

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

v.4, n.3, p.245-251, jul.-set., 2009

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

Protocolo 369 - 07/04/2008 • Aprovado em 16/06/2009

Arcângelo Loss²

Marcos G. Pereira²

Michelle B. Teixeira²

Fernando M. Lima²

Aldo B. Oliveira³

Renato B. Cruz³

Frações orgânicas do solo em áreas sob manejo agroecológico em Capivari, Duque de Caxias, RJ¹

RESUMO

Este estudo objetivou avaliar as frações da matéria orgânica do solo em áreas sob diferentes coberturas vegetais e sistemas de culturas recentes sob manejo agroecológico em terras baixas no distrito de Capivari, Duque de Caxias, RJ. Foram selecionadas três áreas: maracujá, subdividido em maracujá localizado na parte alta (MPA) e na parte baixa (MPB) da paisagem; ambas em consórcio, e crotalaria em rotação. Uma área adjacente de capoeira foi tomada como condição original. Foi quantificado o carbono orgânico total (COT) e o seu estoque (EstCOT). Através do fracionamento granulométrico, separaram-se as frações: carbono orgânico particulado (COp) e carbono orgânico associado aos minerais (COam), com seus respectivos estoques (EstCOp e EstCOam). Em seguida determinou-se o índice de manejo de carbono (IMC). Observaram-se maiores valores de COT, EstCOT, COp e EstCOp na área de MPA. Por meio do COp identificou-se mudanças ocasionadas pelo manejo nas três áreas avaliadas, sendo mais eficiente que o COT, em experimentos recém implantados. O IMC foi eficiente para discriminar mudanças entre as áreas, sendo necessária nova avaliação dos resultados com o passar dos anos, devido ao pouco tempo de uso das áreas estudadas.

Palavras-chave: Matéria orgânica do solo, fracionamento granulométrico da matéria orgânica, análise multivariada

Soil organic fractions in areas under agroecological management in Capivari, Duque de Caxias, RJ

ABSTRACT

This study aimed to evaluate soil organic matter (SOM) fractions in areas under different vegetable coverings and recent crop systems under agroecological management in low lands in the district of Capivari, Duque de Caxias, RJ. Three crop areas were selected: passion fruit, subdivided in passion fruit located in upland (PFUL) and lowland (PFL) of the landscape; both in consortium, and crotalaria in rotation. An adjacent area of scrub was included to represent the original condition. Total organic carbon (TOC) and respective stock (StTOC) was quantified. Particulate organic carbon (POC) and organic carbon associated to minerals (CAM) were separated by particle size fractionating method (sieving). Carbon stocks of each fraction (StPOC and StCAM) and carbon management index (CMI) were determined. The highest values of TOC, StTOC, POC and StPOC were observed in the PFUL covering. POC allowed the identification of changes caused by the management in the three evaluated areas, being more efficient than TOC in recently implanted experiments. CMI was efficient to discriminate changes among crop systems, however, new evaluation will be necessary with time, due to the small time of cultivation of the areas.

Key words: Soil organic matter, organic matter particle size fractioning, multivariate analysis

¹ Trabalho realizado em área do Projeto

"Capacitação de Jovens e Adultos de Comunidades Periurbanas na Produção Agroecológica de Frutas e Hortaliças com Processamento Agroindustrial" executado pela PESAGRO-RIO e FAPUR, financiado pelo Programa PETROBRAS FOME ZERO

² Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Depto. de Solos, BR 465, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. E-mail: arcangeloloss@yahoo.com.br; gervasio@ufrj.br; michellebte@yahoo.com.br; alvoradarj@bol.com.br

³ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro. Alameda São Boaventura, 770. Fonseca, Niterói, RJ, CEP 24120-191. E-mail: aldo@pesagro.rj.gov.br; renatobcruz@globo.com

INTRODUÇÃO

As comunidades periurbanas de Capivari e Morro Grande estão agregadas ao bairro de Capivari no município de Duque de Caxias, RJ. São oriundas de conflitos pela terra a partir de 1969 e de área desapropriada em 1989, composta inicialmente por cerca de 40 famílias, em sua maioria carentes, que sobrevivem em quase sua totalidade de agricultura de subsistência e de trabalhos esporádicos na cidade (Monteiro, 2007).

