

CARBONO ORGÂNICO E NITROGÊNIO EM AGREGADOS DE UM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO SOB DUAS COBERTURAS VEGETAIS⁽¹⁾

Renato Ribeiro Passos⁽²⁾, Hugo Alberto Ruiz⁽³⁾, Reinaldo Bertola Cantarutti⁽³⁾ & Eduardo de Sá Mendonça⁽³⁾

RESUMO

A matéria orgânica do solo apresenta constituição variada, incluindo desde frações ativas a mais estáveis, com diferentes taxas de ciclagem. Práticas de manejo alteram os teores de carbono orgânico e N, a qualidade da matéria orgânica e a agregação dos solos. Este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar o carbono orgânico e o N em agregados de um Latossolo Vermelho distrófico de Minas Gerais sob vegetação natural de Cerradão e sob cultivo com milho durante 30 anos. Para isso, retiraram-se amostras do solo em quatro pontos diferentes nas profundidades de 5–10 e 15–20 cm, que foram fracionadas, por via seca, nas classes de agregados de: 4,75–2,0; 2,0–1,0; 1,0–0,5; 0,5–0,25; 0,25–0,105; e < 0,105 mm de diâmetro. Nesses materiais, determinaram-se: o carbono orgânico total (COT) e o solúvel em água (COS), o N total (NT) e o mineralizado em condição anaeróbia (NMA). Em média, os agregados do solo sob cultivo convencional apresentaram teores de COT superiores, mas os agregados da camada superficial do solo do Cerradão apresentaram maiores teores de NT. Os teores de COS e de NMA, que caracterizam a fração mais ativa da matéria orgânica, foram significativamente maiores nos agregados do solo do Cerradão. Os agregados de menor tamanho tenderam a apresentar maiores teores de COT, NT e NMA. As relações C/N, COT/COS e NT/NMA nos agregados do solo cultivado com milho foram, em média, maiores. Na profundidade de 15–20 cm, os agregados apresentaram relação NT/NMA consistentemente maior. No entanto, independentemente da camada do solo, a menor relação NT/NMA ocorreu na menor classe de agregados, indicando

⁽¹⁾ Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada à Universidade Federal de Viçosa. Recebido para publicação em fevereiro de 2006 e aprovado em julho de 2007.

⁽²⁾ Professor do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Caixa Postal 16, CEP 29500-000 Alegre (ES). E-mail: renatopassos@cca.ufes.br

⁽³⁾ Professor do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa – UFV. CEP 36571-000 Viçosa (MG). Bolsista do CNPq. E-mails: hruiz@ufv.br; cantarutti@ufv.br; esm@ufv.br

presença de formas mais lábeis de N. Os resultados mostraram que o tipo de cobertura vegetal e o manejo do solo influenciaram tanto os teores de carbono orgânico e de N como a qualidade da matéria orgânica. Os agregados de menor tamanho, além de serem responsáveis pelo maior estoque de matéria orgânica do solo, representam importantes sítios de N mineralizável. O COS, o NMA e as relações COT/COS e NT/NMA constituem medidas promissoras para detectar mudanças na labilidade da matéria orgânica do solo, em função do manejo.

Termos de indexação: matéria orgânica do solo, mineralização do nitrogênio, agregação, manejo.

SUMMARY: ORGANIC CARBON AND NITROGEN IN AGGREGATES OF A DYSTROPHIC RED LATOSOL UNDER TWO VEGETATION COVERS

Soil organic matter is constituted by a vast array of compounds that include active and more stable fractions, with different cycling rates. Management practices affect organic carbon and nitrogen contents, organic matter quality, and soil aggregation. The present study aimed to characterize organic carbon and nitrogen in aggregates of a Dystrophic Red Latosol of Minas Gerais State, Brazil, in an area of native vegetation (Cerradão) and another one that has been for 30 years under conventional corn cultivation. Soil samples were collected at depths of 5–10 and 15–20 cm at four different sites. The dried samples were fractioned in the following aggregate classes: diameter 4.75–2.0; 2.0–1.0; 1.0–0.5; 0.5–0.25; 0.25–0.105; and less than 0.105 mm. Total organic carbon (COT), water soluble organic carbon (COS), total nitrogen (NT) and anaerobically-mineralized nitrogen (NMA) were determined for each sample. On average, the COT contents of soil aggregates under conventional tillage were higher, while NT contents were greater in the aggregates of the Cerradão surface layer. The COS and NMA contents, that correspond to more active fractions of organic matter, were significantly higher in aggregates of Cerradão soil. Aggregates of smaller size tended to present higher contents of COT, NT and NMA. Ratios of C/N, COT/COS and NT/NMA were, on average, higher in aggregates of soils under corn. The NT/NMA ratio was significantly higher in the 15–20 cm layer. However, independent of the soil, the lowest NT/NMA ratios were observed in the smallest aggregate classes, indicating the presence of more labile nitrogen forms. Results showed that vegetation cover type and soil management influenced not only the organic carbon and nitrogen contents, but also organic matter quality. Smaller aggregates are not only responsible for a greater stock of organic matter in the soil but also represent important sites of mineralizable nitrogen. The COS, NMA and the ratios of COT/COS and NT/NMA represent valuable indicators to detect alterations in the lability of organic matter due to management.

Index terms: soil organic matter, nitrogen mineralization, aggregation, management.

