Frações do carbono orgânico, biomassa e atividade microbiana em um Latossolo Vermelho sob cerrado submetido a diferentes sistemas de manejos e usos do solo

Edicarlos Damacena de Souza^{1*}, Marco Aurélio Carbone Carneiro², Helder Barbosa Paulino², Carlos Alberto Silva³ e Salatier Buzetti⁴

¹Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. ²Universidade Federal de Goiás, Campus de Jataí, Jataí, Goiás, Brasil. ³Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil. ⁴Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista (Unesp). *Autor para correspondência. e-mail: edidamacena2000@yahoo.com.br

RESUMO: Atributos indicadores da qualidade dos solos são de difícil avaliação, pois não se tem parâmetros adequados para a comparação destes resultados. Com isso busca-se estabelecer atributos que sejam sensíveis ao manejo dos solos e que possam ser utilizados como indicadores de qualidade dos solos. O estudo objetivou avaliar o efeito de diferentes sistemas e usos do solo sobre as frações do carbono orgânico, biomassa e atividade microbiana em um Latossolo Vermelho de cerrado. O carbono da fração leve (CFL) foi maior na área sob cerrado, com as demais áreas sendo semelhantes. A biomassa microbiana (BM) foi severamente afetada pelo manejo do solo, assim como o quociente metabólico. Houve perdas na qualidade do solo, com acentuada perda da biomassa microbiana. A biomassa microbiana, o quociente metabólico, a relação CFL/COT e a relação BM/COT, podem ser utilizados como indicadores da qualidade do solo, mostrando interferências antrópicas no solo no curto prazo. A área sob pastagem sofreu a maior redução no estoque de carbono e a área sob sorgo em plantio direto a menor perda.

Palavras chaves: fracionamento do carbono, cerrado, plantio direto, biomassa microbiana.

ABSTRACT. Fractions of organic carbon, biomass and microbial activity in a Rhodic Hapludox under Brazilian cerrados submitted to different soil management. Attributes linked to soil quality are very difficult to evaluate, because there are not adequate parameters to compare the obtained results. For this reason, researchers try to establish parameters that would be sensitive to soil management and that would be used as soil quality indicators. The aim of this study was to evaluate the effects of different soil and crop management systems on organic carbon fractions, biomass and microbial activity in a Rhodic Haludox (oxisol) from the Brazilian Cerrados. The light carbon fraction (LCF) was higher in the native cerrado area, comparing to the cropping and tillage systems. Microbial biomass (MB) and metabolic quotient severely decreased by the management treatments. The microbial biomass, the metabolic quotient, the rate LOC/TOC and the rate MB/TOC can be used as indicators of soil quality, which are sensitive to anthropic interferences in the soil in short term. Area under pasture has higher reduction in the pool of carbon and the area with sorghum under no-tillage has smaller carbon loss.

Key words: division of carbon, Brazilian cerrados, no-tillage, microbial biomass.

Introdução

Atualmente existe um conjunto mínimo de atributos químicos, físicos e biológicos do solo que, se acompanhados ao longo do tempo, são capazes de indicar as alterações da qualidade do solo em função do manejo. Um desses atributos é o carbono orgânico, que atua nos atributos químicos, físicos e biológicos (Larson e Pierce, 1994). Em áreas que não sofreram ação antrópica o carbono orgânico encontra-se estável, porém, quando esses solos são submetidos ao manejo intensivo sofrem perdas na sua qualidade e

quantidade (Addiscot, 1992), desta forma, deve-se buscar manejos que alteram o mínimo possível o solo.

O carbono da fração leve é constituído por materiais orgânicos derivados, principalmente, de restos vegetais, com quantidades razoáveis de resíduos microbianos e da microfauna (Molloy e Speir, 1977). Devido a sua facilidade de decomposição, a fração leve está muito ligada ao suprimento de resíduos orgânicos do sistema solo (Christensen, 2000) e, por esta razão, sua quantidade e composição no solo apresentam maior variabilidade

espacial e sazonal que as demais frações (Spycher *et al.*, 1983). Assim, o carbono da fração leve é muito sensível ao manejo do solo, onde alterações no ecossistema afetarão diretamente a quantidade de carbono da fração leve, e conseqüentemente a população microbiana que utiliza esta fração para sua manutenção.

