



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1981- 5980

Dezembro, 2009

versão  
**ON LINE**

## ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 100***

### **Avaliação da Qualidade Física e da Matéria Orgânica de um Argissolo Vermelho Derivado de Arenito da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul**

Daiane Carvalho dos Santos  
Cláudia Liane Rodrigues de Lima  
Carlos Alberto Flores  
Clenio Nailto Pillon  
Roberta Jeske Kunde  
Wiliam Costa Sandrini

Pelotas, RS  
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Clima Temperado**

Endereço: BR 392 Km 78  
Caixa Postal 403, CEP 96001-970 - Pelotas, RS  
Fone: (53) 3275-8199  
Fax: (53) 3275-8219 - 3275-8221  
Home page: www.cpact.embrapa.br  
E-mail: sac@cpact.embrapa.br

**Comitê de Publicações da Unidade**

**Presidente:** Ariano Martins de Magalhães Júnior

Secretária-Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia

**Membros:** José Carlos Leite Reis, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suita de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro Bertoldi e Regina das Graças Vasconcelos dos Santos

**Suplentes:** Márcia Vizzotto e Beatriz Marti Emygdio

Supervisor editorial: Antônio Luiz Oliveira Heberlê

Revisão de texto: Marcos de Oliveira Treptow

Normalização bibliográfica: Regina das Graças Vasconcelos dos Santos

Editoração eletrônica e capa: Sérgio Ilmar Vergara dos Santos

Foto da capa: Carlos Alberto Flores

**1ª edição**

1ª impressão (2009): 50 exemplares

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

---

Avaliação da qualidade física e da matéria orgânica de um Argissolo Vermelho derivado de arenito da fronteira Oeste do Rio Grande do Sul /  
Daiane Carvalho dos Santos... [et al.]. – Pelotas: Embrapa Clima  
Temperado, 2009.  
26p. – (Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e  
desenvolvimento, 100).

ISSN 1678-2518

Solo – Qualidade – Uso – Eucalipto. I. Santos, Daiane Carvalho dos..  
Título. III. Série.

CDD 631.4

---

## Sumário

Resumo.....	5
Abstract.....	7
Introdução.....	9
Material e Métodos.....	11
Resultados e Discussão.....	14
Conclusões.....	23
Referências.....	24

# Avaliação da Qualidade Física e da Matéria Orgânica de um Argissolo Vermelho Derivado de Arenito da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul

---

Daiane Carvalho dos Santos<sup>1</sup>

Cláudia Liane Rodrigues de Lima<sup>2</sup>

Carlos Alberto Flores<sup>3</sup>

Clenio Nailto Pillon<sup>4</sup>

Roberta Jeske Kunde<sup>5</sup>

Wilian Costa Sandrini<sup>6</sup>

## Resumo

Considerando o reduzido número de trabalhos técnicos existentes sobre as áreas susceptíveis à erosão no sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul, objetivou-se avaliar a qualidade estrutural, a partir da distribuição de agregados estáveis em água em diferentes classes de diâmetro; da macro e da microagregação; do diâmetro médio ponderado de agregados; e da concentração de carbono orgânico e de nitrogênio total no solo e a concentração de carbono orgânico total nas frações físicas da matéria orgânica de um Argissolo Vermelho Eutrófico arênico no Município de Alegrete, RS. Coletaram-se amostras nas camadas de solo de 0,000 a 0,025m; 0,025 a 0,075m; 0,075 a 0,125m; 0,125 a 0,225m; 0,225 a

---

<sup>1</sup>Bióloga, Doutoranda da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, santos.daianec@gmail.com

<sup>2</sup>Eng. Agríc. Doutora, professora do Departamento de Solos da UFPel, Pelotas, RS, clrlima@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Eng. Agrôn. Mestre, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, flores@cpact.embrapa.br

<sup>4</sup>Eng. Agrôn. Doutor, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, pillon@cpact.embrapa.br

<sup>5</sup>Estudante, Química Ambiental Universidade Católica de Pelotas, Pelotas, RS, roberta\_kunde@hotmail.com

<sup>6</sup>Tecnólogo Ambiental, Mestrando em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, ecosandrini@yahoo.com.br

0,325m; e 0,325 a 0,425m em uma floresta homogênea de eucalipto, em um sistema agrosilvipastoril na linha e na entrelinha de cultivo, e numa área sob campo nativo, utilizando quatro trincheiras por sistema. A maior degradação estrutural avaliada pela estabilidade de agregados, macro e microagregação, foi observada na entrelinha do sistema agrosilvipastoril. O diâmetro médio ponderado de agregados indicou valores inferiores para a entrelinha de sistema agrosilvipastoril na camada de 0,025 a 0,075 m. A floresta homogênea de eucalipto promoveu aumento nas concentrações de carbono orgânico total, nitrogênio total, de carbono orgânico particulado e de carbono nas frações leve livre e leve oclusa da matéria orgânica do solo.

Termos para indexação: qualidade do solo, uso do solo, eucalipto.