INTRODUÇÃO

A matéria orgânica do solo (MOS) é composta de constituintes lábeis e estáveis. Essa divisão, baseada na taxa de decomposição, permite melhor entendimento da dinâmica da MOS. Os constituintes lábeis, genericamente denominados matéria orgânica lábil ou C orgânico lábil, incluem resíduos de plantas em decomposição, substâncias não-húmicas não ligadas aos constituintes minerais, formas solúveis em água, macrorganismos (fauna) e biomassa microbiana. A mineralização dos constituintes lábeis ocorre em poucas semanas ou meses. Os componentes mais estáveis da MOS, representados por substâncias húmicas e outras macromoléculas, são, por sua vez, resistentes ao ataque microbiano, devido à sua

estrutura molecular ou por estarem fisicamente protegidos em complexos organominerais ou retidos no interior de agregados, podendo persistir no solo por centenas de anos (Theng et al., 1989).

A baixa disponibilidade de N, somada à grande necessidade por parte dos vegetais, faz com que ele seja um dos nutrientes mais limitantes da produtividade da maioria das culturas. Essa baixa disponibilidade é decorrente do fato de que 95 % ou mais do N do solo encontra-se na forma orgânica, sendo somente uma pequena parte mineralizada durante o ano (Siqueira, 1993).

Diferentes práticas de manejo do solo influenciam a taxa de ciclagem e os teores de C orgânico e de N (Cambardella & Elliot, 1994). A conversão de áreas de florestas nativas em áreas de cultivo, geralmente,

é acompanhada por decréscimo na quantidade de MOS, explicado pelo incremento na taxa de mineralização (Brown & Lugo, 1990). Entre os vários compartimentos da MOS, alguns são mais sensíveis às mudanças causadas pelo manejo. Como exemplo, os resíduos de plantas e outros compartimentos mais lábeis são rapidamente reduzidos após introdução do cultivo (Cambardella & Elliot, 1992).

A MOS é um dos principais agentes de agregação das partículas do solo. Um dos principais mecanismos responsáveis pela preservação da MOS sob sistemas de cultivo conservacionistas parece ser a formação e estabilização de macroagregados. Em contraste, a MOS é mineralizada em maior grau sob cultivo convencional (Beare et al., 1994a,b). Essa diferença de comportamento pode ser explicada pela influência do conteúdo de MOS total sobre a estabilidade dos macroagregados e é, portanto, suscetível às mudanças provocadas pelo manejo do solo. Por sua vez, a estabilidade dos microagregados é controlada principalmente pela matéria orgânica estável e, portanto, depende de características intrínsecas do solo, como textura e mineralogia (Elliot, 1986).

Considerando a constituição variada da MOS, que inclui desde frações ativas a mais estáveis, a influência que estas frações exercem sobre a agregação do solo, a importância do N no processo produtivo e as mudanças promovidas pelas práticas de manejo sobre os teores de C orgânico e N, foi realizado um trabalho com o objetivo de estudar formas de C orgânico e N em agregados de um Latossolo Vermelho distrófico de Minas Gerais sob vegetação natural de Cerradão e sob cultivo convencional com milho durante 30 anos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas amostras de um Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa fase relevo suave ondulado, de duas áreas adjacentes sob diferentes coberturas: vegetação natural (Cerradão) e área cultivada com soja sob plantio direto, pela primeira vez, após o solo ter sido cultivado com milho por sistema convencional (uma aração e duas gradagens) durante um período de aproximadamente 30 anos, ambas localizadas no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo-Embrapa, no município de Sete Lagoas, Estado de Minas Gerais.

As amostras de solo foram coletadas em quatro pontos diferentes, nas profundidades de 5–10 e 15–20 cm, definidas na área cultivada, em função da resistência à penetração do solo. Os valores médios de resistência à penetração do solo cultivado foram de 31,47 e 35,63 kgf cm⁻², e os de umidade, de 0,310 e 0,287 kg kg⁻¹, para as profundidades de 5–10 e 15–20 cm, respectivamente. Para cada profundidade retiraram-se amostras de 5 cm de espessura. As mesmas profundidades foram adotadas para coleta das amostras de solo sob vegetação natural.

Após coletado, o material foi seco ao ar e fracionado, por via seca, nas classes de agregados de: 4,75–2,0; 2,0–1,0; 1,0–0,5; 0,5–0,25; 0,25–0,105; e < 0,105 mm de diâmetro. Procedeu-se à caracterização química, conforme Defelipo & Ribeiro (1981) (Quadro 1), e física, por métodos propostos pela Embrapa (1979) (Quadro 2).

Os tratamentos, correspondentes à combinação fatorial entre as seis classes de agregados e os dois tipos de utilização do solo, foram trabalhados segundo delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, que corresponderam aos pontos analisados. A profundidade de amostragem não foi considerada como um fator, dada a dependência que existe entre as camadas do solo, sendo, assim, analisada separadamente, em relação aos tratamentos supracitados.

Os agregados foram triturados em almofariz e passados em peneira de 0,210 mm, sendo determinados os teores de: C orgânico total (COT), por oxidação da matéria orgânica por via úmida, utilizando-se solução de K₂Cr₂O₇ em meio ácido (Yeomans & Bremner, 1988); C orgânico solúvel em água (COS), pela perda de cor de um complexo de pirofosfato-Mn (III) devido à redução a Mn (II) provocada pelo C orgânico (Bartlett & Ross, 1988); N total (NT), pelo método de Kjeldahl (Bremner & Mulvaney, 1982); e N mineralizado anaerobicamente (NMA), pela determinação de NH₄⁺ formado após submersão das amostras de solos em água e incubação a 40 °C por sete dias. Pela diferença dos teores de NH₄⁺ determinados, antes e após a incubação, obteve-se o NMA (Keeney, 1982).

