

Monitoramento de um Argissolo Vermelho sob produção de eucalipto de treze e vinte anos





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

ISSN 1981-5980

Outubro, 2008

versão

ON LINE

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 71

Monitoramento de um
Argissolo Vermelho sob
produção de eucalipto de
treze e vinte anos

Clenio Nailto Pillon
Daiane Carvalho dos Santos
Cláudia Liane Rodrigues de Lima
Patrícia Bianca Dupont

Pelotas, RS
2008

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: Walkyria Bueno Scivittaro
Secretária-Executiva: Joseane M. Lopes Garcia
Membros: Cláudio Alberto Souza da Silva, Lígia Margareth Cantarelli Pegoraro, Isabel Helena Verneti Azambuja, Luís Antônio Suita de Castro
Suplentes: Daniela Lopes Leite e Luís Eduardo Corrêa Antunes

Revisor de texto: Sadi Macedo Sapper
Normalização bibliográfica: Regina das Graças Vasconcelos dos Santos
Editoração eletrônica: Oscar Castro
Arte da capa: Oscar Castro
Fotos da capa: C.L.R. Lima

1a edição
1a impressão (2008): 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).

Monitoramento de um argissolo vermelho sob produção de eucalipto de treze e

vinte anos / Clenio Nailto Pillon ... [et al.]. — Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008.

26 p. -- (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento,71).

ISSN 1678-2518

Qualidade do solo - Manejo do solo - Pastagem. I. Pillon, Clenio Nailto. II. Série.

CDD 631.4

Sumário

Monitoramento de um Argissolo Vermelho sob produção de eucalipto de treze e vinte anos	5
Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	15
Conclusões	24
Agradecimentos	24
Referências	24

Monitoramento de um Argissolo Vermelho sob produção de eucalipto de treze e vinte anos

Clenio Nailto Pillon
Daiane Carvalho dos Santos
Cláudia Liane Rodrigues de Lima
Patrícia Bianca Dupont

Resumo

Objetivou-se avaliar a distribuição dos agregados a seco, a concentração de carbono orgânico total e de nitrogênio total em classes de tamanhos de agregados e camadas, a distribuição relativa do estoque de carbono orgânico total e nitrogênio total em macro e microagregados e a relação existente entre agregados estáveis a seco e a concentração de carbono orgânico total e nitrogênio total de um Argissolo

¹Eng. Agrôn., Embrapa Clima Temperado, BR 392, km 78, Caixa Postal 403, 96001-970, Pelotas, RS, fone (53) 3275 8222, (pillon@cpact.embrapa.br)

²Bióloga, doutoranda Universidade Federal de Pelotas, Pós Graduação em Agronomia, Departamento de Solos, Campus Universitário, s/nº, Cx. Postal 354, 96010-900, Pelotas, RS, fone (53) 3275 8222 (santos.daianec@gmail.com)

³Eng. Agríc., pesquisadora FAPEG/Embrapa Clima Temperado, BR 392, km 78, Cx. Postal 403, 96001-970, Pelotas, RS, fone (53) 3275 8222 (clrlima@yahoo.com.br)

⁴Estudante, Química Ambiental Universidade Católica de Pelotas, Rua Félix da Cunha, 412 - 96010-000, Pelotas, RS. (patriciabdupont@hotmail.com)

Vermelho distrófico latossólico cultivado com eucalipto de 13 e 20 anos. Adotou-se uma mata nativa e pastagem como áreas de referência. As amostras de solo coletadas nas camadas de 0,00 a 0,05; 0,05 a 0,10; 0,10 a 0,20 e 0,20 a 0,40 m, foram secas ao ar e peneiradas em classes de agregados de 8,00 a 4,76; 4,76 a 2,00; 2,00 a 1,00; 1,00 a 0,50; 0,50 a 0,25 e < 0,25 mm. Nas condições deste estudo e de forma geral, o tempo de implantação do eucalipto e os agregados em todas as camadas de solo causaram influência nos parâmetros avaliados. A estabilidade dos agregados a seco foi influenciada pelos sistemas de manejo nas camadas de 0,10 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m. A maior concentração de carbono orgânico total e de nitrogênio total do solo foi verificada nas classes de agregados de maior tamanho. Na camada de 0,20 a 0,40 m não foram observadas diferenças na concentração de carbono orgânico total entre os sistemas de manejo até a classe de diâmetro de agregados de 0,50 mm. Houve similaridade na concentração de nitrogênio total e relação C/N existente em todas as classes de tamanho de agregados. Diferenças significativas indicam que os sistemas de manejo alteram a distribuição relativa dos estoques de carbono orgânico total e de nitrogênio total em macro e microagregados do solo com exceção da camada de 0,05 a 0,10 m. A estabilidade dos agregados a seco apresentou relação significativa com a concentração de carbono orgânico total e com o nitrogênio total.

Termos para indexação: qualidade do solo, manejo do solo, pastagem.