O projeto desenvolvido nesta área tem por finalidade a melhoria da qualidade de vida dos membros da comunidade, com geração de emprego e renda, por meio da integração e produção coletiva, a ser alcançada a partir da capacitação de adultos e principalmente dos jovens da comunidade, bem como da produção com sustentabilidade econômica e ambiental.

Desta forma, visando a sustentabilidade do sistema, desenvolveu-se um estudo nesta área para analisar o comportamento da matéria orgânica do solo logo após a implantação de um sistema agroecológico na região, em áreas praticamente abandonadas e com problemas de drenagem.

Em solos tropicais e subtropicais, a matéria orgânica do solo (MOS) tem grande importância para o fornecimento de nutrientes às culturas, favorecendo também a retenção de cátions, a complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes, propiciando melhorias na agregação do solo, no fluxo da água, na aeração e à atividade biológica (Bayer & Mielniczuk, 1999).

O impacto dos sistemas de manejo do solo sobre a dinâmica da MOS, ou, em outras palavras, sobre o ciclo do carbono nos agroecossistemas merece especial atenção. Sistemas de manejo capazes de manter e/ou até mesmo incrementar o carbono orgânico no solo podem contribuir para a manutenção da capacidade produtiva dos solos e diminuição da emissão de CO₂ para a atmosfera. Desta forma, se faz necessária a disponibilidade de métodos práticos e eficientes para avaliar a dinâmica do carbono (Campos, 2006), principalmente em áreas de terras baixas.

Nos sistemas de manejo conduzidos sob ambientes de boas condições de drenagem (terras altas) as taxas anuais potenciais de acúmulo de carbono orgânico total (COT) variam entre 0,5 a 1,0 Mg ha⁻¹, valores observados para intervalos entre 0 a 16 anos (Pillon et al., 2007). Entretanto, em ecossistemas de terras baixas, que, de maneira geral, apresentam maiores restrições à drenagem ainda são escassos os estudos que monitoram as alterações no estoque de COT, bem como as frações orgânicas presentes (Pillon et al., 2007).

Esta constatação demonstra a necessidade de investigação dos mecanismos de proteção do COT em ambientes hidromórficos, embora se saiba que a própria condição de hidromorfismo favoreça o acúmulo de matéria orgânica uma vez que a decomposição da mesma é retardada sob condições anaeróbicas. Portanto, técnicas de fracionamento físico e químico da MOS associadas à modelagem poderiam ser utilizadas para definir os fluxos e a magnitude dos compartimen-

tos do carbono existentes neste tipo de ambiente mais redutor (Pillon et al., 2007; Loss et al., 2007).

Apesar de a MOS ser um excelente indicador de qualidade do solo, a simples quantificação dos estoques de carbono total ou de suas frações e a comparação com as condições do solo no seu estado original, não fornecem valores capazes de serem extrapolados para situações de manejo diferentes das avaliadas, em diferentes locais, climas e solos (Nicoloso, 2005).

Neste sentido, Blair et al. (1995) propuseram o índice de manejo de carbono (IMC), que relaciona o estoque de carbono do solo e a labilidade deste carbono, calculados com base num sistema de referência. Este sistema pode ser o solo em estado natural de mata ou pastagem natural ou uma área degradada. Inicialmente a labilidade foi avaliada por meios químicos, que apresentavam restrições sendo que recentemente o uso de frações orgânicas obtidas por meios físicos tem sido utilizado preferencialmente na estimativa deste índice (Diekow, 2003; De Bona, 2005; Nicoloso, 2005; Campos, 2006). O IMC parece ser uma ferramenta útil em indicar os melhores sistemas de manejos de solos e culturas, por integrar numa mesma medida as variações ocorridas nas diferentes frações da MOS (Nicoloso, 2005).