Os valores da relação C/N foram obtidos pelo quociente dos teores de COT e de NT dos agregados triturados. Calcularam-se também os valores das relações entre o C orgânico total e o C orgânico solúvel em água (relação COT/COS) e o N total e o N mineralizado anaerobicamente (relação NT/NMA) dos agregados triturados, visando obter informações sobre a mineralização dos componentes mais lábeis da matéria orgânica, preferencialmente utilizados pelos microrganismos no início do processo de decomposição da matéria orgânica.

Foram realizadas análises de variância e de regressão, relacionando as variáveis estudadas com o diâmetro médio dos agregados, para cada cobertura do solo (Cerradão e milho), utilizando-se o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG). A comparação entre as médias das variáveis foi realizada utilizando-se o teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os agregados do solo sob cultivo com milho apresentaram teores de COT superiores aos do solo sob vegetação natural (Quadro 3). O teor de MOS

Quadro 1. Caracterização química dos agregados coletados nas profundidades de 5–10 e 15–20 cm de um Latossolo Vermelho sob vegetação natural de Cerradão e sob cultivo com milho por 30 anos

Característica	Classe (mm)					
	4,75–2,0	2,0–1,0	1,0–0,5	0,5–0,25	0,25–0,105	<0,105
Cerradão (5–10 cm)						
pH em água (1:2,5)	4,8	4,8	4,8	4,7	4,8	4,7
Fósforo (mg dm ⁻³)	1,9	3,1	3,8	4,0	4,7	5,4
Potássio (cmol _c dm ⁻³)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,12
Cálcio (cmol _c dm ⁻³)	1,06	0,84	0,81	0,87	0,90	0,88
Magnésio (cmol _c dm ⁻³)	0,21	0,20	0,19	0,21	0,22	0,22
Alumínio (cmol _c dm ⁻³)	0,90	0,80	0,80	1,00	1,00	1,30
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	8,58	7,92	7,92	8,91	8,58	9,57
Milho (5–10 cm)						
pH em água (1:2,5)	4,9	4,9	4,8	4,8	4,8	4,8
Fósforo (mg dm ⁻³)	12,3	16,8	14,6	18,2	19,3	25,6
Potássio (cmol _c dm ⁻³)	0,31	0,24	0,27	0,29	0,28	0,29
Cálcio (cmol _c dm ⁻³)	0,70	0,65	0,65	0,72	0,72	0,84
Magnésio (cmol _c dm ⁻³)	0,14	0,15	0,15	0,17	0,16	0,18
Alumínio (cmol _c dm ⁻³)	0,90	0,90	1,00	1,00	1,20	1,10
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	8,58	7,92	9,24	9,57	10,56	11,55
Cerradão (15–20 cm)						
pH em água (1:2,5)	4,8	4,8	4,7	4,7	4,7	4,8
Fósforo (mg dm ⁻³)	1,7	2,5	2,9	3,5	3,8	4,2
Potássio (cmol _c dm ⁻³)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06
Cálcio (cmol _c dm ⁻³)	0,29	0,33	0,34	0,34	0,39	0,46
Magnésio (cmol _c dm ⁻³)	0,11	0,11	0,12	0,16	0,16	0,17
Alumínio (cmol _c dm ⁻³)	0,80	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	7,92	6,60	7,59	8,25	8,58	9,24
Milho (15–20 cm)						
pH em água (1:2,5)	4,9	4,9	4,8	4,7	4,7	4,7
Fósforo (mg dm ⁻³)	4,0	4,0	4,0	5,4	6,3	7,9
Potássio (cmol _c dm ⁻³)	0,17	0,17	0,20	0,21	0,20	0,20
Cálcio (cmol _c dm ⁻³)	0,52	0,52	0,53	0,60	0,60	0,76
Magnésio (cmol _c dm ⁻³)	0,18	0,17	0,20	0,19	0,19	0,20
Alumínio (cmol _c dm ⁻³)	1,00	0,90	1,00	1,00	1,20	1,00
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	9,57	8,25	8,91	9,90	10,23	11,22

depende do balanço das taxas de adição e de perdas do C orgânico por erosão, lixiviação e, sobretudo, mineralização (Bayer & Mielniczuk, 1999). A adição anual dos restos culturais de milho, por aproximadamente 30 anos, promoveu a elevação dos teores de COT nos agregados do solo cultivado. Provavelmente, o uso de fertilizantes químicos na área cultivada favoreceu as maiores produções de matéria seca e, conseqüentemente, os incrementos nos teores de COT. De acordo com Sanchez et al. (1989), a quantidade de resíduos orgânicos adicionados por determinados agroecossistemas pode, em alguns casos, exceder a de sistemas naturais.