Monitoring of a Alfisol under 13 and 20 year old eucalyptus production

Abstract

The objective of this study was to evaluate the dry-soil aggregate distribution, the concentration of total organic carbon and nitrogen in aggregate-size classes and soil depth, the relative distribution of total nitrogen and carbon stock in macro aggregates and micro aggregates and the relationship among dry stable aggregates and total organic carbon and nitrogen concentration of an Alfisol under 13 and 20 year old eucalyptus production. Reference areas were a native forest and a pasture. The soil samples were collected in 0.00 to 0.05; 0.05 to 0.10; 0.10 to 0.20 and 0.20 to 0.40 m depth. The soil samples were dry air and divided in aggregate-size classes (8.00 to 4.76; 4.76 to 2.00; 2.00 to 1.00; 1.00 to 0.50; 0.50 to 0.25 and < 0.25 mm). In general, the time of eucalyptus cultivation caused influence in soil parameters. The dry-soil aggregate stability was influenced by management systems in 0.10 to 0.20 m and 0.20 to 0.40 m depth. The largest total organic carbon and nitrogen concentration was verified in the largest aggregate-size classes. In the 0.20 to 0.40 m differences were not observed in the total organic carbon concentration among management systems with aggregates of 0.50 mm. There was similarity in the total nitrogen concentration and carbon/nitrogen relation in all aggregate-size classes. Significant differences suggest that management systems modified the total organic carbon stocks and the relative distribution of total nitrogen in macro-aggregates and micro-aggregates except

for 0.05 to 0.10 m depth. The dry aggregate stability presented significant relationship with total organic carbon and nitrogen concentration.

Index terms: soil quality, soil management, pasture.

Introdução

A configuração da paisagem brasileira tem mudado nos últimos anos, em função das atividades agropecuárias. No extremo sul, áreas de campo natural do bioma Pampa estão sendo convertidas em cultivos florestais. Espécies de eucalipto têm sido implantadas em larga escala em florestamento, devido a fatores favoráveis à silvicultura, visando sua utilização como matéria-prima, sobretudo nas indústrias de celulose e de energia (LIMA, 1987). O rápido desenvolvimento desta espécie florestal, sua adaptação às mais variadas condições edafoclimáticas e a ampla gama de sua utilização, explicam o sucesso na sua implantação (GARAY et al., 2003).

A matéria orgânica do solo (MOS) constitui um papel fundamental sobre a qualidade do solo, sendo sensível às condições ambientais e às mudanças no manejo, estando intimamente relacionada aos atributos físicos, químicos e biológicos, como estrutura, retenção de água, ciclagem de nutrientes, troca de cátions e atividade microbiológica do solo (STEVENSON, 1994).

A capacidade do solo em fixar C depende das condições climáticas e da produtividade biológica das plantas. Enquanto as adições de C são diretamente dependentes da taxa de adição de resíduos vegetais, as perdas ocorrem, principalmente, pela oxidação microbiana dos resíduos vegetais e da MOS, pela lixiviação de compostos orgânicos solúveis e pela erosão. Dependendo do manejo adotado, o solo pode funcionar como reservatório de C (neste caso, ocorre aumento da MOS) ou como fonte de CO₂ para a atmosfera (PILLON, 2006).

A MOS, quando associada às partículas minerais, forma complexos organominerais chamados primários, quando resultam de interação direta (primeiro nível hierárquico de organização). A união dos complexos organominerais primários forma agregados ou complexos organominerais secundários (segundo nível). Nesse processo pode ocorrer o aprisionamento de parte da MOS no interior dos complexos organominerais secundários (ROSCOE e MACHADO, 2002). Segundo Golchin et al. (1997), um terceiro nível hierárquico de agregação ocorreria em solos onde a MOS é o principal agente agregante. Complexos organominerais secundários menores que 0,25 mm (microagregados) se unem formando os macroagregados (> 0,25 mm). Assim, admitem-se duas classes de complexos organominerais secundários, os micro e os macroagregados.

Associado ao incremento no teor de MOS, tem-se verificado o aumento da agregação (CARPENEDO e MIELNICZUK, 1990; SILVA e MIELNICZUK, 1997; SALTON, 2005; CONCEIÇÃO, 2006). O revolvimento do solo aumenta as perdas de MOS, em virtude do rompimento dos agregados, aumentando a liberação de CO₂ pela exposição da MOS à decomposição pelos microrganismos, promovendo a redução de seu estoque. O revolvimento mínimo do solo é fundamental para o acúmulo de MOS.

Como a fertilidade do solo depende da qualidade e da quantidade dos estoques orgânicos aportados, o monitoramento do teor de MOS ao longo do tempo constitui um indicador de qualidade ambiental, trazendo informações relevantes para o futuro manejo de plantios.

Embora existam diversos estudos enfatizando o efeito de sistemas de manejo sobre indicadores químicos e físicos da qualidade do solo, especialmente para sistemas de produção de grãos, ainda são escassos os trabalhos no Sul do Brasil que monitorem esses indicadores em áreas de produção florestal.

Com a perspectiva de contribuir para a definição de formas adequadas de manejo e de uso de solos para implantação de

sistemas de produção florestal, o objetivo deste estudo foi avaliar a distribuição dos agregados a seco, a concentração de carbono orgânico total e de nitrogênio total em classes de tamanhos de agregados, a distribuição relativa do estoque de carbono orgânico total e nitrogênio total em macro e microagregados e a relação existente entre agregados estáveis a seco e a concentração de carbono orgânico total e nitrogênio total de um Argissolo Vermelho distrófico latossólico cultivado com eucalipto por 13 e 20 anos de implantação.

Material e Métodos

O presente estudo foi realizado em áreas de produção florestal de eucalipto com diferentes tempos de implantação, em uma área sob pastagem de braquiária e em uma área de mata nativa, localizadas no município de Butiá, RS.