Por constituir a fração viva da matéria orgânica, a biomassa microbiana, é responsável por diversos processos biológicos e bioquímicos no solo (Moreira e Siqueira, 2003), possuindo relação direta com as condições do solo. Por este motivo, a biomassa microbiana pode ser utilizada como indicador de qualidade do solo, pois é grandemente influenciada pelo manejo do solo, em que, qualquer estresse no sistema afetará a densidade, diversidade e a atividade das populações microbiana do solo (Pankhurst *et al.*, 1995). Cerri *et al.* (1985) encontraram valores de biomassa microbiana 100% maiores em área sem ação antrópica em relação a áreas cultivadas, devido, principalmente, à maior deposição de resíduos orgânicos no solo e à grande quantidade de raízes, o que estimula a microbiota do solo, principalmente nas camadas superficiais do solo. Cattelan e Vidor (1990), em estudo realizado com sete sistemas de culturas, observaram que os sistemas com maior produção de biomassa vegetal e acúmulo de resíduos na superfície apresentaram os maiores valores para a biomassa microbiana na camada de até 5 cm. Cattelan *et al.* (1997) também concluíram que o desenvolvimento microbiano foi estimulado pela diminuição da acidez e pelo aumento no teor de carbono orgânico e disponibilidade de água no solo. Segundo Geraldês (1995), além da diferença na biomassa microbiana ocorrida entre diferentes sistemas de preparo, ocorre uma variação sazonal da biomassa microbiana, onde em estudos com solos arenosos sob pastagens da Amazônia, foi encontrada relação direta entre o aumento da população da biomassa microbiana com a disponibilidade de nutrientes advindos da serapilheira e o aumento da umidade do solo, no início da estação chuvosa. Com isso pode-se inferir que o carbono orgânico do solo, a biomassa e a atividade microbiana são bons indicadores da qualidade do solo.

Portanto, a biomassa microbiana, a atividade da biomassa e o carbono orgânico do solo são atributos muito sensíveis ao manejo do solo, sendo os primeiros a serem afetados quando ocorre a mudança de um sistema em que não há ação antrópica, para um sistema cultivado. Por isso, devem-se definir níveis adequados de cada atributo do solo a fim de se realizar o manejo com menor degradação do solo.

O presente trabalho objetivou avaliar o efeito de diferentes sistemas e usos do solo sobre o carbono orgânico, biomassa e atividade microbiana em um Latossolo Vermelho de cerrado.

Material e métodos

Localização e características da área estudada

O estudo foi realizado no município de Costa Rica, Estado do Mato Grosso do Sul, na cabeceira do rio Sucuriú (18° 22' S 52° 47' W e altitude de 850 m), em um Latossolo Vermelho, localizado no Entorno do Parque Nacional das Emas. O clima foi caracterizado como de Clima Tropical Chuvoso (Aw), segundo a classificação de Köppen, sendo que a temperatura média é de 31°C. A precipitação anual varia de 1400 a 1600 mm, concentrando-se nos meses de novembro a maio, podendo ocorrer veranicos que perduram em torno de 10 a 15 dias.

Coletas, delineamento e determinações

As amostras foram coletadas em áreas sob cinco sistemas de manejos e usos do solo (Tabela 1) na camada de 0-10 cm no mês de março do ano de 2003.

Tabela 1. Descrição das áreas estudadas de um Latossolo Vermelho de cerrado, no entorno do Parque Nacional das Emas, no município de Costa Rica, Estado do Mato Grosso do Sul.