A presença de uma camada mais compactada, observada com penetrógrafo na área cultivada, a partir de 10 cm, decorrente da utilização de sistema convencional de preparo do solo, pode ter favorecido a diminuição das perdas de matéria orgânica por lixiviação nesse sistema e, conseqüentemente, a ocorrência de maiores teores de COT. Contudo, Dalal & Mayer (1986) consideram essas perdas de C orgânico relativamente desprezíveis. Além disso, quando os solos são submetidos a cultivos intensivos, modificações físicas, como a compactação, podem limitar o crescimento e a atividade dos microrganismos (Siqueira & Franco, 1988), alterando a atmosfera do

Quadro 2. Caracterização física dos agregados coletados nas profundidades de 5–10 e 15–20 cm de um Latossolo Vermelho sob vegetação natural de Cerradão e sob cultivo com milho por 30 anos

Característica	Classe (mm)					
	4,75–2,0	2,0–1,0	1,0–0,5	0,5–0,25	0,25–0,105	< 0,105
Cerradão (5–10 cm)						
Areia grossa (kg kg ⁻¹)	0,079	0,192	0,159	0,104	0,029	0,000
Areia fina (kg kg ⁻¹)	0,032	0,025	0,023	0,027	0,095	0,021
Silte (kg kg ⁻¹)	0,129	0,109	0,102	0,101	0,084	0,157
Argila (kg kg ⁻¹)	0,760	0,674	0,716	0,768	0,793	0,822
Equivalente de umidade (kg kg ⁻¹)	0,311	0,300	0,294	0,305	0,317	0,418
Milho (5–10 cm)						
Areia grossa (kg kg ⁻¹)	0,103	0,341	0,266	0,149	0,022	0,000
Areia fina (kg kg ⁻¹)	0,042	0,025	0,024	0,035	0,129	0,032
Silte (kg kg ⁻¹)	0,206	0,148	0,156	0,201	0,168	0,247
Argila (kg kg ⁻¹)	0,649	0,486	0,554	0,615	0,681	0,721
Equivalente de umidade (kg kg ⁻¹)	0,307	0,285	0,272	0,299	0,318	0,437
Cerradão (15–20 cm)						
Areia grossa (kg kg ⁻¹)	0,075	0,179	0,157	0,101	0,023	0,000
Areia fina (kg kg ⁻¹)	0,027	0,025	0,022	0,023	0,088	0,023
Silte (kg kg ⁻¹)	0,116	0,084	0,095	0,085	0,085	0,126
Argila (kg kg ⁻¹)	0,782	0,712	0,726	0,791	0,804	0,851
Equivalente de umidade (kg kg ⁻¹)	0,301	0,288	0,285	0,299	0,312	0,393
Milho (15–20 cm)						
Areia grossa (kg kg ⁻¹)	0,096	0,282	0,230	0,132	0,019	0,000
Areia fina (kg kg ⁻¹)	0,038	0,027	0,025	0,031	0,098	0,022
Silte (kg kg ⁻¹)	0,165	0,148	0,127	0,151	0,126	0,167
Argila (kg kg ⁻¹)	0,701	0,543	0,618	0,686	0,757	0,811
Equivalente de umidade (kg kg ⁻¹)	0,311	0,290	0,280	0,309	0,327	0,415

Quadro 3. Teores de carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (NT), carbono orgânico solúvel em água (COS) e nitrogênio mineralizado anaerobicamente (NMA) em material de agregados coletados nas profundidades de 5–10 e 15–20 cm de um Latossolo Vermelho sob vegetação natural de Cerradão e sob cultivo com milho por 30 anos⁽¹⁾

Característica	Cobertura vegetal	
	Cerradão	Milho
Profundidade de 5–10 cm		
COT (g kg ⁻¹)	28,76 b ⁽²⁾	30,58 a
NT (g kg ⁻¹)	2,19 a	2,02 b
COS (mg kg ⁻¹)	118,00 a	81,00 b
NMA (mg kg ⁻¹)	41,00 a	21,00 b
Profundidade de 15–20 cm		
COT (g kg ⁻¹)	24,41 b ⁽²⁾	29,68 a
NT (g kg ⁻¹)	1,76 b	1,86 a
COS (mg kg ⁻¹)	111,00 a	90,00 b
NMA (mg kg ⁻¹)	16,00 a	11,00 b

⁽¹⁾ Teores médios de seis classes de agregados. ⁽²⁾ Letras diferentes, na mesma linha, indicam diferença entre as condições de uso do solo a 5% pelo teste F.

solo e diminuindo, assim, a taxa de decomposição da MOS.

Diferentemente, as perdas de C orgânico por erosão no solo cultivado devem ser maiores. De acordo com Carvalho (1998), a desagregação desse solo ocasionada pelo seu revolvimento, o tipo de cobertura oferecida pelo milho e a declividade do local (8 %) são fatores que podem aumentar sua erodibilidade.

Portanto, pelos teores de COT observados, pode-se inferir que as quantidades de material orgânico adicionado superaram as quantidades perdidas no solo cultivado, comparativamente ao solo sob vegetação natural.

Entretanto, considerando a implantação da cultura de soja no ano agrícola em que foi realizada a amostragem do solo, espera-se, com o tempo, uma mineralização mais rápida da matéria orgânica, caso haja continuidade do plantio dessa cultura nos anos subsequentes, já que seus resíduos têm menor relação C/N do que os de milho.

Os maiores teores de NT foram observados nos agregados da camada mais superficial (5–10 cm) do solo sob Cerradão (Quadro 3). Como 95 % ou mais do N no solo encontra-se na forma orgânica (Camargo et al., 1999), os valores elevados de matéria orgânica para essa profundidade e cobertura, evidenciados pelos teores de COT (Quadro 3), justificam esse comportamento. De acordo com Stevenson (1994), os teores de NT de solos não-perturbados tendem a cair rapidamente quando o solo passa a ser cultivado.