O clima da região é classificado, segundo Köppen, como “Cfa”, clima subtropical, úmido e sem estiagem. A temperatura do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês menos quente fica entre 3°C a 18°C. O solo é classificado como Argissolo Vermelho distrófico latossólico Tb A moderado textura média/ argilosa com cascalhos relevo suave ondulado e ondulado (EMBRAPA, 2006). A distribuição granulométrica do solo sob diferentes sistemas de uso e camadas está descrita na Tabela 1.

As áreas amostradas para a coleta de solo estão localizadas no ponto de coordenadas 30°06'06" S e 51°52'18" W e compreendem: (i) cultivo comercial de *Eucalyptus saligna* implantado há 13 anos, em um talhão de 17,71 ha, cujo solo foi preparado com uso do escarificador e de grade pesada (Figura 1a), sendo o primeiro corte efetuado aos 8,5 anos de idade e o segundo plantio, efetuado nas entre-linhas, há 4,5 anos (E1); (ii) cultivo de *Eucalyptus saligna* implantado há 20 anos (E2) com manejo similar a área anterior, este plantio não sofreu corte (Figura 1b), (iii) pastagem de braquiária brizanta (*Brachiaria brizantha*) consorciada a pensacola (*Paspalum lourai*) e trevo

(*Trifolium sp.*) (PAST) (Figura 1c) e (iv) mata nativa (MN) (Figura 1c). A implantação da pastagem foi feita há aproximadamente cinco anos em uma área de 1200 ha.

Tabela 1. Teor de areia, silte e argila (g Kg^{-1}) e textura de um Argissolo Vermelho na camada 0,00 - 0,40 m sob diferentes sistemas de uso do solo.

Sistemas de uso ¹	Granulometria			
	Areia	Silte	Argila	Classe textural
-----0,00 - 0,05m-----				
E1	503,00	205,10	291,90	Franco Argilo Arenoso
E2	392,00	177,83	430,17	Argila
PAST	396,00	205,43	398,57	Argila
MN	440,00	187,50	372,50	Argila
-----0,05 - 0,10m-----				
E1	479,00	204,97	316,03	Franco Argilo Arenoso
E2	420,67	125,17	454,17	Argila
PAST	405,33	179,43	415,23	Argila
MN	402,67	191,70	405,63	Argila
-----0,10 - 0,20m-----				
E1	448,33	197,77	353,90	Franco Argiloso
E2	411,67	166,57	421,77	Argila
PAST	342,33	186,57	471,10	Argila
MN	382,67	213,83	403,50	Argila
-----0,20 - 0,40m-----				
E1	373,33	166,23	460,43	Argila
E2	366,67	163,70	469,63	Argila
PAST	346,67	176,50	476,83	Argila
MN	394,00	184,63	421,37	Argila

¹E1 - área de eucalipto com 13 anos; E2 - área de eucalipto com 20 anos; PAST - Pastagem; MN - Mata nativa.



Figura 1. Áreas de estudo: (a) *Eucalyptus saligna* com 13 anos (E1), (b) *Eucalyptus saligna* com 20 anos (E2), (c) mata nativa (MN) e pastagem (PAST).

Em cada área foram abertas, aleatoriamente, três trincheiras, coletando-se amostras com estrutura física alterada nas camadas 0,00 a 0,05; 0,05 a 0,10; 0,10 a 0,20 e 0,20 a 0,40 m, que foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e transportadas para o laboratório de Física do Solo, da Embrapa Clima Temperado.

As amostras foram secas ao ar por aproximadamente 72 horas e, posteriormente, peneiradas e separadas em classes de tamanho de agregados (8,00 a 4,76; 4,76 a 2,00; 2,00 a 1,00; 1,00 a 0,50; 0,50 a 0,25 e < 0,25 mm) (Figura 2). O processo de peneiramento foi realizado manualmente agitando-se o conjunto de peneiras horizontalmente para frente por 15 vezes. Após, girou-se 90° o conjunto e repetiu-se mais 15 agitações.

Foto: D. C. Santos

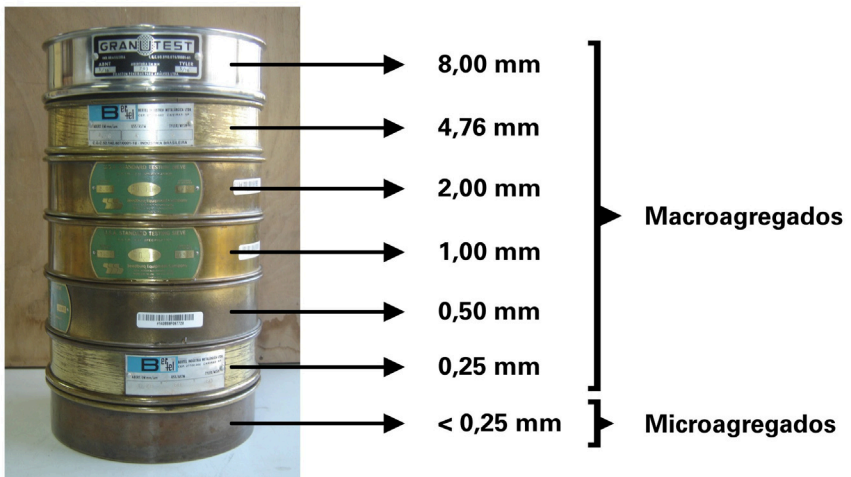


Figura 2. Peneiras utilizadas para o peneiramento a seco e para a divisão de macro (> 0,25 mm) e microagregados (< 0,25 mm) do solo.