Área	Descrição
Milheto (ML)	Em 2001 foi realizada a aplicação de 1 t ha ⁻¹ de calcário dolomítico e plantio do milho aplicando 300 kg de NPK ha ⁻¹ da fórmula 08-20-20 e de milho na safrinha. Em 2002 plantio de soja aplicando 374 kg de NPK ha ⁻¹ da fórmula 00-18-18 e milho na safrinha em sistema de plantio convencional, ou seja, na safra faz-se a aração e gradagem do solo. Sequência Milho/Milheto/Soja/Milheto
Nabo Forrageiro (NA)	Sequência desde 2001: Soja/Nabo/Milho/Nabo. Em 2001 foi aplicado 1 t ha ⁻¹ de calcário dolomítico e plantio de soja com adubação de 374 kg de NPK ha ⁻¹ da fórmula 00-18-18 e nabo forrageiro na safrinha. Em 2002 plantio de milho aplicando 300 kg de NPK ha ⁻¹ da fórmula 08-20-20 e nabo na safrinha e assim sucessivamente sempre em sistema de plantio direto.
Sorgo (SR)	Em 2001 foi realizada a aplicação de 1 t ha ⁻¹ de calcário dolomítico e plantio da soja na safra com adubação de 374 kg de NPK ha ⁻¹ da fórmula 00-18-18, milho na safrinha, soja na safra, com a mesma adubação e sorgo na safrinha em sistema de plantio direto. Sequência desde 2001: Soja/Milho/Soja/Sorgo.
Pastagem (PA)	Em 2001 foi aplicado 1 t ha ⁻¹ de calcário dolomítico incorporada utilizando grade. Área cultivada a partir de 2002 com milho mais <i>Brachiaria decumbens</i> aplicando 300 kg de NPK ha ⁻¹ da fórmula 08-20-20 na safra e atualmente pastagem, sendo realizada adubação de cobertura de 80 kg de N ha ⁻¹ . Sequência: Milho/Braquiária.
Cerrado Nativo (CE)	Área de cerrado nativo com serapilheira densa, utilizado como referência.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições constituídas por 10 sub-amostras cada repetição, onde cada repetição foi geo-referenciada com auxílio de GPS, para posteriores estudos. As análises do carbono da biomassa e a respiração microbiana foram realizadas entre os meses de abril e junho de 2003 no Laboratório de Solos da Universidade Federal de Goiás – Campus de Jataí – GO. O fracionamento do carbono realizado nos meses de agosto e setembro de 2004 no Laboratório de Estudos da Matéria Orgânica

do Solo na Universidade Federal de Lavras, Estado de Minas Gerais.

Análises químicas e físicas do solo

A determinação da análise granulométrica (Tabela 2) foi realizada pelo método da pipeta, em amostras deformadas, proposta pela Embrapa (1997), assim como para determinação dos atributos químicos (pH, Al, MO, Ca, Mg, P e K).

Tabela 2. Composição química e granulométrica de um Latossolo Vermelho de cerrado, no município de Costa Rica, Estado do Mato Grosso do Sul.

Área	pH H ₂ O	Al	Ca	Mg	K	P	Areia	Silte	Argila
		cmol _c dm ⁻³			mg dm ⁻³			g kg ⁻¹	
CE	5,0	0,83	0,13	0,20	23,0	0,7	229	153	618
PA	5,6	0,17	2,74	0,91	78,5	12,0	238	84	678
NA	5,8	0,13	2,71	1,63	52,1	13,9	306	78	616
ML	5,9	0,15	3,10	1,05	120,7	29,6	240	142	618
SR	5,8	0,21	2,53	1,18	98,1	16,5	242	168	590

CE: cerrado nativo; PA: pastagem; NA: nabo; ML: milho; SR: sorgo.

Extração das frações do carbono do solo

As frações leves e pesadas da matéria orgânica foram obtidas através da metodologia proposta por Roscoe e Machado (2002), onde as amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de 2 mm para posterior execução do fracionamento.

Para extração da fração leve pesaram-se 5 g de terra fina seca ao ar num frasco de centrífuga, com três repetições por amostra; adicionou-se 35 ml de solução de NaI a cada frasco e estes foram agitados levemente por 30 segundos, visando dispersar os agregados instáveis e permitir que a fração leve-livre (FLL) atingisse a superfície da suspensão; a seguir as amostras foram centrifugadas por 15 minutos a 9000 rpm, afim de promover a sedimentação das partículas minerais do solo. A fração orgânica sobrenadante presente na solução (FLL) foi aspirada juntamente com solução de NaI e imediatamente separada por filtração a vácuo (Sistema Asséptico Sterifil, 47 mm – Millipore) contendo filtro de fibra de vidro (47 mm de diâmetro; 2 microns – Whatman tipo GF/A), previamente pesados. Após perfeita lavagem do material com água destilada o filtro contendo a FLL foi transferido para uma estufa para secagem a 60°C. Em seguida, foi pesado com precisão de quatro casas decimais e finamente macerado em almofariz para posterior determinação do teor de carbono.