Devido à incorporação de resíduos vegetais, os valores de COT e NT nos agregados do solo sob cultivo de milho superaram os do Cerradão na profundidade de 15–20 cm (Quadro 3). Aliado a esse fato, a maior restrição à aeração nessa profundidade, acentuada pela camada mais compactada presente a partir de 10 cm de profundidade no solo cultivado, tendeu a favorecer o acúmulo de COT e NT. Nessas condições, a decomposição da matéria orgânica e, conseqüentemente, a mineralização do N pelos microrganismos são reduzidas. Assim, o N tende a permanecer mais na forma orgânica, estando menos sujeito a perdas.

No solo sob cultivo com milho praticamente não houve variação dos teores de COT e NT em profundidade (Quadro 3), evidenciando o efeito do revolvimento do solo, incorporando os resíduos culturais e possibilitando menores diferenças dos valores de COT e NT em profundidade. Da mesma forma, Carvalho (1998) encontrou, para a cultura do milho, praticamente uma constância no teor de C orgânico em profundidade, trabalhando com agregados separados do mesmo solo. Por sua vez, Bayer & Bertol (1999) observaram distribuição uniforme dos teores de N em profundidade quando o solo foi preparado convencionalmente.

Com o intuito de avaliar a distribuição de COT e NT em relação aos agregados de diferentes classes,

ajustaram-se equações de regressão para os teores de COT e NT dos agregados em função do diâmetro médio da classe de agregados (Figuras 1 e 2). Na separação dos agregados por peneiramento, dados os limites impostos para as diferentes classes de agregados, houve, naturalmente, exclusão da fração areia grossa com a diminuição do tamanho dos agregados, acarretando incremento na proporção de silte e argila na menor classe de agregados (Quadro 2).

Observa-se que houve redução mais acentuada dos teores de COT e NT dos agregados de menor tamanho (< 0,105 mm) em relação aos agregados de 0,25–0,105 mm de diâmetro. A partir desta classe de agregados (0,25–0,105 mm) até os agregados de maior tamanho (4,75–2,0 mm), percebe-se que as variações foram menores (Figuras 1 e 2). Esse comportamento pode ser explicado pela associação da fração argila com o C orgânico e N do solo, visto que os agregados de menor diâmetro apresentam maior teor de argila (Quadro 2). Bayer (1996) verificou redução nas taxas de decomposição da matéria orgânica com a diminuição do tamanho de partículas e o conseqüente aumento da interação com minerais de argila, como caulinita e óxidos, reforçando, assim, a importância da proteção química e estrutural na preservação da MOS.

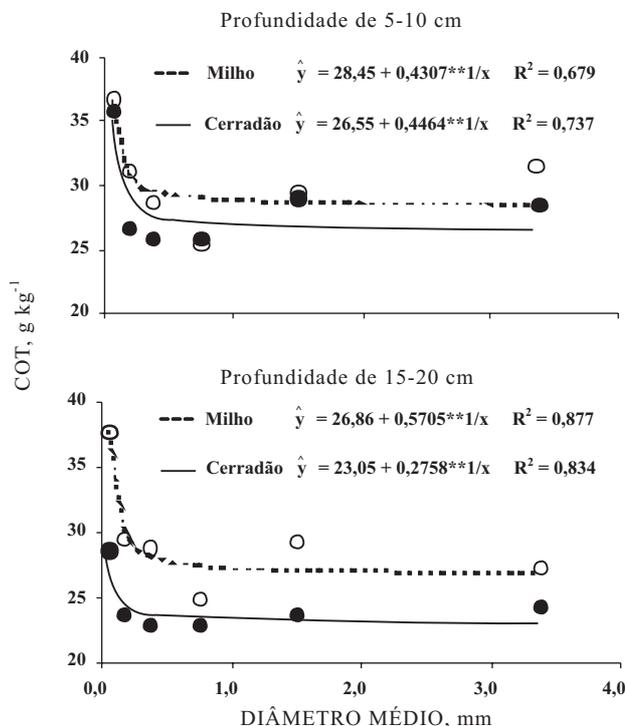


Figura 1. Carbono orgânico total (COT), em relação ao diâmetro médio dos agregados, nas profundidades de 5–10 e 15–20 cm de um Latossolo Vermelho sob vegetação natural de Cerradão e sob cultivo com milho por 30 anos. **: significativo a 1 % pelo teste t.

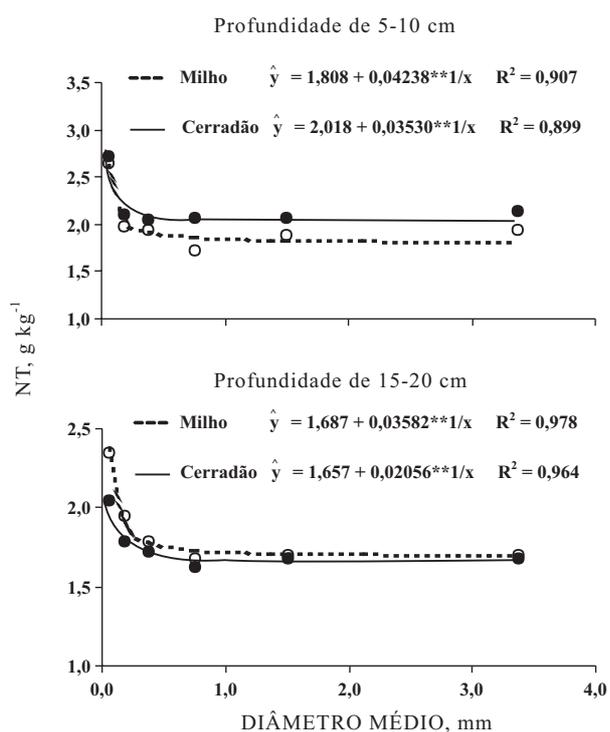


Figura 2. Nitrogênio total (NT), em relação ao diâmetro médio dos agregados, nas profundidades de 5–10 e 15–20 cm de um Latossolo Vermelho sob vegetação natural de Cerradão e sob cultivo com milho por 30 anos. **: significativo a 1 % pelo teste t.