Após a separação de agregados, as amostras de solo foram maceradas em gral de porcelana para as determinações de carbono orgânico total (COT) e de nitrogênio total (NT). Os teores de COT e de NT presentes na massa de solo em cada classe de agregados foram quantificados pela oxidação a seco em um analisador elementar FLASH EA 1112 HT, sendo os resultados expressos pela relação massa/volume, por meio de correção pela densidade do solo.

A quantificação do estoque de COT e NT foi calculada pelo produto do teor de C e de N correspondente à quantidade de agregados retidos em cada peneira pela massa de solo, considerando a densidade e o volume de cada camada.

A distribuição relativa de COT e de NT foi obtida através do estoque de COT e de NT retido em cada peneira, dividindo-se pelo somatório de todas as peneiras.

Os resultados dos parâmetros avaliados foram comparados pelo teste t, considerando a diferença mínima significativa a 5% de probabilidade, utilizando um delineamento experimental inteiramente casualizado e com três repetições.

Resultados e Discussão

Verificou-se diferença na distribuição dos agregados estáveis a seco entre os sistemas de manejo nas camadas de 0,10 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m. Na camada 0,10 a 0,20 m foram observadas diferenças significativas entre os sistemas de manejo em todas as classes de diâmetro, com exceção < 0,25 mm. No entanto, para a camada 0,20 a 0,40 m, foram observadas diferenças entre os sistemas de manejo somente na classe de diâmetro de agregados < 0,25 mm. O sistema de manejo E2 na camada de 0,10 a 0,20 m foi superior comparativamente aos demais sistemas na classe de 8,00 a 4,76 mm. Entretanto, neste mesmo sistema, na camada de 0,20 a 0,40 m foi superior na classe de agregados < 0,25 mm (Figura 3).

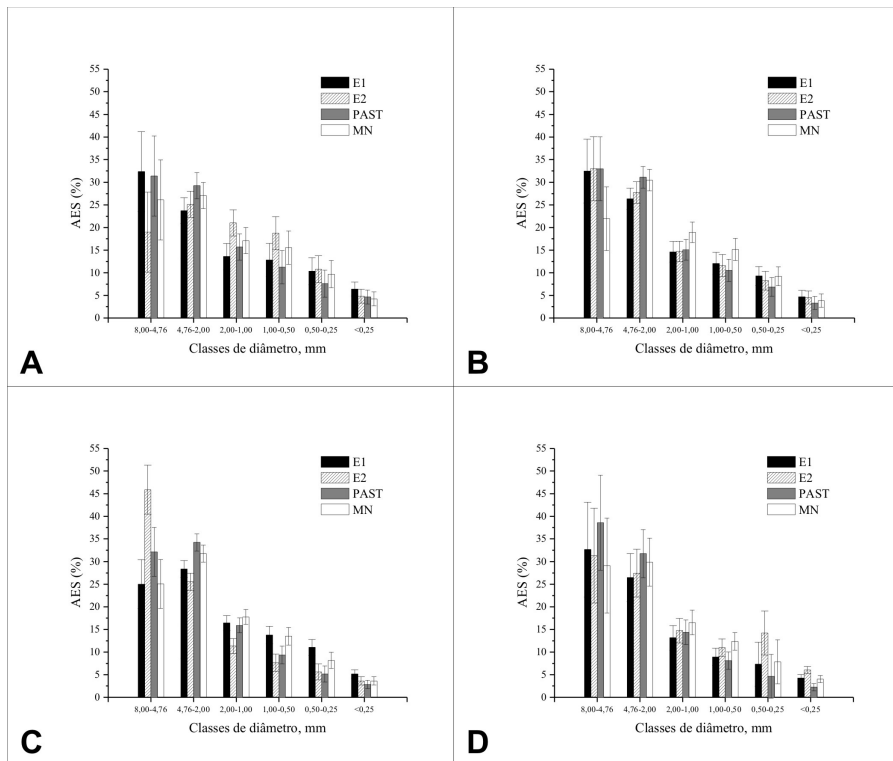


Figura 3. Agregados estáveis a seco (AES) nas camadas: (a) 0,00 a 0,05 m; (b) 0,05 a 0,10 m; (c) 0,10 a 0,20 m e (d) 0,20 a 0,40 m. E1 = eucalipto de 13 anos; E2 = eucalipto de 20 anos; PAST = pastagem e MN = mata nativa. Barras verticais indicam a diferença mínima significativa a 5% em cada classe de agregados do solo e entre sistemas de manejo.

As concentrações de COT e de NT foram maiores em superfície (0,00 a 0,05 m) em todas as classes de agregados, havendo, de forma geral, tendência de diminuição dos teores de COT e de NT com o aumento da profundidade do solo (Tabelas 2 e 3). A maior concentração de MOS em superfície decorre, principalmente, da adição de resíduos vegetais da parte aérea das plantas na camada superficial do solo (NEVES et al., 2004).

Tabela 2. Concentração de COT (g dm⁻³) nas diferentes classes de tamanho de agregados e camadas de um Argissolo Vermelho e sistemas de manejo.