Para a extração da fração pesada juntou-se o solo que ficou no tubo da centrífuga (3 repetições), o qual foi bem lavado com filtração a vácuo; o solo foi transferido para um recipiente o seco em estufa de circulação forçada.

Determinações das frações do carbono do solo

Carbono orgânico total: determinado através de oxidação a quente com dicromato de potássio e

titulação com sulfato ferroso amoniacal (Embrapa, 1997).

Carbono orgânico da fração pesada: determinado através de digestão a frio com dicromato de sódio + ácido sulfúrico e determinação por colorimetria (Raij e Quaggio, 1983);

Carbono orgânico da fração leve: determinado utilizando aparelho Perkin-Elmer CHNS/O Analyser Series II 2400.

Determinação da atividade e do carbono da biomassa microbiana

O carbono da biomassa microbiana foi realizado pelo método da fumigação-extração, após incubação no escuro por 24 h, extração com K₂SO₄ 0,5 mol L⁻¹, oxidação com K₂Cr₂O₇ 0,0667 mol L⁻¹ e titulação com sulfato ferroso amoniacal 0,0333 mol L⁻¹ (Vance *et al.*, 1987).

A respiração microbiana foi estimada pelo CO₂ evoluído a partir de 20 g de solo durante 72 h, com extração através de NaOH 0,05 mol L⁻¹ e titulação com HCl 0,05 mol L⁻¹ (Alef e Nannipieri, 1995).

O quociente metabólico (*q*CO₂) foi determinado pela relação (Respiração Microbiana/Biomassa Microbiana) segundo metodologia proposta por Anderson e Domsh (1993).

Análises estatísticas

A análise estatística constou da análise da variância dos dados originais e aplicação do teste de Tukey a 5%, para comparação entre as médias, utilizando o programa SANEST (Zonta e Machado, 1980).

Resultados e discussão

Os resultados referentes ao carbono orgânico total, carbono da fração leve, carbono da fração pesada e relação CFL/COTx100 de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes sistemas de manejos e usos do solo encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Carbono Orgânico Total (COT), Carbono da Fração Leve (CFL), Carbono da Fração Pesada (CFP), Relação CFL/COT x 100 de um Latossolo Vermelho de cerrado, no município de Costa Rica, Estado do Mato Grosso do Sul.

Áreas	COT	CFL	CFP	CFL/COT
	g kg ⁻¹			%
CE	43,64 a	3,208 a	40,43 a	7,35 a
PA	31,45 b	1,508 b	29,94 a	4,79 ab
NA	39,13 ab	1,080 b	38,05 a	2,76 b
ML	34,85 ab	1,080 b	33,77 a	3,09 b
SR	34,80 ab	1,533 b	33,27 a	4,40 ab

CE: cerrado nativo; PA: pastagem; NA: nabo forrageiro em plantio direto; ML: milho em plantio convencional; SR: sorgo em plantio direto. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Na área sob cerrado o COT diferiu somente da área sob pastagem, a qual não diferiu das outras áreas. Observa-se que mesmo a área sob milho em plantio convencional não diferiu das áreas sem revolvimento

e sem ação antrópica. Segundo Costa *et al.* (2004), a baixa diminuição do COT em solos argilosos é devido a uma alta proteção física da matéria orgânica do solo contra o ataque de microrganismos, mesmo em preparo convencional. Isto demonstra a baixa sensibilidade do COT em mostrar áreas que podem estar em fase de perda de sua qualidade, não sendo, desta forma, um bom indicador da qualidade do solo em curto prazo.