Os maiores teores de COS e NMA foram observados nos agregados da camada superficial (5–10 cm) do solo sob Cerradão (Quadro 3). A constante disponibilidade de substrato e a maior atividade microbiana favoreceram esse comportamento. No solo cultivado, apesar de a adição anual de resíduos orgânicos pela cultura do milho ser elevada, a menor atividade microbiana, que pode estar associada à menor proporção de constituintes mais lábeis nesse sistema, faz com que os valores de COS e NMA sejam menores. De acordo com Zech et al. (1997), os constituintes lábeis diminuem rapidamente após substituição da vegetação natural pelo cultivo, e novos níveis de equilíbrio são atingidos.

Na profundidade de 15–20 cm, houve incremento nos teores COS dos agregados do solo sob cultivo com milho (Quadro 3), o que é atribuído à sua mobilidade no solo. O COS constitui-se na forma mais lábil e ativa da matéria orgânica. Os menores teores de NT observados na camada mais profunda do solo nessa condição (Quadro 3) também podem ter contribuído para esse comportamento. Por último, a redução da mineralização da matéria orgânica em função da menor disponibilidade de oxigênio nesta profundidade, em razão da presença de uma camada mais compactada a partir de 10 cm de profundidade sob essa cobertura, dificultando as trocas gasosas, também exerceria efeito nesse sentido.

No solo sob cultivo com milho, a incorporação de resíduos vegetais e a mineralização menos intensa em razão das condições mais restritas de aeração permitiram redução menos acentuada dos teores de NMA em profundidade, em relação ao solo sob Cerradão (Quadro 3).

De maneira geral, não foram observadas diferenças significativas dos teores de COS entre as diferentes classes de agregados. Esse comportamento impossibilitou o ajuste de modelos de regressão aos dados experimentais.

De forma semelhante ao COT e NT, também se observou redução mais acentuada dos teores de NMA dos agregados de menor tamanho (< 0,105 mm) em relação aos de 0,25–0,105 mm de diâmetro, com variações menores a partir deste diâmetro (Figura 3). Atribui-se esse comportamento às maiores reservas orgânicas presentes nos agregados menores, as quais estão associadas principalmente à fração argila. De forma semelhante, Christensen & Olesen (1998) verificaram aumento da taxa de mineralização de N com a diminuição do tamanho das partículas (argila > silte > areia).

Os valores superiores da relação C/N observados nos agregados do solo sob cultivo com milho (Quadro 4) são devidos, principalmente, aos maiores teo-

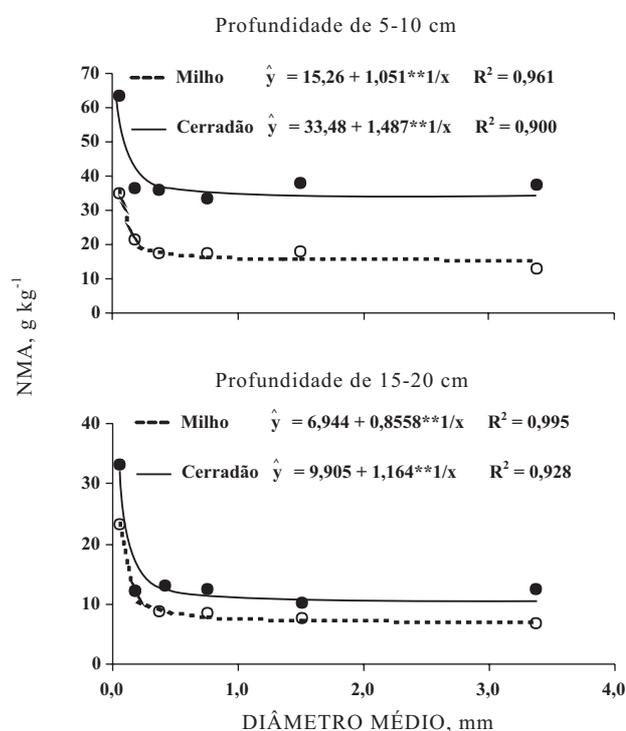


Figura 3. Nitrogênio mineralizado anaerobicamente (NMA), em relação ao diâmetro médio dos agregados, nas profundidades de 5–10 e 15–20 cm de um Latossolo Vermelho sob vegetação natural de Cerradão e sob cultivo com milho por 30 anos. **: significativo a 1 % pelo teste t.

res de COT presentes nessa cobertura (Quadro 3). Provavelmente, os resíduos da cultura do milho, que foram incorporados ao solo, apresentavam relação C/N mais elevada do que os restos de vegetação do Cerradão, contribuindo também para esse comportamento.

De maneira geral, não foram observadas diferenças significativas dos valores da relação C/N entre as diferentes classes de agregados, da mesma maneira que ocorreu com o COS. Assim, não foi possível o ajuste de modelos de regressão para a relação C/N dos agregados em função do diâmetro médio da classe de agregados.