Sistemas de manejo ¹	Classes de diâmetro (mm)											
	8,00 - 4,76		4,76 - 2,00		2,00 - 1,00		1,00 - 0,50		0,50 - 0,25		< 0,25	
0,00 – 0,05 m												
E1	7,35	<u>Aa</u>	5,59	<u>Bab</u>	3,33	<u>Cc</u>	3,82	<u>Bbc</u>	3,50	<u>Ac</u>	3,23	<u>Ac</u>
E2	5,89	<u>Aab</u>	8,61	<u>ABa</u>	7,14	<u>Aa</u>	8,18	<u>Aa</u>	4,83	<u>Aab</u>	2,71	<u>Ab</u>
PAST	8,83	<u>Aa</u>	7,28	<u>ABa</u>	4,19	<u>BCb</u>	3,42	<u>Bbc</u>	2,29	<u>Abc</u>	1,60	<u>Ac</u>
MN	8,77	<u>Aab</u>	10,87	<u>Aa</u>	6,87	<u>ABbc</u>	6,15	<u>ABbc</u>	4,14	<u>Ac</u>	1,98	<u>Ad</u>
0,05 – 0,10 m												
E1	5,65	<u>ABa</u>	4,33	<u>Ba</u>	2,38	<u>BCb</u>	1,92	<u>Bb</u>	1,67	<u>Ab</u>	1,10	<u>Ab</u>
E2	5,71	<u>ABa</u>	6,63	<u>Ba</u>	2,19	<u>Cb</u>	2,09	<u>Bb</u>	1,50	<u>Abc</u>	0,92	<u>Ac</u>
PAST	7,93	<u>Aa</u>	7,21	<u>Aa</u>	3,43	<u>ABb</u>	2,71	<u>ABb</u>	1,82	<u>Abc</u>	1,06	<u>Ac</u>
MN	4,65	<u>Bb</u>	6,95	<u>Aa</u>	3,99	<u>Abc</u>	3,10	<u>Ac</u>	1,96	<u>Ade</u>	0,99	<u>Ae</u>
0,10 – 0,20 m												
E1	3,92	<u>Ba</u>	4,22	<u>Ba</u>	2,40	<u>ABb</u>	2,09	<u>ABb</u>	1,74	<u>Abc</u>	1,09	<u>Ac</u>
E2	7,30	<u>Aa</u>	3,86	<u>Bb</u>	1,68	<u>Bc</u>	1,25	<u>Bc</u>	1,04	<u>Bc</u>	0,79	<u>Ac</u>
PAST	6,21	<u>Aa</u>	6,28	<u>Aa</u>	2,89	<u>Ab</u>	1,89	<u>ABbc</u>	1,07	<u>Bc</u>	0,67	<u>Ac</u>
MN	4,07	<u>Bb</u>	5,55	<u>Aa</u>	3,02	<u>Ac</u>	2,28	<u>Ad</u>	1,58	<u>ABe</u>	0,81	<u>Af</u>
0,20 – 0,40 m												
E1	5,36	<u>Aa</u>	4,15	<u>Aa</u>	1,87	<u>Aa</u>	1,53	<u>Aa</u>	1,33	<u>ABa</u>	0,92	<u>Ba</u>
E2	5,45	<u>Aa</u>	4,28	<u>Aa</u>	2,17	<u>Aa</u>	1,81	<u>Aa</u>	2,39	<u>Aa</u>	1,37	<u>Aa</u>
PAST	6,27	<u>Aa</u>	5,09	<u>Aa</u>	2,40	<u>Aa</u>	1,54	<u>Aa</u>	0,94	<u>Ba</u>	0,49	<u>Ba</u>
MN	3,95	<u>Aa</u>	3,89	<u>Aa</u>	2,16	<u>Aa</u>	1,74	<u>Aa</u>	1,19	<u>ABa</u>	0,77	<u>Ba</u>

¹E1 = eucalipto de 13 anos; E2 = eucalipto de 20 anos; PAST = pastagem e MN = mata nativa.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste t que considera a diferença mínima significativa a 5%. Letras maiúsculas na coluna comparam os valores médios obtidos para os sistemas de manejo dentro de cada classe de agregados e camada de solo. Letras minúsculas na linha comparam diferentes classes de diâmetro em cada sistema de manejo e camada de solo.

Tabela 3. Concentração de NT (g dm^{-3}) nas diferentes classes de tamanho de agregados e camadas de um Argissolo Vermelho e sistemas de manejo.