Utilizando dados de densidade do solo do trabalho de Souza *et al.* (2005) nestas áreas, estimou-se o estoque de carbono na camada de 0 a 10 cm. Observou-se estoques de 47,13, 45,39, 40,43, 40,37 e 35,54 Mg ha⁻¹ para as áreas de cerrado, nabo forrageiro, milheto, sorgo e pastagem, respectivamente. Após os anos de manejos citados na Tabela 1, todas as estratégias de manejos resultaram em reduções no estoque de COT, indicando a suscetibilidade da oxidação do COT do solo sob vegetação natural, quando esses solos são submetidos à agricultura. Foram observadas reduções, em relação ao cerrado, de 4%, 14%, 14% e 25% para as áreas de nabo forrageiro, milheto, sorgo e pastagem, respectivamente.

A perda de COT em áreas utilizadas para a agricultura é devido à intensificação da atividade biológica provocada pelo revolvimento do solo, pela correção da acidez e pela adubação, que proporciona um ambiente mais favorável à ação dos microrganismos, pois, cria-se um ambiente com maior teor de água em profundidade, melhores condições de arejamento e disponibilidade de nutrientes (Paustian *et al.*, 1997).

Os resultados referentes ao CFL mostraram que a área de cerrado foi diferente estatisticamente das demais (Tabela 3). A área sob cerrado mostrou quase três vezes mais CFL em relação à área com menor teor, representada pela área sob milheto em plantio convencional e nabo em plantio direto. Essa maior quantidade de CFL na área sob cerrado pode ser explicada pelo fato de que nesta área o a entrada de resíduos orgânico no solo é elevada, via folhas senescentes e rizodeposição, além do que, a decomposição nesta área ocorre com menor intensidade do que em áreas onde ocorrem alterações antrópicas. Estudos em Latossolo sob cerrado, Roscoe e Buurman (2003) obtiveram 23 g kg⁻¹ de CFL em área de cerrado nativo e 2,056 g kg⁻¹ em área sob pastagem. O valor para área de cerrado nativo foi muito superior ao obtido no presente estudo, no entanto, para a área sob pastagem o valor encontrado foi 25% superior ao encontrado neste estudo, provavelmente devido ao maior teor de argila (87%) no solo estudado pelos autores.

O teor de carbono da fração leve sofreu grande redução em decorrência do cultivo. A relação CFL/COT foi maior no solo sob cerrado e menor na

área sob nabo em plantio direto, mas mesmo assim a situação da área como um todo é de degradação, pois em todas as áreas as porcentagens de CFL estiveram muito baixas em relação ao cerrado. Roscoe *et al.* (2001) observaram elevada quantidade de CFL na camada de 0–7,5 cm em solo sob cerrado (39% do COT), enquanto que, em pastagem (6% do COT) não foi observado tal acúmulo, onde os autores afirmam a hipótese de que a área em estudo está degradada com relação à matéria orgânica do solo. O declínio acentuado do carbono da fração leve deveu-se, provavelmente, à labilidade destas frações e à grande redução dos aportes de resíduos vegetais nos sistemas agrícolas, fatores que contribuíram para redução nos estoques de MOS (Cambardella e Elliott, 1994). O CFL mostrou a alta sensibilidade sobre os efeitos do manejo do solo das áreas, em relação ao cerrado, quando comparada aos teores de carbono totais, podendo ser utilizada como um bom indicador, em curto prazo, do declínio de matéria orgânica do solo.

Os valores obtidos mostraram que a contribuição do CFP no COT foi de 96,90%, 97,26%, 95,61%, 95,19% e 92,65% para as áreas sob milheto em plantio convencional, nabo em plantio direto, sorgo em plantio direto, pastagem e cerrado nativo, respectivamente, porém sem se mostrar diferentes entre si. Estes resultados demonstram a grande estabilidade do CFP, que mesmo em áreas com manejos intensivos não ocorreu diminuição em relação à área sob cerrado (Hassink e Whitnose, 1997). Em todas as áreas o CFP foi superior a 90%, corroborando com dados de diversos estudos (Christensen 1992, 1996, 2000; Roscoe *et al.*, 2001; Roscoe e Machado, 2002; Roscoe e Buurman, 2003).