# Quality Evaluation of Physical and organic matter from an Alfisol derived from sandstone of the West Frontier of the Rio Grande do Sul state

---

Daiane Carvalho dos Santos<sup>1</sup>

Cláudia Liane Rodrigues de Lima<sup>2</sup>

Carlos Alberto Flores<sup>3</sup>

Clenio Nailto Pillon<sup>4</sup>

Roberta Jeske Kunde<sup>5</sup>

Wilian Costa Sandrini<sup>6</sup>

## Abstract

Considering the limited number of work in areas susceptible to erosion in the southwest of the Rio Grande do Sul state, the objective this study was to evaluate the quality of the structure from the distribution of water-stable aggregates in different diameter classes, the macro and microaggregation, the weighted mean diameter of aggregates, and the concentration of organic carbon and total nitrogen in the soil and the concentration of total organic carbon in physical fractions of organic matter of the Alfisol in the Alegrete county, RS. Samples were collected in soil layers from 0.000 to 0.025, 0.025 to 0.075, 0.075 to 0.125, 0.125 to 0.225, 0.225 to 0.325, and 0.325 to 0.425 m in a homogeneous eucalyptus forest plantation, in a agrosilvipastoril system (line and between row) and native field, using three places in each area. The most structural degradation measured by aggregate stability, macro and microaggregation was observed in between row of the agrosilvipastoril system. The weighted mean diameter of aggregates indicated lower values in between row of the agrosilvipastoril system in the 0.025 to

0.075 m layer. The eucalyptus homogeneous forest plantation increased the concentrations of total organic carbon, total nitrogen, carbon and particulate organic carbon in the light free fraction and occluded light of organic matter.

Index terms: soil quality, land use, eucalyptus

## **Introdução**

Na região da fronteira oeste do Estado do Rio Grande do Sul, os solos originários das formações areníticas da Era Mesozóica apresentam limitações naturais relacionadas, principalmente, à fertilidade e, as erosões eólica e hídrica, o que tem favorecido a formação dos chamados areais. Estes fatores, aliados à baixa aptidão agrícola e ao uso inadequado da terra, têm incrementado progressivamente a degradação dos solos, diminuindo a qualidade de vida dos produtores desta região.

Os sistemas agrosilvipastoris surgem como uma estratégia a ser utilizada no manejo dessas áreas. Esses sistemas consistem em uma combinação natural ou uma associação deliberada de um ou de vários componentes lenhosos (arbustivos e/ou arbóreos) dentro de uma pastagem de espécies de gramíneas e de leguminosas herbáceas nativas ou cultivadas, e sua utilização por ruminantes e herbívoros em pastoreio. O desenvolvimento de sistemas agrosilvipastoris sustentáveis pode aumentar a renda, a qualidade de vida do ser humano e, por sua vez, a preservação e conservação do meio ambiente e da biodiversidade de solos arenosos da fronteira oeste do Estado do Rio Grande do Sul (RIBASKI et al., 2005).

A qualidade do solo é dependente de parâmetros e processos inseridos no ecossistema agrosilvipastoril. Dentre os parâmetros físicos, a agregação do solo é um dos atributos utilizados na avaliação da qualidade estrutural e da incidência de processos erosivos (LIMA et al., 2003).

A estabilidade estrutural e a matéria orgânica do solo (MOS) têm importância no que se refere à umidade, à dinâmica, à lixiviação de nutrientes do solo para as plantas e à produtividade agrícola, sendo



10 *Avaliação da qualidade física e da matéria orgânica de um Argissolo Vermelho derivado de arenito da fronteira Oeste do Rio Grande do Sul*

indicadores úteis do uso sustentável de áreas degradadas. A agregação é influenciada por agentes cimentantes como polissacarídeos (agentes transitórios), raízes e hifas de fungos (agentes temporários) e cátions associados a compostos aromáticos recalcitrantes, adsorvidos a polímeros (agentes persistentes), os quais permanecem de forma diferenciada no solo (TISDAL; OADES, 1982). O uso de espécies florestais, por sua vez, pode influenciar diferentes parâmetros físicos (RAB, 2004; DIAS JUNIOR et al., 2007) e controlar a permanência de agentes cimentantes no solo. A mineralogia e a granulometria, associadas à MOS, regulam a agregação (CARTER, 2002; REICHERT et al., 2006).

A MOS também constitui um dos atributos da qualidade do solo, porque é sensível às condições ambientais e às mudanças no manejo. Quando associadas às partículas minerais, formam agregados estáveis, fornecendo proteção física à MOS. Alterações na distribuição e estabilidade de agregados, na concentração de carbono orgânico total (COT) e de nitrogênio total (NT) constituem-se indicadores sensíveis às práticas de manejo a médio e a longo prazos. Em curto prazo, alterações na proporção das frações lábeis da MOS, como o carbono orgânico particulado (COP), obtido por fracionamento físico granulométrico e/ou a fração leve livre (FLL) e leve oclusa (FLO), obtidas por técnicas de fracionamento físico densimétrico, podem fornecer informações importantes sobre a sustentabilidade ambiental e sobre a qualidade do solo em agroecossistemas, permitindo correções nas estratégias de uso e de manejo adotadas.

Considerando limitado o número de trabalhos técnicos em áreas arenizadas do sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul, surgiu a necessidade de desenvolver um estudo com o objetivo de avaliar a qualidade estrutural, a partir (i) da distribuição de agregados estáveis em água em diferentes classes de diâmetro, (ii) da macro e da microagregação, (iii) do diâmetro médio ponderado de agregados, e ainda (iv) a concentração de COT e NT no solo e (v) a concentração de COT nas frações físicas da MOS de um Argissolo Vermelho quando em uso com sistema agrosilvipastoril no Município de Alegrete, RS.

## Material e Métodos

O estudo foi realizado em área experimental da estância Sá Brito no Município de Alegrete-RS, em um Argissolo Vermelho Eutrófico arênico A moderado textura arenosa/média fase e relevo suave ondulado (SANTOS et al., 2006). A distribuição granulométrica do solo, sob diferentes sistemas de uso e camadas, está descrita na Tabela 1.