Sistemas de manejo ¹	Diâmetro de agregados (mm)											
	8,00 - 4,76		4,76 - 2,00		2,00 - 1,00		1,00 - 0,50		0,50 - 0,25		< 0,25	
	0,00 – 0,05 m											
E1	0,62	Aa	0,46	ABa	0,26	Ba	0,26	Aa	0,21	Aa	0,19	Aa
E2	0,32	Aa	0,41	Ba	0,33	ABa	0,34	Aa	0,22	Aa	0,11	Aa
PAST	0,74	Aa	0,63	ABa	0,37	Aa	0,31	Aa	0,20	Aa	0,14	Aa
MN	0,70	Aa	0,71	Aa	0,40	Aa	0,37	Aa	0,23	Aa	0,11	Aa
	0,05 – 0,10 m											
E1	0,63	Aa	0,51	Aa	0,28	ABa	0,26	Aa	0,25	Aa	0,16	Aa
E2	0,55	Aa	0,43	Aa	0,23	Ba	0,23	Aa	0,17	Aa	0,11	Aa
PAST	0,75	Aa	0,64	Aa	0,32	ABa	0,24	Aa	0,16	Aa	0,09	Aa
MN	0,57	Aa	0,74	Aa	0,42	Aa	0,33	Aa	0,22	Aa	0,11	Aa
	0,10 – 0,20 m											
E1	0,47	Aa	0,50	Aa	0,28	Aa	0,26	ABa	0,22	Aa	0,13	Aa
E2	0,82	Aa	0,45	Aa	0,20	Aa	0,15	Ba	0,10	Aa	0,09	Aa
PAST	0,71	Aa	0,76	Aa	0,32	Aa	0,20	ABa	0,15	Aa	0,07	Aa
MN	0,52	Aa	0,69	Aa	0,36	Aa	0,28	Aa	0,19	Aa	0,10	Aa
	0,20 – 0,40 m											
E1	0,55	Aa	0,42	Aa	0,20	Aa	0,16	Aa	0,13	Aa	0,09	ABa
E2	0,51	Aa	0,39	Aa	0,21	Aa	0,17	Aa	0,24	Aa	0,12	Aa
PAST	0,82	Aa	0,72	Aa	0,32	Aa	0,21	Aa	0,12	Aa	0,07	Ba
MN	0,54	Aa	0,52	Aa	0,28	Aa	0,20	Aa	0,15	Aa	0,09	ABa

¹E1 = eucalipto de 13 anos; E2 = eucalipto de 20 anos; PAST = pastagem e MN = mata nativa.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste t que considera a diferença mínima significativa a 5%. Letras maiúsculas na coluna comparam os valores médios obtidos para os sistemas de manejo dentro de cada classe de agregados e camada de solo. Letras minúsculas na linha comparam diferentes classes de diâmetro em cada sistema de manejo e camada de solo.

De modo geral, as maiores concentrações de COT e de NT foram verificadas nas classes de agregados de maior diâmetro, sendo observadas diferenças significativa nos teores de COT nas camadas compreendidas entre 0,00 a 0,20 m entre os sistemas de manejo. As maiores concentrações de COT e de NT têm sido encontradas nas classes de maior tamanho de agregados (macroagregados) sob diferentes sistemas de manejo (WRIGHT e HONS, 2005), concordando com Tisdall e Oades (1982) quanto à formação de agregados maiores a partir de unidades menores (microagregados).

Diferenças na concentração de COT foram observadas entre os sistemas de manejo nas classes de tamanhos de agregados de 4,76 a 0,50 mm na camada de 0,00 – 0,05 m. Nesta camada e na classe de agregados entre 4,76 – 2,00 mm o sistema MN foi estatisticamente superior ao E1. O menor tempo de adição de resíduos vegetais em superfície pela área de produção de eucalipto com 13 anos (E1) contribuiu para uma menor concentração de COT nessa camada. Segundo Bayer e Mielniczuk (1997), as taxas de perda de MOS são influenciadas, principalmente, pelo preparo do solo, especialmente pela intensidade do revolvimento, devido à influência que esta apresenta sobre a temperatura, umidade, aeração, ruptura dos agregados, grau de fracionamento, incorporação dos resíduos culturais, pela cobertura do solo.

Os resultados obtidos sugerem que os sistemas de manejo influenciaram as concentrações de NT somente na classe de agregados compreendidos entre 4,76 a 1,00 mm, na camada superficial (0,00 a 0,05 m) (Tabela 3).

Para todas as camadas, a concentração de NT foi semelhante entre as classes de agregados, embora tenham sido observados valores maiores nas classes de maior tamanho. Possivelmente a alta relação C/N dos resíduos vegetais da parte aérea do eucalipto (31-72:1, dados não apresentados), da braquiária e da mata natural tenha contribuído para este fato.

A MOS das diferentes classes de agregados, em todas as camadas, apresentou relação C/N semelhante (Tabela 4). Valores mais elevados da relação C/N foram observados na camada superficial do sistema E2, variando entre 17,67 a 26,31:1 entre as classes de agregados. Possivelmente, o elevado aporte de resíduos vegetais na superfície do solo no E2 tenha contribuído para este fato, especial material lenhoso oriundo de galhos e ramos, os quais permanecem por mais tempo em processo de decomposição, principalmente em função do maior teor de lignina comparativamente as folhas (ANTUNES, 2007).

Diferenças foram verificadas nas camadas 0,00 a 0,05 m e de 0,10 a 0,40 m na distribuição relativa de COT e de NT (Tabela 5), nos macroagregados na camada de 0,00 – 0,05 m foram superiores nos sistemas MATA, PAST e E2. No sistema E1, possivelmente, os agregados maiores foram fracionados em unidades estruturais menores conforme afirmações de Carpenedo e Mielniczuk, (1990), Silva e Mielniczuk, (1997), o que pode ser confirmado pela maior distribuição relativa de COT nos microagregados. As taxas de perda de MOS são influenciadas pelo preparo do solo, principalmente pela intensidade do revolvimento, devido à influência que esta apresenta sobre a temperatura, umidade, aeração, ruptura dos agregados, grau de fracionamento, incorporação dos resíduos culturais, pela cobertura do solo (BAYER e MIELNICZUK, 1997). Este fato deve-se possivelmente ao menor tempo de adição de resíduos vegetais em superfície pela área de produção de eucalipto com 13 anos (E1).