De forma semelhante à relação C/N, foram encontrados valores superiores das relações COT/COS e NT/NMA nos agregados do solo sob cultivo com milho (Quadro 4), o que provavelmente está relacionado aos resíduos dessa cultura, que apresentam natureza mais recalcitrante do que os resíduos da vegetação natural. A profundidade de 15–20 cm apresentou valores consistentemente superiores da relação NT/NMA (Quadro 4), o que se deve principalmente à redução mais acentuada, em profundidade, dos teores de NMA, em relação aos de NT. Os valores inferiores da relação COT/COS nessa profundidade são atribuídos principalmente à mobilidade do COS no solo cultivado e à redução dos teores de COT no Cerradão.

A superioridade dos teores de COT nos agregados de menor tamanho (Figura 1) favoreceu a ocorrência de maiores valores da relação COT/COS neles (Figura 4). De forma distinta, verificou-se redução dos valores da relação NT/NMA com a diminuição do tamanho dos agregados (Figura 5), indicando a presença de formas mais lábeis de N em agregados menores, associados principalmente à fração argila.

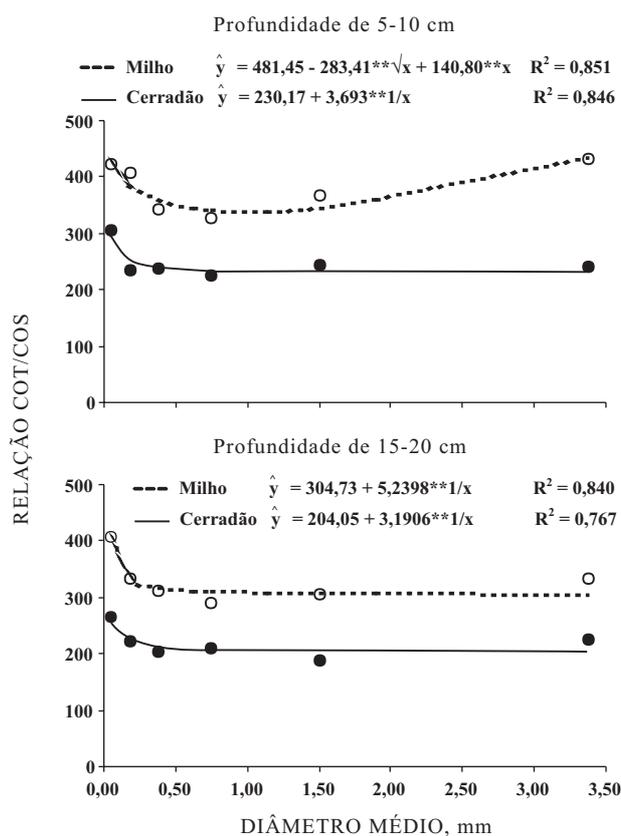


Figura 4. Relação entre o carbono orgânico total e o carbono orgânico solúvel em água (relação COT/COS), em função do diâmetro médio dos agregados, nas profundidades de 5–10 e 15–20 cm de um Latossolo Vermelho sob vegetação natural de Cerradão e sob cultivo com milho por 30 anos. **: significativo a 1 % pelo teste t.

Quadro 4. Relações entre o carbono orgânico total e o nitrogênio total (relação C/N), o carbono orgânico total e o carbono orgânico solúvel em água (relação COT/COS) e o nitrogênio total e o nitrogênio mineralizado anaerobicamente (relação NT/NMA) em material de agregados coletados nas profundidades de 5–10 e 15–20 cm de um Latossolo Vermelho sob vegetação natural de Cerradão e sob cultivo com milho por 30 anos

Característica	Cobertura vegetal	
	Cerradão	Milho
Profundidade de 5–10 cm		
Relação C/N	13,04 b	15,41 a
Relação COT/COS	248,41 b	382,46 a
Relação NT/NMA	57,79 b	107,75 a
Profundidade de 15–20 cm		
Relação C/N	13,91 b	15,67 a
Relação COT/COS	219,82 b	330,62 a
Relação NT/NMA	132,44 b	200,65 a

(¹) Valores médios de seis classes de agregados. (²) Letras diferentes, na mesma linha, indicam diferença entre as condições de uso do solo a 5% pelo teste F.

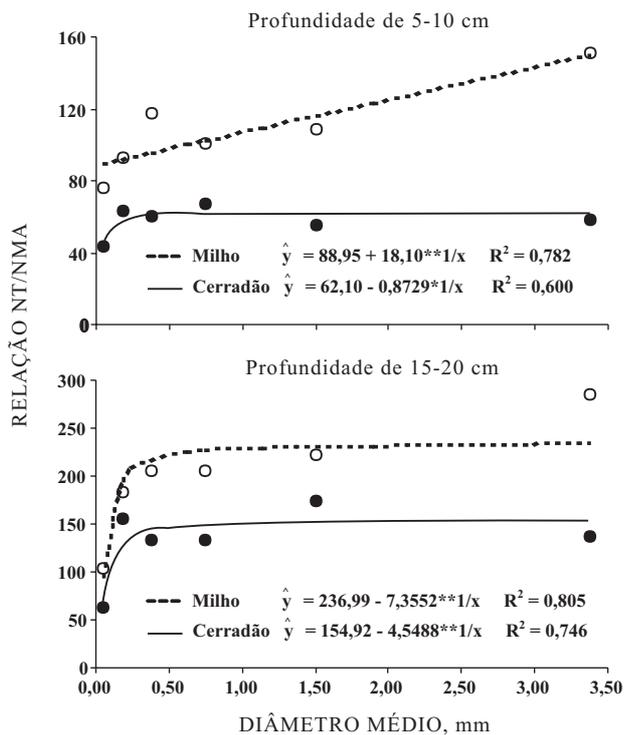


Figura 5. Relação entre o nitrogênio total e o nitrogênio mineralizado anaerobicamente (relação NT/NMA), em função do diâmetro médio dos agregados, nas profundidades de 5-10 e 15-20 cm de um Latossolo Vermelho sob vegetação natural de Cerradão e sob cultivo com milho por 30 anos. *, **: significativo a 5 e 1 %, respectivamente, pelo teste t.

