadas em espaçamento 3 m x 2 m. O plantio foi realizado sem adubação, após a queima, marcação e coroamento manual. No quarto ano do povoamento foi realizada a desrama (60% da altura) em 100% das árvores e no nono ano ocorreu o primeiro desbaste, realizado manualmente. No período em que foram realizadas as coletas de solo o povoamento encontrava-se com 13 anos de idade, esta fazenda corresponde a uma área de segunda rotação, dessa forma, a área vem sendo utilizada com florestamentos de pínus há aproximadamente 30 anos. Da mesma maneira que na área de primeira rotação, também avaliou-se uma área de campo nativo próximo ao talhão observado.

A coleta das amostras dentro de cada área de estudo foi realizada em cinco pontos de coleta nas entrelinhas dos plantios de 1ª e 2ª rotação e, ainda, nas suas respectivas testemunhas (áreas de campo). As amostras de solo foram coletadas nas camadas 0,00-0,05 e 0,05-0,20 m, mantendo a sua estrutura preservada. Em laboratório, as amostras foram secas à sombra e destorroadas manualmente, através de seus planos de fraqueza localizados na junção interagregados, de modo que toda a massa de solo atravessasse a peneira com malha de 8,0 mm.

A distribuição do tamanho dos agregados foi obtida pela metodologia modificada de Kemper e Chepil (1965), na qual os agregados são agitados no aparelho de oscilação vertical de Yoder (1936), em um conjunto de peneiras com malhas de 4,75; 2,00; 1,00 e 0,21 mm em seu interior e, desse modo, separando os agregados em cinco classes de tamanho: 8,00-4,75; 4,75-2,00; 2,00-1,00; 1,00-0,21 mm e < 0,21 mm.

Os resultados foram expressos pela porcentagem de agregados de cada classe e diâmetro médio geométrico (DMG).

Os dados encontrados para porcentagem de agregados de cada classe e o diâmetro médio geométrico referentes à área de primeira rotação (RT1) foram comparados com a sua testemunha, o campo nativo adjacente (CN1). Do mesmo modo, os dados relativos à segunda rotação (RT2) foram comparados com a sua respectiva testemunha (CN2). Para isso, os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk a fim de verificar a normalidade da distribuição, no entanto, os valores não apresentaram distribuição normal e, por conseguinte, foram submetidos à transformação Box-Cox para posterior comparação de médias pelo teste “t” de Student ao nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da distribuição do tamanho dos agregados estáveis em água nas áreas de plantio de *P. taeda* em primeira e segunda rotação e dos campos nativos adjacentes a cada área podem ser observados na tabela 2. Nota-se que na área de primeira rotação, na camada de 0,00 a 0,05 m, os valores de distribuição do tamanho dos agregados formados não diferiram

estatisticamente entre o povoamento florestal e o campo nativo. Com exceção da classe de tamanho <0,21 mm em que a porcentagem de agregados foi maior no povoamento de pínus.

Observaram-se valores elevados de agregados estáveis pertencentes às primeiras classes (8,00 a 4,75 e 4,75 a 2,00 mm), demonstrando alta estabilidade de agregados com diâmetros maiores na camada superior do solo. O mesmo comportamento foi observado por Longo et al. (1999), em que a maior parte dos agregados ficou retida na peneira de 4,0 mm, indicando a formação de agregados bastante estáveis em água.

Quanto ao percentual de agregados estáveis, bem como em relação à distribuição nas diferentes classes de tamanhos de agregados, a área com plantio de pínus em primeira rotação manteve o mesmo comportamento da área de campo nativo. Isso ocorre devido ao material orgânico permanecer acumulado na superfície do solo, mesmo o campo apresentando maior teor de MO (Tabela 1), a área com pínus conseguiu promover agregação de forma similar.