As frações orgânicas usadas para o cálculo do IMC são obtidas através do fracionamento granulométrico da MOS (Cambardella & Elliott, 1992) e são separadas por peneiramento via úmido em: carbono orgânico particulado (COp) e carbono orgânico associado à fração mineral (COam). Por ser lábil, a fração particulada (>53 μm) é mais sujeita às mudanças provenientes do manejo empregado, podendo ser utilizada como indicador da qualidade do solo para avaliar consequências do preparo do solo e das culturas (Conceição, 2002). Este autor verificou que a fração particulada da matéria orgânica, expressa pelo carbono orgânico >53 μm (COp), foi mais eficiente em discriminar mudanças ocasionadas pelos sistemas de culturas do que o carbono orgânico total (COT) e o carbono orgânico associado aos minerais (<53 μm , COam).

Desta forma, este estudo teve como objetivo avaliar as frações da MOS em áreas sob diferentes coberturas vegetais e sistemas de culturas recentes sob manejo agroecológico em terras baixas no distrito de Capivari, Duque de Caxias, RJ.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em Capivari, Duque de Caxias, RJ. A área é arrendada ao projeto de Capacitação Comunitária em Produção Agroecológica de frutas e hortaliças executado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO-RIO) e FAPUR (Fundação de Apoio a Pesquisa Científica e Tecnológica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)), financiado pelo PROGRAMA PETROBRAS FOME ZERO. Em junho de 2006 procederam-se a limpeza e o preparo do terreno com aração, calagem e gradagem. Anteriormente ao projeto, a área era usada como pastagem, que por recomposição espontânea, se tornou uma vegetação de capoeira rala.

Foram amostradas três áreas sob diferentes coberturas vegetais, sendo estas implantadas em agosto de 2006, a saber: uma área com cultivo de maracujá (*Passiflora edulis* Sims), que devido às variações no relevo local, foi subdividida em: 1- maracujá parte alta (MPA), com relevo suave ondulado a ondulado, consorciado com tomate rasteiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) seguido de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp); 2- maracujá parte baixa (MPB), com relevo plano a suave ondulado, consorciado com feijão caupi.

Na terceira área escolhida é realizada a rotação de culturas, sendo plantio de abobrinha verde (*Cucurbita moschata* Lineu) seguido de Crotalária juncea (*Crotalaria juncea* Lineu). Uma área de capoeira foi amostrada como testemunha para comparação dos resultados de carbono nas frações orgânicas do solo e cálculo do IMC.

Os solos das áreas de MPB e Crotalária foram classificados como Gleissolo Háplico Tb Distrófico típico e nas áreas de MPA e capoeira, como Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (Embrapa, 2006). Nas áreas de Gleissolos foi necessária a abertura de drenos para o plantio das culturas, devido à condição de má drenagem.

Em toda área é utilizada adubação orgânica com composto de restos culturais, esterco bovino e fosfato natural reativo no plantio, nas covas e/ou sulcos. Em cobertura, utiliza-se torta de mamona. Nas culturas é utilizado o biofertilizante líquido Agrobio e defensivos alternativos (caldas sulfocálcica, bordalesa, entre outros).

A coleta das amostras foi realizada em agosto de 2007, sendo feita em zigue-zague, nas entrelinhas das culturas, para não comprometer o sistema radicular. Em cada uma das áreas foram coletadas três amostras compostas, formadas por três amostras simples, nas camadas de 0-5 e 5-10 cm. A granulometria e os teores de COT foram determinados de acordo com os métodos da Embrapa (Embrapa, 1997) e o fracionamento granulométrico da MOS foi realizado conforme Cambardella & Elliott (1992). Aproximadamente 20 g de solo e 60 mL de solução de hexametáfosfato de sódio (5g L⁻¹) foram homogeneizados durante 15h em agitador horizontal. A seguir, a suspensão foi passada por peneira de 53µm com auxílio de jato de água. O material retido na peneira, que consiste no carbono orgânico particulado (COp) associado à fração areia, foi secado em estufa a 50°C, quantificado em relação a sua massa, moído em gral de porcelana e analisado em relação ao teor de COT segundo Embrapa (1997). O material que passou pela malha de 53µm, carbono orgânico associado aos minerais (COam, frações silte + argila) foi obtido a partir da diferença entre COT e COp. A caracterização química das áreas avaliadas encontra-se na Tabela 1.