**Tabela 1.** Teor de argila, de silte e de areia ( $\text{g Kg}^{-1}$ ) de um Argissolo Vermelho sob sistemas de uso e camadas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2007.

Sistemas <sup>1</sup>	Camadas, m					
	0,000 a 0,025	0,025 a 0,075	0,075 a 0,125	0,125 a 0,225	0,225 a 0,325	0,325 a 0,425
	Argila, $\text{g kg}^{-1}$					
FH	73,33	75,97	79,93	71,30	85,70	106,37
LISA	41,77	44,67	59,43	65,10	78,20	91,67
ELSA	57,27	58,73	69,47	63,70	82,33	95,83
CN	68,20	69,33	72,43	81,07	88,63	104,20
	Silte, $\text{g kg}^{-1}$					
FH	36,67	21,53	22,32	15,95	15,38	14,55
LISA	49,15	29,08	14,07	21,07	22,97	14,75
ELSA	35,15	27,68	13,03	25,13	22,58	19,25
CN	48,63	27,92	25,07	24,85	32,12	24,63
	Areia, $\text{g kg}^{-1}$					
FH	890,00	902,50	897,75	912,75	898,92	879,08
LISA	909,08	926,25	926,50	913,83	898,83	893,58
ELSA	907,58	913,58	917,50	911,17	895,08	884,92
CN	883,17	902,75	902,50	894,08	879,258	871,17

<sup>1</sup>FH – Floresta homogênea de eucalipto; LISA – Sistema agrosilvipastoril na linha; ELSA – Sistema agrosilvipastoril na entre linha e CN – Campo nativo.

As áreas amostradas de solo localizam-se entre as coordenadas geográficas 29°59'47" de latitude sul e 55°47'30" de longitude oeste (Figura 1). A amostragem do solo ocorreu em quatro áreas: i) floresta homogênea (FH), representando um florestamento convencional de *Eucalyptus grandis* (3m x 3m); ii) sistema agrosilvipastoril na posição linha (LISA); iii) sistema agrosilvipastoril na posição entrelinha (ELSA) (Figuras 1 e 2); e iv) campo nativo (CN) (Figura 1). No sistema agrosilvipastoril foram

12 *Avaliação da qualidade física e da matéria orgânica de um Argissolo Vermelho derivado de arenito da fronteira Oeste do Rio Grande do Sul*

utilizadas linhas de plantio triplas, sendo as fileiras centrais distanciadas entre si em 20 metros. A distância entre as linhas triplas de plantio é de 3,0m e o espaçamento inicial entre plantas nas linhas é de 1,5m. O sistema agrosilvipastoril foi implantado no ano de 2002 sendo em 2007 realizada a coleta das amostras de solo.



**Figura 1.** Vista aérea da área experimental no município de Alegrete (RS); 1- floresta homogênea (FH); 2- sistema agrosilvipastoril; e 3- campo nativo (CN).



**Figura 2.** Sistema agrosilvipastoril e posições de amostragens de solo: linha de cultivo (LISA) e entrelinha de cultivo (ELSA).

Em cada área foram abertas quatro trincheiras, onde foram coletadas as amostras deformadas para avaliação da estabilidade de agregados em água (AEA, %) em diferentes classes de tamanho (8,00 a 4,76 mm; 4,76 a 2,00 mm; 2,00 a 1,00 mm; 1,00 a 0,50 mm; 0,50 a 0,25 e menor do que 0,25 mm), bem como para avaliação do diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP, mm) em seis camadas de solo (0,000 a 0,025m; 0,025 a 0,075m; 0,075 a 0,125m; 0,125 a 0,225m; 0,225 a 0,325m; e 0,325 a 0,425m), segundo Palmeira et al. (1999). A quantificação de macro e de microagregados seguiu o critério de Tisdall e Oades (1982).

Para as análises de COT e de NT foram selecionadas as áreas sob floresta homogênea (FH), sistema agrosilvipastoril na entrelinha (ELSA) e o campo nativo (CN) nas camadas de 0,000 a 0,025m; 0,025 a 0,075m; 0,075 a 0,125m; 0,125 a 0,225m. Foram coletadas amostras deformadas e indeformadas, que serviram para avaliação da densidade do solo e correções dos valores de COT e NT.

As amostras deformadas para as análises de COT e NT foram destorroadas e secas ao ar por aproximadamente 72 horas e, posteriormente, peneiradas em malha menor do que 8,00 mm. Uma parte das amostras de solo foi macerada em gral de ágata para a determinação de COT e NT e a outra parte do solo foi destinada ao fracionamento físico granulométrico e densimétrico. O fracionamento físico granulométrico foi realizado conforme Cambardella e Elliott (1992). O carbono (C), oriundo do material retido na peneira ( $> 53 \mu\text{m}$ ), corresponde ao COP, enquanto que o carbono associado aos minerais (CAM) foi obtido pela diferença entre o COT e o COP.

O fracionamento físico densimétrico foi realizado conforme Golchin et al. (1994), modificado por Conceição et al. (2008), utilizando-se uma solução de politungstato de sódio  $2,0 \text{ Mg m}^{-3}$ . A energia de dispersão por ultrassom foi de  $250 \text{ J mL}^{-1}$ , as quais foram determinadas previamente para obtenção total do solo em partículas primárias. Escolheu-se a avaliação referente às camadas entre 0,000 a 0,075 m, em função das adições de carbono ocorrerem preferencialmente, nas camadas superficiais.