Considerando a segunda camada avaliada (0,05 a 0,20 m), a área com plantio de *P. taeda* se diferenciou estatisticamente do campo em todas as classes de agregados (Tabela 2), com exceção da classe < 0,21 mm. Observa-se, nessa mesma área, que os valores de estabilidade de agregados foram mais baixos em relação a sua testemunha (área de campo).

Por outro lado, em todas as classes de tamanho, o campo nativo manteve os percentuais de agregados estáveis, semelhantes à camada superior, apresentando, inclusive, valores médios mais elevados. Esse resultado revelou o potencial do campo em manter a estabilidade dos agregados até mesmo nas camadas inferiores. Além disso, nas duas camadas avaliadas, a área com plantio de pínus apresentou tendência de diminuição da estabilidade de agregados com o aumento da profundidade, em consonância com os resultados encontrados em Lima et al. (2003), Wendling et al. (2005) e Morales et al. (2010). Tais valores estariam também relacionados à diminuição dos níveis de carbono orgânico com o aumento da profundidade do solo.

Por se tratar de um Cambissolo de caráter húmico, este apresenta elevados teores de material orgânico e carbono orgânico acumulado no horizonte superficial, fato relacionado às baixas temperaturas e elevada acidez do solo (baixo pH), inibindo a atividade de micro-organismos decompositores. Segundo Gonçalves (2002), a matéria orgânica atua de forma direta e indireta no processo de agregação do solo, seja pelas suas características e propriedades intrínsecas ou pela alteração do meio, como observado por Morales et al. (2010). No entanto, Baver et al. (1972) afirmam que somente material orgânico sem transformação biológica não promove efeito na estrutura do solo. Nesse caso, é necessária a contribuição de fungos e bactérias para a formação e estabilização intra e interagregados, por meio da excreção de polissacarídeos, formação de húmus, ou através do envolvimento das partículas primárias e agregados pelas hifas dos fungos

(OADES, 1993).

Inúmeros trabalhos já demonstraram que a preservação ou o aumento do material orgânico são um dos principais fatores responsáveis pela estabilização dos agregados. Nesse sentido, comparando sistema de plantio direto com mata natural, em Cambissolo Háplico, observou-se melhor agregação em mata natural. Tal resultado foi justificado pelos maiores teores de carbono orgânico e forte influência da atividade biológica (LUCIANO et al., 2010); mesmo comportamento foi evidenciado em Lima et al. (2003); Wendling et al. (2005) e Neves et al. (2007).

Na segunda área de estudo, comparando a área florestada com *P. taeda* em segunda rotação com o campo nativo, na camada de 0,00 a 0,05 m, os valores de distribuição do tamanho dos agregados não diferiram estatisticamente (Tabela 2), o que pode estar relacionado ao fato de os teores de matéria orgânica também não diferirem nessa camada (Tabela 1). As áreas continuaram a apresentar altos percentuais de agregados estáveis pertencentes a classes de diâmetros maiores, porém, os valores são mais baixos em relação à primeira área de estudo.

Analisando a camada de 0,05 a 0,20 m, na classe de agregados de 8,00 a 4,75 mm, verifica-se que o campo nativo apresentou diferença significativa, possuindo maior valor médio para essa classe, mostrando-se altamente estável. Em contrapartida, a área com plantio de pinus em segunda rotação apresentou aumento da estabilidade de agregados com diâmetros menores. Esse resultado possivelmente reflete o manejo adotado na área, o qual promoveu a diminuição no teor de material orgânico pela queima e corte raso do povoamento, expondo mais facilmente o solo às intempéries do ambiente, reduzindo a estabilidade dos macroagregados e aumentando a estabilidade de agregados menores, corroborando com Longo et al. (1999).

Nesse caso, observa-se que a área com pinus em segunda rotação, camada de 0,00 a 0,05 m, conseguiu manter percentuais de agregados estáveis semelhantes a sua área testemunha. Desse modo, a partir desta evidência é possível inferir que nessa camada o carbono orgânico conseguiu restabelecer parcialmente seu estoque, considerando que o povoamento na época da coleta encontrava-se com 13 anos de idade.