O estoque de carbono das frações granulométricas e do COT foi calculado através da seguinte equação:

$$Cac = \frac{C \times Ds \times e}{10} \quad (1)$$

onde:

Cac = carbono acumulado (Mg ha⁻¹);

C = teor de carbono na camada (g kg⁻¹);

Ds = densidade do solo (Mg m⁻³)

e = espessura da camada em análise, em cm

Tabela 1. Caracterização química do solo nos diferentes sistemas de uso do solo avaliados.

Table 1. Chemical characterization of soil in systems different soil evaluated usages

Sistemas avaliados	pH	Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	H+Al	P
	cmolc kg ⁻¹						mg kg ⁻¹	
MPA	5,0	0,1	4,0	2,4	0,0	0,01	4,6	87
MPB	4,9	0,3	4,0	2,0	0,0	0,01	5,3	114
Crotalária	4,4	0,7	3,0	1,5	0,0	0,0	5,8	16
Capoeira	5,0	0,1	4,2	1,8	0,0	0,0	4,8	20

A partir dos resultados dos estoques de COT e de cada fração granulométrica, calculou-se o índice de manejo de carbono (IMC) segundo Blair et al. (1995). A estimativa do IMC foi realizada com base na soma dos valores médios das duas profundidades analisadas e, como condição natural, o solo sob capoeira foi utilizado como referência (IMC = 100).

Para obtenção do IMC, necessita-se do Índice de Estoque de Carbono (IEC), sendo calculado a partir da relação entre o COT de cada área e o COT da área tomada como referência (capoeira). A labilidade (Lab) da MOS foi determinada pela relação entre COp e COam e o Índice de Labilidade (IL) calculado pela relação entre a labilidade de cada área e a labilidade da área referência. O IMC de cada área foi obtido pela multiplicação entre o IEC e o IL vezes 100.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo três coberturas vegetais com três repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F, o teste de normalidade (Teste de Lilliefors), a avaliação da homogeneidade da variância dos erros (Teste de Cochran & Bartlett) e os valores médios foram comparados entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. Também se realizou análise de componentes principais através do programa SAS. Dessa forma, obtiveram-se os parâmetros que apresentaram valores de correlação maiores que 0,9 entre si. Os dados de entrada nestas análises foram padronizados obtendo-se média igual a zero e variância 1,0 (Regazzi, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área sob cobertura de MPA observou-se diferença para os teores de COT e EstCOT, sendo verificada nesta área os maiores valores, nas duas profundidades avaliadas para COT (Tabela 2) e na camada de 0-10 cm para EstCOT (Tabela 3), quando comparada as demais áreas dos sistemas de uso do solo avaliados.

O consórcio com leguminosas como o feijão caupi, na área de MPA, pode estar beneficiando a cultura principal, fornecendo nutrientes como o N (Zilli et al., 2006) e pela adição de resíduos culturais. Estes benefícios, associados às práticas agroecológicas como o uso de cobertura morta, adubação orgânica (composto orgânico, torta de mamona, esterco bovino) e biofertilizantes líquidos, juntamente com a melhor condição de drenagem, propiciam o melhor desenvolvimento da cultura, que por sua vez adiciona maiores quantidades de

Tabela 2. Frações orgânicas do solo e resumo da análise de variância, sob diferentes coberturas vegetais e manejo agroecológico

Table 2. Soil organic fractions and summary of the analysis of variance, under different vegetation coverings and agroecological management