14 *Avaliação da qualidade física e da matéria orgânica de um Argissolo Vermelho derivado de arenito da fronteira Oeste do Rio Grande do Sul*

Os teores de COT e de NT presentes na massa de solo, no carbono orgânico particulado (COP), na fração leve e livre (FLL) e na fração leve oclusa (FLO) foram quantificados por oxidação a seco em um analisador elementar, sendo os resultados expressos pela relação massa/volume, por meio de correção pela densidade do solo. O C da fração pesada (FP) foi obtido por diferença entre o COT e o C da FLL e da FLO.

Os resultados provenientes de quatro repetições de campo e das duas realizadas em laboratório para cada camada de solo foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste t, que considera a diferença mínima significativa a 5% de probabilidade.

## **Resultados e Discussão**

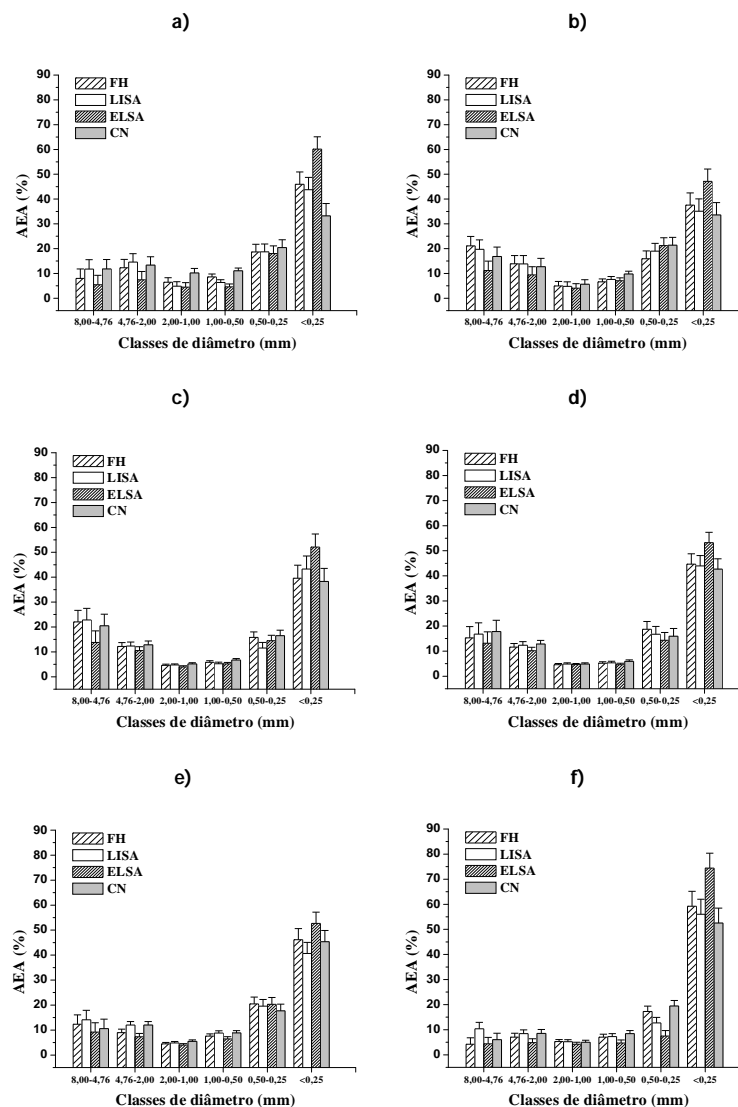
De modo geral, em todas as camadas de solo, observou-se uma tendência na redução da percentagem de AEA, nas classes de agregados de 2,00 a 0,50 mm (Figura 3). No entanto, em todos os sistemas e camadas de solo, maiores percentagens foram verificadas na classe de agregados menores que 0,25 mm. O solo submetido ao cultivo tende a perder a sua estrutura original pelo fracionamento de agregados maiores em unidades menores, com conseqüente redução de macroporos e aumento de microporos e da densidade (CARPENEDO; MIELNICZUK, 1990). Tisdall e Oades (1982), explicam que, em solos cultivados, os agregados são expostos, frequentemente, à degradação física, pelo rápido umedecimento e impacto de gotas de chuva e pelo cisalhamento por implementos agrícolas. Esses autores explicam que unidades estruturais menores que 0,25 mm são unidas entre si para formar estruturas maiores, por compostos orgânicos transitórios (polissacarídeos), hifas de fungos, mucilagens e pequenas raízes, que são muito dependentes das práticas de manejo. Revelam-se estruturas são mais resistentes ao fracionamento, porque são estabilizadas por compostos orgânicos persistentes como os óxidos e hidróxidos, que são pouco dependentes do manejo.

As menores percentagens de macroagregados e as maiores de microagregados foram observadas principalmente no sistema ELSA (Figuras 4a e 4b). Para todos os sistemas de uso do solo, de forma geral,