CONCLUSÕES

1. O tipo de cobertura vegetal e o manejo do solo influenciaram tanto os teores de carbono orgânico e de N como a qualidade da matéria orgânica.
2. Os agregados de menor tamanho, além de serem responsáveis pelo maior estoque de matéria orgânica, representam importantes sítios de N mineralizável.
3. O carbono orgânico solúvel em água, o N mineralizado anaerobicamente e as relações COT/COS e NT/NMA constituem medidas promissoras para detectar mudanças na labilidade da matéria orgânica do solo, em função do manejo.

LITERATURA CITADA

- BARTLETT, R.J. & ROSS, D.S. Colorimetric determination of oxidizable carbon in acid soil solutions. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 52:1191-1192, 1988.
- BAYER, C. Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de manejo de solos. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. 241p. (Tese de Doutorado)
- BAYER, C. & BERTOL, I. Características químicas de um Cambissolo húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. *R. Bras. Ci. Solo*, 23:687-694, 1999.
- BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Genesis, 1999. p.9-26.
- BEARE, M.; CABRERA, M.; HENDRIX, P. & COLEMAN, D. Aggregate protected and unprotected organic matter pools in conventional and no-tillage soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58:787-795, 1994a.
- BEARE, M.; HENDRIX, P. & COLEMAN, D. Water stable aggregates and organic matter fractions in conventional and no-tillage soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58:777-786, 1994b.
- BREMNER, J.M. & MULVANEY, C.S. Nitrogen-total. In: PAGE, A.L.; MILLER, R.H. & KEENEY, D.R., eds. Methods of soil analysis. Part 2 - Chemical and microbiological properties. 2 ed. Madison, Soil Science Society of America, 1982. p.595-624. (Agronomy, 9)
- BROWN, S. & LUGO, A.E. Effects of forest clearing and succession on the carbon and nitrogen content of soils in Puerto Rico and US Virgin Islands. *Plant Soil*, 124:53-64, 1990.
- CAMARGO, F.A.O., GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J. & VIDOR, C. Nitrogênio orgânico do solo. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Genesis, 1999. p.117-137.
- CAMBARDELLA, C.A. & ELLIOT, E.T. Carbon and nitrogen dynamics of soil organic matter fractions from cultivated grassland soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58:123-130, 1994.
- CAMBARDELLA, C.A. & ELLIOT, E.T. Particulate organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 56:777-783, 1992.
- CARVALHO, M.A. Retenção de água e outros atributos físicos de agregados de um Latossolo Vermelho-Escuro. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1998. 83p. (Tese de Doutorado)
- CHRISTENSEN, B.T. & OLESEN, J.E. Nitrogen mineralization potential of organomineral size separates from soils with annual straw incorporation. *Eur. J. Soil Sci.*, 49:25-36, 1998.
- DALAL, R.C. & MAYER, R.J. Long-term trends in fertility of soils under continuous cultivation and cereal cropping in southern Queensland. II. Total organic carbon and its rate of loss from the soil profile. *Aust. J. Soil Res.*, 24:281-292, 1986.
- DEFELIPO, B.V. & RIBEIRO, A.C. Análise química do solo: Metodologia. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1981. 15p.
- ELLIOT, E.T. Aggregate structure and carbon, nitrogen and phosphorus in native and cultivated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 50:627-633, 1986.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979. Não Paginado.

- KEENEY, D.R. Nitrogen-availability indices. PAGE, A.L.; MILLER, R.H. & KEENEY, D.R., eds. *Methods of soil analysis. Part 2 - Chemical and microbiological properties*. 2 ed. Madison, Soil Science Society of America, 1982. p.711-733. (Agronomy, 9)
- SANCHEZ, P.A.; PALM, C.A.; SZOTT, L.T.; CUEVAS, E.; LAL, R.; FOWNES, J.H.; HENDRIX, P.; IKAWA, H.; JONES, S.; NOORDWIJK, M. van & UEHARA, G. Organic input management in tropical agroecosystems. In: COLEMAN, D.C.; OADES, J.M. & UEHARA, G., eds. *Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems*. Hawaii, NifTAL Project, 1989. p.125-152.
- SIQUEIRA, J.O. *Biologia do solo*. Lavras, ESAL/FAEPE, 1993. 230p.
- SIQUEIRA, J.O. & FRANCO, A.A. *Biotechnologia do solo: fundamentos e perspectivas*. Brasília, MEC/ESAL/FAEPE/ABEAS, 1988. 235p.
- STEVENSON, F.J. *Humus chemistry: genesis, composition, reactions*. 2.ed. New York, John Wiley & Sons, 1994. 496p.
- THENG, B.K.G.; TATE, K.R. & SOLLINS, P. Constituents of organic matter in temperate and tropical soils. In: COLEMAN, D.C.; OADES, J.M. & UEHARA, G., eds. *Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems*. Hawaii, NifTAL Project, 1989. p.5-32.
- YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 19:1467-1476, 1988.
- ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMANN, J.; MIANO, T.M.; MILTNER, A. & SCHROTH, G. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. *Geoderma*, 79:117-161, 1997.