Sistemas avaliados	Frações da matéria orgânica do solo (g kg ⁻¹)		
	COT	Cop	COam
Profundidade de 0-5 cm			
MPA	15,21 A	6,44 A	8,77 A
MPB	10,41 C	4,12 C	6,29 B
Crotalária	8,79 C	2,96 D	5,83 B
Capoeira	12,82 B	5,50 B	7,40 A
F calculado	16,37*	37,51*	5,32**
CV (%)	10,17	9,09	13,90
Profundidade de 5-10 cm			
MPA	14,02 A	5,40 A	8,62
MPB	10,29 B	2,92 B	7,37
Crotalária	8,02 B	1,86 C	6,16
Capoeira	12,37 A	3,72 B	9,05
F calculado	8,73*	24,63*	2,45 ^{ns}
CV (%)	13,62	14,98	18,5

*Significativo pelo teste F a 1%. ** Significativo pelo teste F a 5%. ^{ns}não significativo pelo teste F a 5%. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%. MPA=maracujá parte alta; MPB=maracujá parte baixa; CV=coeficiente de variação; COT=carbono orgânico total, COp= carbono orgânico particulado, COam=carbono orgânico associado aos minerais

resíduos vegetais em superfície. Estes, quando decompostos, contribuem para o aumento do teor de COT.

Os valores médios de COT e EstCOT encontrados nas áreas das coberturas vegetais de MPB e crotalária, foram estatisticamente menores que os verificados na área de MPA (Tabelas 2 e 3, respectivamente). Este comportamento pode ser atribuído à condição de má drenagem em que se encontram estas áreas. A abertura de drenos favoreceu a entrada de oxigênio no solo, contribuindo para a oxidação da MOS e, consequentemente, redução dos teores de COT e os respectivos estoques.

Neste estudo verificaram-se maiores teores de COT na camada superficial do solo e no sistema de consórcio realizado no inverno em MPA. Estes resultados são corroborados por Pillon et al. (2007), que avaliaram o acúmulo de carbono orgânico por sistemas de culturas (solteiros e consorciados) sob plantio direto em terras baixas no RS. Os autores verificaram que os sistemas avaliados apresentaram potencial para incremento do conteúdo de COT somente na camada superficial do solo, também constatando que os maiores valores de carbono foram proporcionados pelo consórcio gramínea/leguminosa no inverno.

Em relação à área tomada como referência verificou-se que o consórcio na cobertura de MPA apresentou maiores valo-

res de COT que a área de capoeira, na camada superficial, sendo também estatisticamente igual na profundidade de 5-10 cm. A área utilizada com rotação de culturas (crotalária) e a cobertura de MPB, em consórcio, foram estatisticamente inferiores à área de capoeira, com menores valores de COT nas duas profundidades (Tabela 2). Este comportamento demonstra que o cultivo agrícola está contribuindo para a redução do conteúdo de carbono no solo, já que a textura do solo de todas as áreas analisadas, nas duas profundidades, encontra-se na mesma classe textural, sendo classificada como franco-arenosa (Figura 1).

Entretanto, pode-se destacar que as áreas que apresentaram os maiores valores de COT e respectivos estoques, também apresentam maiores teores de argila. Consequentemente, as diferenças observadas entre as áreas para os valores de carbono, decorrente do pouco tempo de instalação do experimento, podem também ser decorrentes desses maiores teores de argila encontrados em cada cobertura avaliada do que propriamente o manejo estudado.