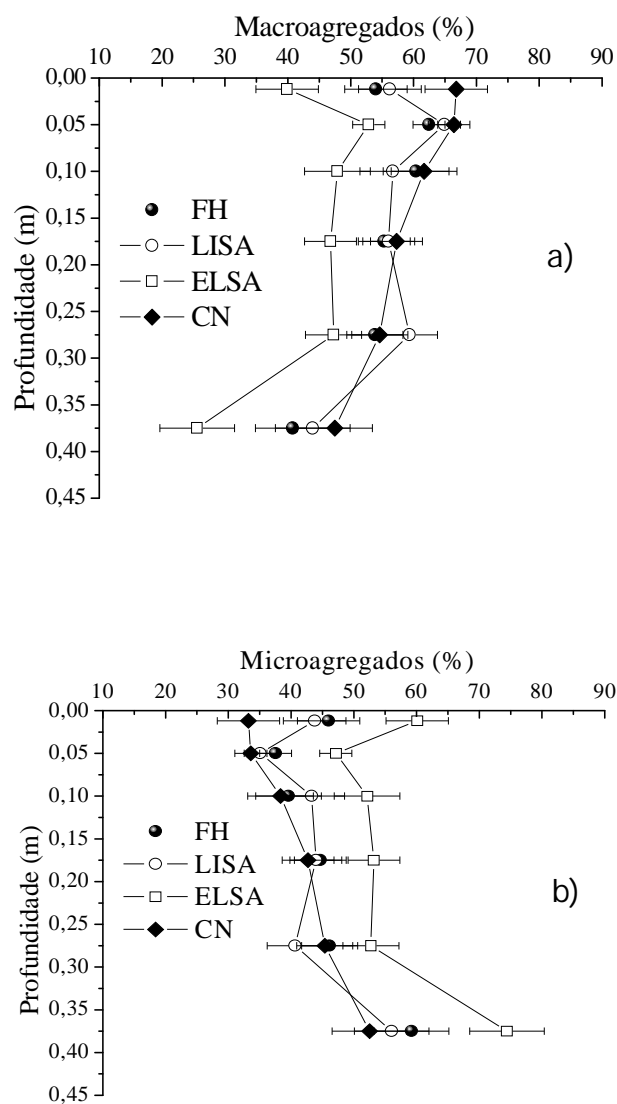
houve semelhança entre os valores absolutos de macro e de microagregados até a profundidade de 0,325 m. Após esta camada, observou-se um aumento da microagregação (Figura 4b), possivelmente associado ao incremento do teor de argila (Tabela 1), a qual exerce importância fundamental na formação de microagregados do solo.

O valor de DMP foi influenciado pelo uso do solo somente na camada 0,025 a 0,075 m (Figura 5), decrescendo na ordem  $FH > LISA > CN > ELSA$ . O menor DMP observado no sistema ELSA deve estar relacionado, possivelmente, a compactação ocasionada pelo pastejo. Salton et al. (2008) relataram que agregados formados por processos físicos, através de operações mecânicas de máquinas e equipamentos ou pelo pisoteio de animais, podem não ser estáveis.

De forma geral, a partir dos valores de agregação, considera-se que o sistema ELSA foi aquele que promoveu maior degradação estrutural do solo. Sugere-se que estudos adicionais nestas áreas e em outros tipos de solo devam ser implementados para compreender melhor os resultados aqui apresentados. Sistemas de uso que proporcionem agregados mais resistentes são desejáveis, pois manterão a estrutura do solo inalterada quando submetida a forças externas (SALTON et al., 2008).

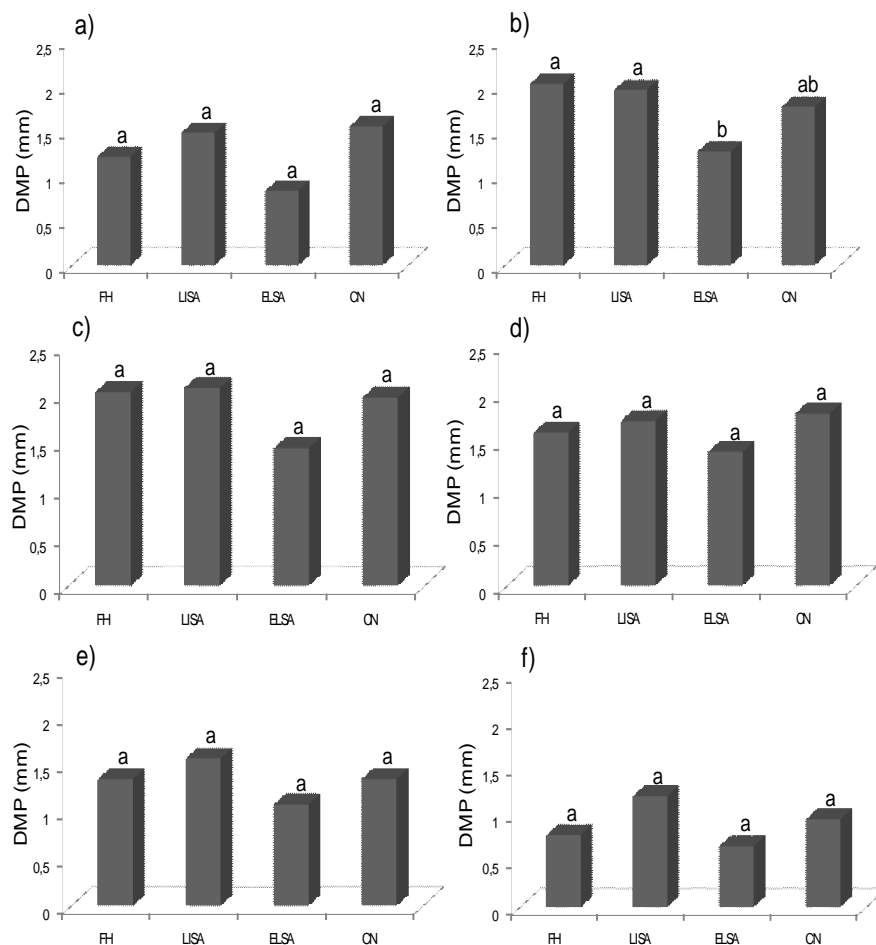


**Figura 3.** Agregados estáveis em água (AEA) em diferentes classes de diâmetro e camadas (a: 0,000 - 0,025m; b: 0,025 - 0,075m, c: 0,075 - 0,125m, d: 0,125 - 0,225m, e: 0,225 - 0,325m, f: 0,325 a 0,425m) de um Argissolo Vermelho sob plantio homogêneo de eucalipto (FH), na linha de cultivo de eucalipto (LISA), na entrelinha de cultivo de eucalipto (ELSA) e em campo nativo (CN). Barras verticais indicam a diferença mínima significativa a 5% entre sistemas de uso em cada classe de agregados do solo.