Nas duas áreas de estudo avaliadas, os povoamentos de pinus apresentaram redução no valor do DMG (Tabela 2) em decorrência da diminuição dos teores de carbono orgânico total em profundidade. Percebe-se ainda, na camada mais superficial, que as áreas experimentais e usos do solo apresentaram valores de DMG altos, indicando elevada estabilidade. Nesse sentido, pesquisando a qualidade do solo e sua relação com a produtividade de *P. taeda*, Morales et al. (2010) também observaram reduções do DMG em função do aumento da profundidade. No entanto, os autores observaram elevado valor médio do DMG (4,5 mm) até a profundidade de 0,6 m, indicando alta

estabilidade de agregados mesmo nas camadas mais inferiores.

Contudo, a área de campo nativo manteve esta estabilidade inclusive na camada de 0,05 a 0,20 m. Porém, tal estabilidade pode ser devida à compactação, como sugerido por Suzuki (2008), o qual infere que, além da textura e da matéria orgânica, a compressão do solo pelo pisoteio animal contribui para aumentar o DMP na camada superior a 0,10 m e, portanto, formar agregados de alta estabilidade e de baixa qualidade.

CONCLUSÕES

1. A substituição do campo nativo por povoamento de *P. taeda* L. não alterou a estabilidade de agregados na camada mais superficial (0,0 a 0,05 m), nem mesmo em área de segunda rotação.

2. O efeito do pinus na superfície do solo não degrada a sua qualidade.

3. Apenas o campo nativo consegue manter a estabilidade dos agregados em profundidade.

AGRADECIMENTOS

À empresa Cambará S.A. e ao CNPq, que tornaram possível a realização do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- BELLOTE, A. F. J.; DEDECEK, R. A. Atributos físicos e químicos do solo e suas relações com o crescimento e a produtividade do *Pinus taeda*. Boletim de Pesquisa Florestal, 53: 21-38, 2006.
- CARVALHO, A. P. de. et al. Efeitos de características do solo sobre a capacidade produtiva de *Pinus taeda*. Boletim de Pesquisa Florestal, 39: 51-66, 1999.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.
- GONÇALVES, J. L. M. Principais solos usados para plantações florestais. In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. Conservação e cultivo de solos para plantações florestais. Piracicaba: IPEF, 2002. p.1-46.
- KEMPER, W. D.; CHEPIL, W. S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A. Physical and mineralogical methods. Madison, Wisconsin: ASA & SSSA, 1965. p. 495-509.
- LIMA, C. L. R. de. et al. Estabilidade de agregados de um planossolo sob diferentes sistemas de manejo. R. Bras. Ci. Solo, 27: 199-205, 2003.
- BAVER, L. D.; GARDNER, W. H.; GARDNER, W. R. Soil structure: classification and genesis. In: BAVAR, L. D.; GARDNER, W. H. & GARDNER, W. R. Soil Physics, New York: John Wiley, p.130-177, 1972.
- LONGO, R. M.; ESPÍNDOLA, C. R.; RIBEIRO, A. I. Modificações na estabilidade de agregados no solo decorrentes da introdução de pastagens em áreas de cerrado e floresta amazônica. R. Bras. Eng. Agrícola e Ambiental, 3: 276-280, 1999.
- LUCIANO, R. V. et al. Propriedades físicas e carbono orgânico do solo sob plantio direto comparados à mata natural, num cambissolo háplico. R. Ci. Agroveterinárias, 9: 09-19, 2010.
- MORALES, C. A. S. et al. Qualidade do solo e produtividade de *Pinus taeda* no planalto catarinense. Ci. Florestal, 20: 629-640, 2010.
- MORENO, J. A. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961.