O carbono da biomassa microbiana foi severamente afetado pelo manejo do solo, em que na área sob cerrado os valores encontrados foram superiores a todos os sistemas de manejo, diferindo significativamente dos demais manejos estudados (Tabela 4). Observaram-se reduções de 80, 68, 56 e 38% para as áreas sob nabo, sorgo, milheto e pastagem, respectivamente, em relação ao cerrado. As áreas sob cerrado nativo e pastagem não sofreram revolvimento e tinham como cobertura gramínea nativas e exótica, as quais possuem sistema radicular abundante, o que aumenta a liberação de exudatos (fonte de energia), proporcionando aumento da população de microrganismos na rizosfera (Matsuoka *et al.*, 2003). Segundo Granaststein *et al.* (1987), o plantio convencional diminui o carbono da biomassa microbiana, no entanto, segundo Silva Filho e Vidor (1984), o aumento temporário da aeração e disponibilidade de nutrientes pela quebra dos agregados e morte de parte da biomassa microbiana, resultam em estímulo ao crescimento da população microbiana, que posteriormente é diminuída. O menor teor de carbono da biomassa microbiana foi

encontrado em áreas de plantio direto sob nabo e sorgo, diferindo significativamente do cerrado. Isto ocorreu devido à recente implantação deste sistema de manejo, o que proporciona redução no início e aumento do carbono da biomassa microbiana em sistemas de plantio direto mais velhos (D'Andrea *et al.*, 2002). A biomassa microbiana é considerada a fração viva da matéria orgânica e possui função chave em diversos processos importantes no solo como a decomposição, mineralização e ciclagem de nutrientes, além de ser um reservatório de N, P e energia facilmente disponível (Moreira e Siqueira, 2003).

Tabela 4. Biomassa Microbiana (BM), Relação BM/COTx100, Respiração Microbiana (C-CO₂) e Quociente Metabólico (*q*CO₂) de um Latossolo Vermelho de cerrado, no município de Costa Rica, Estado do Mato Grosso do Sul.

Áreas	BM	BM/ COT	C-CO ₂ mg C-CO ₂ g ⁻¹ h ⁻¹	<i>q</i> CO ₂ mg C-CO ₂ g ⁻¹ h ⁻¹ μg C g ⁻¹ solo
	μg C g ⁻¹ solo	%		
CE	541 a	1,2	7,9 a	0,0146 b
PA	334 b	1,1	5,6 ab	0,0167 b
NA	106 c	0,3	2,6 b	0,0249 b
ML	236 bc	0,7	4,9 ab	0,0206 b
SR	171 c	0,5	7,8 a	0,0457 a

CE: cerrado nativo; PA: pastagem; NA: nabo forrageiro em plantio direto; ML: milho em plantio convencional; SR: sorgo em plantio direto. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O carbono da biomassa microbiana geralmente compreende 2 a 4% do COT (Gama-Rodrigues, 1999) e, valores menores que estes indicam perdas de carbono do sistema. No presente estudo, a porcentagem de carbono na biomassa microbiana indicou perdas de carbono do sistema. As perdas observadas foram drásticas, pois, em todas as áreas o carbono da biomassa microbiana não esteve em níveis satisfatórios (Tabela 4). As áreas sob cerrado e pastagem mostraram as maiores porcentagens, 1,2 e 1,1%, respectivamente. As áreas sob nabo, milho e sorgo obtiveram as maiores perdas de carbono, com perdas de 75, 42 e 58,4%, em relação ao cerrado.

A respiração microbiana foi maior na área de cerrado (Tabela 4), porém diferindo somente da área sob nabo. Verifica-se que na área sob sorgo em plantio direto obtiveram-se os maiores valores de respiração, porém, aumentos na respiração microbiana podem ser justificados em plantio direto pelo aumento de matéria orgânica ricas em frações lábeis à superfície (Balota *et al.*, 1998; D'Andréa, 2001), principalmente quando este sistema foi recentemente implantado.