**Figura 4.** Macro (a) e microagregados (b) em diferentes camadas de um Argissolo Vermelho sob plantio homogêneo de eucalipto (FH), na linha de cultivo de eucalipto (LISA), na entrelinha de cultivo de eucalipto (ELSA) e em campo nativo (CN). Barras horizontais indicam a diferença mínima significativa a 5% entre sistema de uso em cada camada de solo.





**Figura 5.** Diâmetro médio ponderado de agregados (DMP) em diferentes camadas (a: 0,000 - 0,025m; b: 0,025 - 0,075m, c: 0,075 - 0,125m, d: 0,125 - 0,225m, e: 0,225 - 0,325m, f: 0,325 a 0,425m) de um Argissolo Vermelho sob plantio homogêneo de eucalipto (FH), linha de cultivo de eucalipto (LISA), entrelinha de cultivo de eucalipto (ELSA) e campo nativo (CN). Letras diferentes indicam a diferença mínima significativa a 5% entre sistemas de uso em cada camada de solo.

Em todos os sistemas de uso analisados, de modo geral, observou-se que concentrações de COT, NT, COP, CAM, FLL e FLO foram maiores na camada superficial (0,000 a 0,025 m) (Tabelas 2, 3 e 4). Houve uma tendência de diminuição destas concentrações com o aumento da profundidade, visto que a camada superficial do solo é a região onde a deposição de materiais orgânicos ocorre com maior intensidade. Resultados semelhantes foram encontrados por Freixo et al. (2002).

A concentração de COT foi influenciada pelos sistemas de uso nas camadas de 0,000 a 0,075 mm e de 0,125 a 0,225 mm. Por outro lado, a concentração de NT foi influenciada pelo uso do solo até 0,125 mm (Tabela 2).

**Tabela 2.** Carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (NT) ( $\text{g dm}^{-3}$ ) e relação COT/NT de um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso e camadas do solo. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2007.

Sistemas <sup>1</sup>	COT	NT	COT/NT
<b>0,000 – 0,025 m</b>			
FH	15,27 a	1,35 a	11,31
ELSA	11,50 b	0,69 c	16,67
CN	12,11 b	1,17 b	10,35
<b>0,025 – 0,075 m</b>			
FH	11,00 a	1,05 a	10,48
ELSA	9,36 b	0,69 b	13,56
CN	10,46 a	0,83 b	12,60
<b>0,075 – 0,125 m</b>			
FH	9,02 a	0,81 b	11,14
ELSA	8,84 a	1,26 a	7,02
CN	9,22 a	0,43 c	21,44
<b>0,125 – 0,225 m</b>			
FH	8,75 b	0,68 a	12,87
ELSA	7,72 c	0,56 a	13,79
CN	9,86 a	0,54 a	18,26

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna em cada camada de solo não diferem entre si pelo teste t que considera diferença mínima significativa a 5%.

<sup>1</sup>FH – Floresta Homogênea; ELSA – Entrelinha do Sistema Agrosilvipastoril; e CN – Campo Nativo.

Concentrações mais elevadas de COT e de NT na camada superficial foram observadas na floresta homogênea (Tabela 2). Este sistema pode ser eficiente na adição de COT e de NT no solo, refletindo em maior aporte de material vegetal, o que está relacionada à queda de folhas na superfície do solo e também a ausência de revolvimento (CASTRO FILHO et al., 1991). Comportamento semelhante foi observado por Lima et al. (2008), em que o cultivo de eucalipto sob o COT do solo foi maior que a pastagem, porém a mata nativa foi superior ao cultivo de eucalipto. Neves et al. (2004) encontraram redução nos teores de carbono orgânico em sistema agrossilvipastoril e atribuíram essa redução ao pastejo com a introdução do gado devido à diminuição da massa verde.

Na camada de 0,025 a 0,075 m, valores superiores de COT foram observados nos sistemas FH e CN e valores de NT na FH (Tabela 2). Guo & Gifford (2002) não observaram diferenças nos estoques de COT quando substituída a mata nativa por eucalipto, sendo a mesma tendência verificada por Mendham et al. (2004), quando compararam plantações de eucalipto com pastagem.

Na camada 0,075 a 0,125 m, valores superiores de NT foram verificados no sistema ELSA (Tabela 2), fato possivelmente atribuído à contribuição do sistema radicular das gramíneas. Segundo Golchin et al. (1994), a liberação de exudatos radiculares pode contribuir para o acúmulo de MOS em profundidade e, conseqüentemente, de NT.

Na camada de 0,125 a 0,225 m, a concentração de COT do CN apresentou-se superior, seguida, respectivamente, pela FH e pelo sistema ELSA (Tabela 2).

As concentrações de COP e CAM foram influenciadas pelo uso na camada superficial (0,000 a 0,025 m) sendo as maiores concentrações observadas na floresta homogênea de eucalipto (FH) (Tabela 3). Na camada de 0,025 a 0,075 m foram observadas diferenças estatísticas na concentração de COP, sendo as maiores concentrações na floresta homogênea (FH) e no campo nativo (CN) (Tabela 3). Mendham et al. (2004) observaram que a concentração de COP foi maior no solo sob eucalipto, em virtude da maior deposição de resíduo orgânico ocasionada por essa cultura.