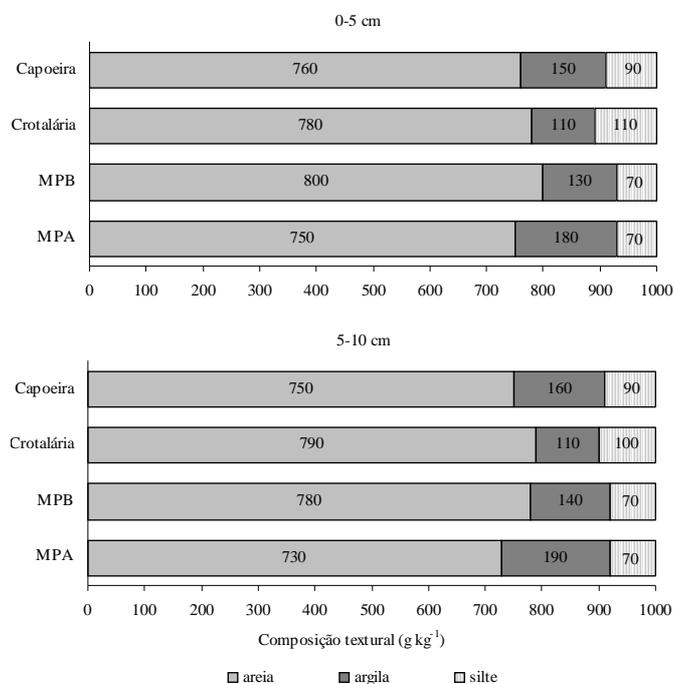


Figura 1. Composição textural do solo, na profundidade de 0-5 e 5-10 cm, sob as diferentes áreas analisadas e manejo agroecológico

Figure 1. Textural composition of the soil, in the depth of 0-5 and 5-10 cm, under different evaluated areas and agroecological management

Tabela 3. Índice de manejo de carbono em função dos sistemas de culturas avaliados e do manejo agroecológico, na profundidade de 0-10 cm

Table 3. Carbon management index in function of the crop systems and agroecological management evaluated at 0-10 cm depth

Sistemas avaliados	EstCOT	EstCOp Mg há ⁻¹	EstCOam	IEC	LC	ILC	IMC
MPA	9,85 A	4,00 A	5,84 A	1,183 A	0,685 A	1,302 A	154,03 A
MPB	7,34 B	2,49 B	4,99 B	0,882 B	0,499 A	0,949 B	83,70 B
Crotalária	5,89 C	1,67 C	4,22 B	0,708 B	0,396 B	0,753 C	53,31 C
F (Culturas)	18,67*	40,91*	5,80**	5,78**	6,95**	16,56*	9,64*
CV(%)	11,43	10,52	15,83	18,19	12,71	8,57	16,08
Capoeira	8,32	3,03	5,59	1,00	0,526	1,00	100,00

*Significativo pelo teste F a 1%; ** significativo pelo teste F a 5%. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-knott a 5%. EstCOT=Estoque de carbono orgânico total; EstCOp=Estoque de carbono orgânico particulado; EstCOam=Estoque de carbono orgânico associado aos minerais; IEC=Índice de estoque de carbono; L=Labilidade do carbono; ILC=Índice de labilidade do carbono

Os maiores valores de COp foram observados na área de MPA, nas duas profundidades (Tabela 3). Tal fato pode ser atribuído a maiores quantidades de resíduos vegetais provenientes da cultura principal (maracujazeiro) e do consórcio com feijão caupi. Entre as coberturas, MPB e crotalária, verificaram-se em ambas as profundidades avaliadas, maiores valores de COp para MPB, sugerindo que o sistema de culturas em consórcio está sendo mais eficiente em discriminar os teores de COp através de maiores quantidades de resíduos culturais deixados em superfície do que a área de crotalária, em sistema de rotação. Entretanto, estes resultados devem ser novamente comparados através de novas avaliações, após maior tempo de cultivo das áreas.

Através dos valores médios de COp foi possível observar diferenças entre os três sistemas de culturas analisados, nas duas profundidades. Este mesmo comportamento não ocorreu para os valores de COT, onde as áreas de MPB e crotalária foram estatisticamente iguais (Tabela 2). Assim, o COp foi mais eficiente em identificar mudanças ocasionadas pelo manejo, principalmente em curtos intervalos de tempo e sistemas de cultivo recém implantados. Resultados semelhantes foram relatados por Conceição et al. (2005), avaliando a qualidade do solo, através da dinâmica da MOS, sob diferentes sistemas de manejo no Sul do Brasil. Eles concluíram que este compartimento pode ser utilizado como indicador de qualidade do solo para avaliação de sistemas de manejo recentes, nos quais as alterações no COT ainda não tenham sido de grande magnitude.