NEVES, C. M. N. das. et al. Atributos indicadores da qualidade do solo em sistema agrossilvopastoril no noroeste do estado de Minas Gerais. *Scientia Forestalis*, 74: 45-53, 2007.

OADES, J. M. The role of biology in formation, stabilization and degradation of soil structure. *Geoderma*, 56: 377-400, 1993.

SILVA, L. G. da. et al. Atributos físicos, químicos e biológicos de um latossolo de cerrado sob cultivo de

espécies florestais. In: IX SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE O CERRADO, 9, 2008. Anais. Brasília, 2008. CD-ROM.

SUZUKI, L. E. A. S. Qualidade físico-hídrica de um argissolo sob floresta e pastagem no sul do Brasil. 2008. 138 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

WENDLING, B. et al. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. *Pes. Agrop. Bras.*, 40: 487-494, 2005.

Tabela 1. Areia total, areia grossa, areia fina, silte e argila do Cambissolo Húmico, com seus respectivos grupos texturais e matéria orgânica, para as áreas e camadas em estudo, Cambará do Sul, RS, Brasil

Camada (m)	Areia (%)			Silte (%)	Argila (%)	Classe Textural	Matéria Orgânica (%)
	Total	Grossa	Fina				
RT1							
0,00 - 0,05	15,56	10,19	5,37	27,53	56,91	Argilosa	67,4 b*
0,05 - 0,20	16,45	10,58	5,88	29,73	53,82	Argilosa	86,0 a
CN1							
0,00 - 0,05	17,94	11,56	6,38	32,21	49,85	Argilosa	64,8 a
0,05 - 0,20	16,17	10,78	5,39	34,24	49,58	Argilosa	64,8 a
RT2							
0,00 - 0,05	20,80	12,34	8,46	30,17	49,02	Argilosa	46,0 a
0,05 - 0,20	21,58	13,54	8,03	29,67	48,75	Argilosa	39,8 b
CN2							
0,00 - 0,05	17,50	10,38	7,12	30,80	51,70	Argilosa	30,9 a
0,05 - 0,20	17,00	10,64	6,36	32,94	50,05	Argilosa	29,3 a

RT1 = área de estudo de 1ª rotação; CN1 = campo nativo adjacente à RT1; RT2 = área de estudo de 2ª rotação; CN2 = campo nativo adjacente à RT2.

Tabela 2. Agregados estáveis em água em diferentes classes de agregados e Diâmetro Médio Geométrico (DMG) de um Cambissolo Húmico, considerando a área de primeira e segunda rotação (RT1 e RT2) e seus respectivos campos nativos adjacentes (CN1 e CN2), Cambará do Sul, RS, Brasil.

Área	Classes de Agregados (mm)					DMG (mm)
	8,00-4,75	4,75-2,00	2,00-1,00	1,00-0,21	< 0,21	
Camada 0,00-0,05 m						
RT1	47,45 a	29,00 a	10,05 a	11,10 a	4,99 a	3,21 a
CN1	48,22 a	20,25 a	8,82 a	9,82 a	2,50 b	3,40 a
RT2	43,35 a	26,15 a	13,19 a	13,18 a	4,13 a	2,83 a
CN2	38,87 a	24,08 a	14,71 a	18,36 a	4,00 a	2,52 a
Camada 0,05-0,20 m						
RT1	41,81 a	14,39 b	4,98 b	4,37 b	1,92 a	2,00 b
CN1	52,12 b	21,44 a	11,12 a	12,14 a	2,46 a	3,19 a
RT2	16,76 b	26,88 a	26,77 a	24,34 a	4,88 a	1,54 b
CN2	36,17 a	28,60 a	17,72 b	14,70 b	2,80 a	2,66 a

RT1 = área de estudo de 1ª rotação; CN1 = campo nativo adjacente à RT1; RT2 = área de estudo de 2ª rotação; CN2 = campo nativo adjacente à RT2. Médias não seguidas pela mesma letra, dentro de cada camada, diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade de erro.