Nas camadas de 0,075 a 0,225 m não foram verificadas diferenças na concentração de COP (Tabela 3), confirmando que a deposição do material vegetal ocorre nas camadas superficiais.

O COP é composto principalmente por restos vegetais em vários estágios de alteração. Em geral, encontra-se em menor proporção, contribuindo com cerca de 3 a 20% do COT (SILVA & MENDONÇA, 2007). Nesse trabalho, encontram-se, na camada superficial, 43,84% e 51,30% de COP no CN e no sistema ELSA, respectivamente (Tabela 3). Costa et al. (2004) encontraram valores de 26 e 31%, respectivamente, em plantio convencional e plantio direto. Esses valores variam com o tipo de solo, cobertura vegetal, temperatura e umidade.

Não foram verificadas diferenças nas concentrações de CAM nas camadas de 0,025 a 0,125 m. Na camada de 0,125 a 0,225 m a concentração de CAM decresceu na seguinte forma CN > FH > ELSA.

**Tabela 3.** Carbono orgânico particulado (COP), carbono associado aos minerais (CAM), em g dm<sup>-3</sup>, e COP/COT (%) de um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso e camadas do solo. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2007.

Sistemas <sup>1</sup>	COP	CAM	COP/COT
<b>0,000 – 0,025 m</b>			
FH	7,56 a	7,71 a	49,51
ELSA	5,90 b	5,60 c	51,30
CN	5,31 b	6,68 b	43,84
<b>0,025 – 0,075 m</b>			
FH	4,43 a	6,57 a	40,27
ELSA	4,03 b	5,33 a	43,06
CN	4,31 a	6,16 a	41,20
<b>0,075 – 0,125 m</b>			
FH	4,03 a	4,99 a	44,68
ELSA	3,99 a	4,85 a	45,14
CN	4,01 a	5,91 a	43,49
<b>0,125 – 0,225 m</b>			
FH	3,74 a	5,01 b	42,74
ELSA	3,85 a	3,87 c	49,87
CN	3,80 a	6,06 a	38,54

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna em cada camada não diferem entre si pelo teste t que considera diferença mínima significativa a 5%.  
<sup>1</sup>FH – Floresta Homogênea, ELSA – Entrelinha do Sistema Agrosilvipastoril e CN – Campo Nativo.

As concentrações de carbono na fração leve livre (FLL) e fração leve oclusa (FLO) foram influenciadas pelo uso do solo nas camadas avaliadas (Tabela 4). Na camada superficial, concentração superior de carbono na FLL foi observada na floresta homogênea. No entanto, na camada de 0,025 a 0,075 m a floresta homogênea não diferenciou do campo nativo, corroborando com Lima et al. (2008). Esses autores observaram que o estoque de carbono na FLL foi maior para o solo sob eucalipto até 0,010 m em relação ao solo sob pastagem, não sendo observada diferença em relação ao solo sob mata.

A FLL é composta basicamente por resíduos vegetais parcialmente decompostos e é fortemente influenciada pela quantidade e qualidade de resíduos depositados no solo (SIX et al., 2002). Assim, esses incrementos da FLL, principalmente nas camadas superficiais nos solos sob eucalipto, são importantes pois, embora seu estoque seja menor nas frações mais estáveis da MOS, constituem um compartimento com rápida ciclagem, favorecendo a biota do solo (LIMA et al., 2008).

**Tabela 4.** Carbono na fração leve e livre (FLL), na fração leve oclusa (FLO) e na fração pesada (FP) da matéria orgânica, em g dm<sup>-3</sup> de um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso e camadas do solo. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2007.

Sistemas <sup>1</sup>	FLL	FLO	FP
		<b>0,000 – 0,025 m</b>	
FH	6,29 a	3,18 a	5,80 a
ELSA	4,46 b	1,82 c	5,22 a
CN	2,48 c	2,59 b	7,04 a
		<b>0,025 – 0,075 m</b>	
FH	0,96 a	0,90 ab	9,14 a
ELSA	0,52 b	0,64 b	8,20 a
CN	0,90 a	1,15 a	8,41 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna em cada camada não diferem entre si pelo teste t que considera diferença mínima significativa a 5%.  
<sup>1</sup>FH – Floresta Homogênea, ELSA – Entrelinha do Sistema Agrosilvipastoril e CN – Campo Nativo.

Na camada de 0,000 a 0,025 m, a concentração superior de carbono na FLO foi observada na floresta homogênea. No entanto, na camada de 0,025 a 0,075 m, a floresta homogênea não diferenciou do campo nativo. Resultados semelhantes foram obtidos por Lima et al. (2008), os quais não observaram diferenças no estoque de carbono da FLO quando compararam o solo sob eucalipto, mata nativa e pastagem.

O carbono da FP não foi influenciado pelos sistemas de uso em todas as camadas de solo avaliadas (Tabela 4), possivelmente pelo curto período de tempo de instalação dos sistemas (cinco anos). A fração pesada é constituída por materiais orgânicos em avançado estágio de decomposição fortemente ligados à fração mineral do solo, a qual apresenta um avançado estágio de humificação. É altamente estável devido a sua interação com a fração mineral (estabilidade química) e localização no interior de microagregados estáveis (proteção física), além da sua maior recalcitrância química decorrente da sua composição (BAYER, 1996). Como o carbono associado à fração pesada apresenta uma ciclagem bem mais lenta, no que se refere à sua formação e decomposição, é necessário um período maior para que a alteração dos sistemas de manejo influencie no estoque de carbono desta fração (BAYER et al., 2004).