Tabela 4. Relação C/N nas diferentes classes de tamanho de agregados e camadas de um Argissolo Vermelho e quatro sistemas de manejo.

Sistemas de Manejo ¹	Diâmetro de agregados (mm)					
	8,00 - 4,76	4,76 - 2,00	2,00 - 1,00	1,00 - 0,50	0,50 - 0,25	< 0,25
	0 - 0,05 m					
E1	11,90 Aa	12,36 Aa	13,23 Aa	14,88 ABa	17,38 Aa	17,63 ABa
E2	17,67 Aa	21,53 Aa	23,43 Aa	26,31 Aa	23,71 Aa	25,64 Aa
PAST	11,86 Aa	11,83 Aa	11,48 Aa	10,96 Ba	11,39 Aa	11,56 Ba
MN	15,48 Aa	16,72 Aa	17,37 Aa	16,28 ABa	18,20 Aa	17,62 ABa
	0,05 - 0,10 m					
E1	9,04 Aa	8,88 Aa	9,03 Aa	8,12 Aa	7,73 Aa	8,50 Aa
E2	10,46 Aa	10,85 Aa	10,01 Aa	10,52 Aa	9,74 Aa	11,65 Aa
PAST	11,14 Aa	11,62 Aa	11,23 Aa	11,15 Aa	11,19 Aa	10,04 Aa
MN	10,15 Aa	11,09 Aa	10,10 Aa	10,04 Aa	10,10 Aa	10,09 Aa
	0,10 - 0,20 m					
E1	8,44 Aa	8,64 Aa	8,78 Aa	8,60 Aa	8,41 Aa	8,92 Aa
E2	9,14 Aa	8,95 Aa	8,51 Aa	8,25 Aa	9,56 Aa	8,68 Aa
PAST	9,59 Aa	8,94 Aa	9,50 Aa	9,99 Aa	8,06 Aa	10,65 Aa
MN	8,59 Aa	8,96 Aa	9,08 Aa	8,65 Aa	8,82 Aa	8,75 Aa
	0,20 - 0,40 m					
E1	9,62 Aa	9,93 Aa	9,35 Aa	9,68 Aa	10,31 Aa	9,73 Aa
E2	10,58 Aa	10,99 Aa	10,63 Aa	10,90 Aa	10,55 Aa	11,33 Aa
PAST	7,73 Aa	7,27 Aa	7,51 Aa	7,43 Aa	8,10 Aa	7,96 Aa
MN	7,74 Aa	7,79 Aa	7,77 Aa	9,28 Aa	8,84 Aa	9,00 Aa

¹E1 = eucalipto de 13 anos; E2 = eucalipto de 20 anos; PAST = pastagem e MN = mata nativa.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste t que considera a diferença mínima significativa a 5%. Letras maiúsculas na coluna comparam os valores médios obtidos para os sistemas de manejo dentro de cada classe de agregados e camada de solo. Letras minúsculas na linha comparam diferentes classes de diâmetro em cada sistema de manejo e camada de solo.

Tabela 5. Distribuição relativa do estoque de COT e de NT (%) nos macro e nos microagregados, e camadas de um Argissolo Vermelho e sistemas de manejo.

Sistema de Manejo ¹	-----COT-----				-----NT-----			
	Macroagregados		Microagregados		Macroagregados		Microagregados	
0 – 0,05 m								
E1	83,93	B	12,07	A	90,46	B	9,54	A
E2	92,77	A	7,23	B	93,65	AB	6,35	AB
PAST	94,32	A	5,68	B	94,17	AB	5,83	AB
MN	95,10	A	4,90	B	95,39	A	4,61	B
0,05 – 0,10 m								
E1	93,50	A	6,50	A	93,12	A	6,88	A
E2	94,55	A	5,45	A	94,00	A	6,00	A
PAST	95,79	A	4,21	A	95,94	A	4,06	A
MN	95,37	A	4,63	A	95,33	A	4,67	A
0,10 – 0,20 m								
E1	92,93	B	7,07	A	92,99	B	7,01	A
E2	95,20	AB	4,80	AB	95,05	AB	4,95	AB
PAST	96,35	A	3,65	B	96,85	A	3,15	B
MN	95,34	AB	4,66	AB	95,23	AB	4,77	AB
0,20 – 0,40 m								
E1	93,74	B	6,26	A	93,75	B	6,25	A
E2	92,22	B	7,78	A	92,60	B	7,40	A
PAST	97,11	A	2,89	B	97,19	A	2,81	B
MN	94,16	AB	5,84	AB	95,01	AB	4,99	AB

¹E1 = Eucalipto de 13 anos; E2 = Eucalipto de 20 anos; PAST = Pastagem e MN = Mata Nativa. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna dentro da mesma camada de solo, não diferem entre si pelo teste t que considera a diferença mínima significativa a 5%.

A camada de 0,05 a 0,10 m apresentou distribuição relativa semelhante de COT e de NT em macro e microagregados nos diferentes sistemas.

Em geral, o sistema MN (Tabela 5) foi favorecido pela maior distribuição relativa nos macroagregados, tanto para COT como para NT. Tisdall e Oades (1980) constataram que solos virgens sob campo nativo ou pastagens antigas apresentam maior agregação para o mesmo teor de matéria orgânica que solos sob cultivo.