Encontrou-se diferenças significativas quanto *q*CO₂ somente na área cultivada com sorgo sob plantio direto, apresentando alto valor de *q*CO₂ (Tabela 4), com menores valores nas áreas de cerrado e pastagem. Vários são os relatos mostrando menores valores de quociente metabólico em sistema de plantio direto (Balota *et al.*, 1998;

Lima *et al.*, 1994) o que não foi observado neste estudo. Isto deveu-se à recente implantação do sistema de plantio direto, pois sabe-se que devido às condições edafoclimáticas do cerrado é provável que o quociente metabólico venha diminuir futuramente, com a adaptação da biomassa microbiana às condições do solo. O quociente metabólico é considerado importante na avaliação dos efeitos das condições ambientais sobre a população microbiana do solo (Anderson e Domsh, 1993) e maiores valores são encontrados em condições ambientais estressantes, nas quais a biomassa microbiana gasta mais carbono para sua manutenção. Segundo Gama-Rodrigues (1999) à medida que a biomassa microbiana se torna mais eficiente, menos carbono é perdido como CO₂, pela respiração, e uma fração significativa de carbono é incorporada ao tecido microbiano, com isto, solos com baixo *q*CO₂ estão próximos ao estado de equilíbrio. No entanto, deve-se tomar muito cuidado na hora das interpretações com relação ao quociente metabólico, visto que, somente 15-30% da biomassa microbiana do solo é catabolicamente ativa (Mac Donald, 1986) e o restante do microrganismos do solo estão na forma inativa ou latentes, possuindo baixa atividade (Moreira e Siqueira, 2003) e, o cálculo do quociente metabólico leva em conta o COT e a biomassa microbiana do solo.

Conclusão

1. Os atributos que melhor indicaram as perdas na qualidade do solo foram o carbono da fração leve, biomassa microbiana, porcentagem da biomassa microbiana no carbono total e o quociente metabólico, sendo os melhores indicadores da qualidade do solo e do declínio do carbono orgânico total em curto prazo;

2. Em todas as áreas estudadas ocorreu perda da qualidade do solo, com acentuadas perdas de carbono da biomassa microbiana;

3. O estoque de carbono do solo reduziu em até 25% na área sob pastagem, em relação ao cerrado, e a menor perda ocorreu na área sob sorgo em plantio direto (4%);

Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto, à Secretaria de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia do Município de Jataí - GO pela concessão de bolsa de iniciação científica e aos Produtores Milton Fries e Eduardo Peixoto pelo apoio logístico e liberação das áreas em estudo.