No presente trabalho a floresta homogênea de eucalipto mostrou-se eficiente em recuperar as concentrações de COT, de COP e os carbonos da FLL e da FLO em comparação ao campo nativo, demonstrando a ocorrência de ciclagem de carbono pelo solo sob eucalipto nas camadas superficiais.

## **Conclusões**

A estabilidade dos agregados, a macro e a microagregação, indicaram maior degradação estrutural do solo na entrelinha do sistema agrosilvipastoril. O diâmetro médio ponderado de agregados apresentou-se semelhante em todos os sistemas de manejo, com exceção da camada de 0,025 a 0,075 m, a qual indicou valores inferiores para a entrelinha de sistema agrosilvipastoril.

O cultivo de eucalipto em áreas arenizadas promoveu o aumento das concentrações de carbono orgânico total, nitrogênio total no solo, de carbono orgânico particulado e de carbono nas frações leve livre e leve oclusa da matéria orgânica quando comparado ao campo nativo na camada superficial.

## Referências

BAYER, C. **Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de manejo de solos**. 1996. 241 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, p. 677-683, 2004.

CAMBARDELLA, C.A.; ELLIOTT, E.T. Particulate soil organic matter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 56, p. 777-783, 1992.

CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, p. 99-105, 1990.

CARTER, M.R. Soil quality for sustainable land management organic matter and aggregation interactions that maintain soil functions. **Agronomy Journal**, Madison, v. 94, p. 38-47, 2002.

CONCEIÇÃO, P.C.; BOENI, M.; DIECKOW, J.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Fracionamento densimétrico com politungstato de sódio no estudo da proteção física da matéria orgânica em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 541-549, 2008.

CASTRO FILHO, C.; VIEIRA, M.J.; CASÃO JÚNIOR, R. Tillage methods and soil and water conservation in southern Brazil. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 20, p. 271-283, 1991.

DIAS JUNIOR, M.S.; FONSECA, S.; ARAÚJO JÚNIOR, C.F.; SILVA, A.R. Soil compaction due to forest harvest operations. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 257-264, 2007.

FREIXO, A.A.; MACHADO, P.L.O.A.; GUIMARÃES, C.M.; SILVA, C.A.; FADIGAS, F.S. Estoque de carbono e nitrogênio e distribuições das frações orgânicas de Latossolos do cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 425-434, 2002.

GOLCHIN, A.; OADES, J.M.; SKJEMSTAD, J.O. & CLARKE, P. Study of free and occluded particulate organic matter in soils by solid state <sup>13</sup>C CP/MAS NMR spectroscopy and scanning electron microscopy. **Australian Journal of Soil Research**, Collingwood, v. 32, p. 285-309, 1994.

GUO, L.B.; GIFFORD, R.M. Soil carbon stocks and use change: A meta analysis. **Global Change Biology**, Oxford, p. 8, v. 345-360, 2002.

LIMA, C.L.R.; PAULETTO, E.A.; GOMES, A. S.; SILVA, J.B. Estabilidade de agregados de um Planossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 199-205, 2003.

LIMA, A.M.N.; SILVA, I.R.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; MENDONÇA, E.S.; DEMOLINARI, M.S.M.; LEITE, F.P. Frações da matéria orgânica do solo após três décadas de cultivo de eucalipto no Vale do Rio Doce – MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1053-1063, 2008.

MENDHAN, D.S.; HEAGNEY, E.C.; CORBEELS, M.; O'CONNELL, A.M.; GROVE, T.S.; McMURTRIE, R.E. Soil particulate organic matter effects on nitrogen availability after afforestation with *Eucalyptus globulus*. **Soil Biology Biochemistry**, Amsterdam, p. 36, v. 1067-1074, 2004.

NEVES, C.M.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; MACEDO, R.L.G. TOKURA, A.M. Estoque de carbono em sistemas agrosilvipastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na região noroeste do estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, p. 1038-1046, 2004.

PALMEIRA, P.R.T.; PAULETTO, E.A.; TEIXEIRA, C.F.A.; GOMES, A. da S.; SILVA, J.B. Agregação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 189-195, 1999.

RAB, M.A. Recovery of soil physical properties from compaction and soil profile disturbance caused by logging of native forest in Victorian Central Highlands, Australia. **Forest Ecology and management**, Inserir local, v. 191, p. 329-340, 2004.



26 *Avaliação da qualidade física e da matéria orgânica de um Argissolo Vermelho derivado de arenito da fronteira Oeste do Rio Grande do Sul*

REICHERT, J.M.; LIMA, C.L.R.; DALMOLIN, R.S.D.; REINERT, D.J.; GONÇALVES, C.; NUNES, M. Agregação de um Planossolo sistematizado há um ano e sob cultivo de arroz irrigado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, p. 837-844, 2006.

RIBASKI, J.; DEDECEK, R.A.; MATTEI, V.L.; FLORES, C.A.; VARGAS, A.F.C.; RIBASKI, S. A.G. Sistemas silvipastoris: Estratégias para o desenvolvimento rural sustentável para a metade sul do Estado do Rio Grande do Sul. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. 8 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 150).

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P.C.; FABRÍCIO, A.C.; MACEDO, M.C.M.; BROCH, D.L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 11-21, 2008.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. ; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. de S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F. et al. 2007. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 275-374.

SIX, J.; CONANT, R.T.; PAUL, E.A. & PAUSTIAN, K. Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. **Plant Soil**, Dordrecht, v. 241, p. 155–176, 2002.

TISDALL, J. M., OADES, J. M. Organic matter and water stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**, London, v. 33, p. 141-163, 1982.