A porcentagem de agregados estáveis a seco foi explicada em 66% e 91%, respectivamente pela concentração de COT e de NT (Figura 4). Similar relação (61%) foi encontrada por Silva e Mielniczuk (1997) entre o diâmetro médio ponderado de agregados úmidos e o teor de COT de Latossolo roxo submetido a diferentes tipos de manejo.

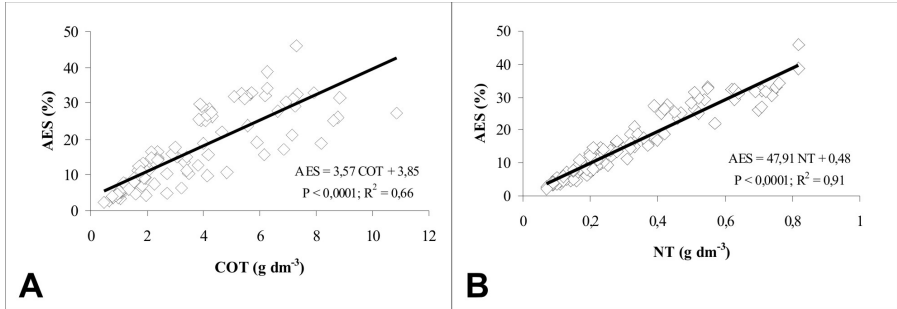


Figura 4. Relação entre agregados do solo estáveis a seco (AES) e (a) o carbono orgânico total (COT) e (b) o nitrogênio total (NT) de um Argissolo Vermelho.

De forma similar às conclusões obtidas por Madari et al. (2005), estudos detalhados envolvendo o fracionamento físico do solo em diferentes classes de tamanho de agregados são relevantes para rastrear a alocação do carbono recentemente adicionado ao solo e para avaliar os mecanismos de proteção física da MOS. O estado de agregação, o carbono e o nitrogênio do solo têm sido considerados importantes indicadores do monitoramento da qualidade do solo e na avaliação da disponibilidade da utilização de forma sustentável as terras agrícolas (CARTER, 2002).

Conclusões

Conclui-se que: (i) a estabilidade dos agregados a seco foi influenciada pelos sistemas de manejo na camada de 0,10 a 0,20 m nas classes que compreendem de 8,00 à 0,25 mm e na profundidade de 0,20 a 0,40 m na classe <0,25 mm; (ii) a maior concentração de carbono orgânico total e de nitrogênio total do solo foi verificada nas classes de agregados de maior tamanho; (iii) diferenças significativas sugerem que os sistemas de manejo alteram a distribuição relativa dos estoques de carbono orgânico total e nitrogênio total em macro e microagregados do solo; (iv) a estabilidade dos agregados a seco apresentou relação com a concentração de carbono orgânico total e com o nitrogênio total.

Agradecimentos

Os autores são gratos à Aracruz Celulose S.A. e ao pesquisador Elias Frank de Araújo, pela contribuição para a realização desse trabalho.

Referências

ANTUNES, L.O. Estoque e labilidade da matéria orgânica em um Argissolo sob sistemas de produção de eucalipto. 2007. 82 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 21, p. 105-112, 1997.

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. Agregação e proteção física da matéria orgânica em dois solos do sul do Brasil. 2006. 155 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

GARAY, I.; KINDEL, A.; CARNEIRO, R.; FRANCO, A.A.; BARROS, E.; ABBADIE, L. Comparações da matéria orgânica e de outros atributos do solo entre plantações de *Acácia mangium* e *Eucalyptus grandis*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 27, p. 705-712, 2003.

GOLCHIN, A.; BALDOCK, J. A.; OADES, J. M. A model linking organic matter decomposition, chemistry, and aggregate dynamics. In: LAL, R.; KIMBLE, J. M.; FOLLETT, R. F.; STEWART, B. A. (Ed.). *Soil processes and the carbon cycle*. Boca Raton: CRC Press, 1997. p. 245-266, *Advances in Soil Science*.

LIMA, W. P. O reflorestamento com eucalipto e seus impactos ambientais. São Paulo; Artpress, 1987. 114 p.

MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. A.; TORRES, E.; ANDRADE, A. G. VALENCIA, L. I. O. No tillage and crop rotation effects on soil aggregation and organic carbon in a Rhodic Ferralsol from southern Brazil. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v. 80, p. 185 - 200, 2005.

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

PILLON, C.N. Manejo da matéria orgânica do solo. In: PEGORARO, L.M.C. *Noções sobre produção de leite*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. p. 41-49.

ROSCOE, R.; MACHADO, P.L.O.de A. Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica, Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste e Embrapa Solos, 2002. 86 p.

SALTON, J.C. Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical. 2005. 158 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

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

SISTEMA brasileiro de classificação dos solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

STEVENSON, J.F. Humus chemistry, gênese, composition, reactions. New York, 1994. 496 p.

TISDAL, J.M.; OADES, J.M. The effect of crops rotation on aggregation in a red – brown earth. *Australian Journal of Soil Research*. Victoria, v. 18, p. 423-433, 1980.

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.

WRIGHT, A.L.; HONS, F.M. Tillage impacts on soil aggregation and carbon and nitrogen sequestration under wheat cropping sequences. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v. 84, p. 67-75, 2005.