Referências

ADDISCOT, T.M. Entropy and sustainability. *Eur. J. Soil*

- Sci.*, Dordrecht, v. 46, p. 161-168, 1992.
- ALEF, K.; NANNIPIERI, P. *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. London: Academic Press, 1995.
- ANDERSON, J.P.E.; DOMSH, K.H. The metabolic quotient (qCO_2) as a specific activity parameter to assess the effects of environment conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. *Soil Biol. Biochem.*, Oxford, v. 25, n. 3, p. 393-395, 1993.
- BALOTA, E.L. et al. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, v. 22, p. 641-649, 1998.
- CAMBARDELLA, C.A.; ELLITOT, E.T. Carbon and nitrogen dynamics of soil organic matter fractions from cultivated grassland soils. *Soil Sci. Am. J.*, Madison, v. 58, p. 123-130, 1994.
- CATTELAN, A.J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 14, n. 2, p. 133-142, 1990.
- CATTELAN, A.J. et al. Sistemas de rotação de culturas em plantio direto e os microrganismos do solo, na cultura da soja, em Londrina. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 21, p. 293-301, 1997.
- CERRI, C.C. et al. Efeito do desmatamento sobre a biomassa microbiana em Latossolo Amarelo da Amazônia. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 9, p. 1-4, 1985.
- CHRISTENSEN, B.T. Matching measurable soil organic matter fractions with conceptual pools in simulation models of carbon turnover: revision of model structure. In: POWLSON, D.S.; SMITH, J.V. (Ed.). *Evaluation of soil organic matter models*. Berlin: Springer-Verlag, 1996.
- CHRISTENSEN, B.T. *Organic matter in soil: structure, function and turnover*. Tjele: Plant Production, 2000.
- CHRISTENSEN, B.T. Physical fractionation of soil and organic matter in primary particle size and density separates. *Adv. Soil Sci.*, New York, v. 20, p. 1-90, 1992.
- COSTA, F.S. et al. Aumento da matéria orgânica num Latossolo Bruno em plantio direto. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 103-107, 2004.
- D'ANDRÉA, A.F. *Atributos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo no sul de Goiás*. 2001. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- D'ANDRÉA, A.F. et al. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 913-924, 2002.
- EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. Rio de Janeiro: CNPS, 1997.
- GAMA-RODRIGUES, E.F. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). *Fundamentos da matéria orgânica: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre: Gênese, p. 227-244, 1999.
- GERALDES, A.P.A. et al. Biomassa microbiana de solo sob pastagens na Amazônia. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Campinas, v. 19, p. 55-60, 1995.
- GRANATSTEIN, D.M. et al. Long-term tillage and rotation effects on soil microbial biomass, carbon and nitrogen. *Biol. Fert. Soils*, Berlin, v. 5, n. 3, p. 265-270, 1987.
- HASSINK, J.; WHITMORE, A.P. A model of the physical protection of organic matter in soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, v. 61, p. 131-139, 1997.
- LARSON, W.E.; PIERCE, F.J. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In: DORAN, J.W. et al. (Ed.). *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison: ASA/SSSA, 1994. p. 37-51.
- LIMA, V.C. et al. Conteúdo de carbono e biomassa microbiana em agrossistemas: comparação entre métodos de preparo do solo. *Agrárias*, Curitiba, v. 13, n. 2, p. 297-302, 1994.
- Mac DONALD, R.M. Extraction of microorganisms from soil. *Biol. Agric. Hortic.*, Bicester, v. 3, p. 361-365, 1986.
- MATSUOKA, M. et al. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, v. 27, p. 425-433, 2003.
- MOLLOY, L.F.; SPEIR, T.W. Studies on a climosequence of soil in tussock grasslands. 12. Constituents of the soil light fraction. *New Zealand J. Soil Sci.*, Wellington, v. 20, p. 167-177, 1977.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras: UFLA, 2003.
- PANKHURT, C.E. et al. Evaluation of soil biological properties as potential bioindicators of soil health. *Aust. J. Exp. Agric.*, Collingwood, v. 35, p. 1015-1028, 1995.
- PAUSTIAN, K. et al. Agricultural soils as a sink to mitigate CO₂ emissions. *Soil Use Manag.*, Wallingford, v. 13, p. 230-244, 1997.
- RAIJ, B. Van.; QUAGGIO, J.A. *Métodos de solo para fins de fertilidade*. Campinas: Instituto Agronômico, 1983.
- ROSCOE, R. *Soil organic matter dynamics in a Cerrado Oxisol*. 2002. Tese (Doutorado)-Wageningen University, Wageningen, 2002.
- ROSCOE, R.; MACHADO, P.L.O. de A. Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002.
- ROSCOE, R.; BUURMAN, P. Tillage effects on soil organic matter in density fractions of a Cerrado Oxisol. *Soil Till. Res.*, Amsterdam, v. 70, p. 107-119, 2003.
- ROSCOE, R. et al. Soil organic matter dynamics in density and particle-size fractions as revealed by the ¹³C/¹²C isotopic ratio in a Cerrado's Oxisol. *Geoderma*, Amsterdam, v. 104, p. 185-202, 2001.
- SILVA FILHO, G.N.; VIDOR, C. As práticas de manejo do solo na população microbiana. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, v. 28, p. 291-296, 1984.
- SPYCHER, G. et al. Carbon and nitrogen in the light fraction of a forest soil: vertical distribution and seasonal patterns. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, v. 51, p. 1390-1393, 1983.
- SOUZA, E.D. et al. Atributos físicos de um Neossolo Quartzarênico e um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 40,

p. 1135-1139, 2005.

VANCE, E.D. *et al.* An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biol. Biochem.*, Oxford, v. 9, n. 6, p. 703-707, 1987.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. *SANEST – Sistema de Análise Estatística*. São Paulo: Escola Superior de

Agricultura Luiz de Queiroz, 1980. (Software).

Received on September 12, 2005.

Accepted on July 18, 2006.