Em relação à área de capoeira, os maiores valores de COp foram encontrados na cobertura de MPA e os menores, sob a área de crotalária (Tabela 2). Este comportamento evidencia o melhor desempenho do sistema em consórcio em detrimento à rotação de culturas, em ambientes de terras baixas e experimentos de curta duração.

Para os valores de COam foram encontradas diferenças entre as coberturas, apenas na profundidade de 0-5 cm, sendo os maiores valores observados na área de MPA e estatisticamente igual à área de capoeira (Tabela 2). Este comportamento pode ser atribuído aos maiores teores de COT verificados nestas áreas, já que mais de 80% dos estoques de COT são compostos de COam (Bayer et al., 2001; Nicoloso, 2005). O COam normalmente é menos eficiente em evidenciar mudanças proveniente do manejo, principalmente a curto prazo (Bayer et al., 2001).

Em relação aos estoques de COp e COam (Tabela 3), observou-se a mesma tendência dos valores encontrados para COp e COam (Tabela 2), sendo o EstCOp mais eficiente em discriminar as mudanças ocasionadas pelo manejo, separando as coberturas analisadas em consórcio (com valores estatisticamente maiores) da área em rotação de culturas.

O IEC foi maior na área de MPA, sendo as áreas de MPB e crotalária estatisticamente iguais. A área com crotalária apresentou os menores índices de LC e ILC, sendo neste último evidenciado diferenças entre as três áreas analisadas. Esses resultados demonstram a maior sensibilidade do ILC, comparativamente ao IEC e LC, em detectar alterações na dinâmica da MOS (Nicoloso, 2005; De Bona, 2005).

Campos (2006), avaliando a dinâmica do carbono sob sistemas de preparo do solo (convencional e plantio direto) e rotação de culturas no RS, também encontrou resultados semelhantes aos verificados neste estudo, sendo que o IEC foi crescente nas rotações dentro de cada preparo do solo, mas com pequena amplitude. O autor constatou que, na média das rotações, o solo sob plantio direto apresentou um valor de ILC aproximadamente 22% superior ao solo sob preparo convencional.

As áreas de MPA e MPB apresentam maior IMC que a área da cobertura com crotalária (Tabela 3), indicando que o sistema de consórcio sob manejo agroecológico está beneficiando a dinâmica do carbono no solo quando comparado ao sistema de rotação, em ambientes de terras baixas.

O IMC da área sob MPB foi maior que a cobertura de crotalária. Este comportamento pode ser devido aos maiores valores de LC e EstCOp encontrados na área de MPB do que os verificados na área de crotalária. Os maiores EstCOp estão refletindo diretamente na maior labilidade do carbono, o que pode ser observado na Tabela 3. Estes resultados demonstram que o COp utilizado para o cálculo do IMC é eficiente, tornando-se uma ferramenta útil e de fácil uso para identificar mudanças provenientes do manejo adotado e em experimentos a curto prazo, onde o COT ainda não conseguiria identificá-las, segundo Conceição et al. (2005).

Por meio da análise de componentes principais verificou-se uma distribuição das variáveis selecionadas com variância acumulada de 91,55% para os eixos F1 e F2 (Figura 2).

De maneira geral, pode-se observar o agrupamento das áreas de capoeira e MPA no lado direito do gráfico e as áreas de MPB e crotalária, no lado esquerdo (Figura 2). Este comportamento pode ser devido às diferenças existentes entre os solos estudados.

Nas áreas sob crotalária e MPB, observaram-se os menores valores de EstCOT quando comparado a área de MPA, sendo que a área de MPB apresentou maiores teores de EstCOT que a área de crotalária (Tabela 3). Este comportamento demonstra a similaridade entre a análise univariada (onde a área de crotalária apresentou os menores valores de EstCOT,

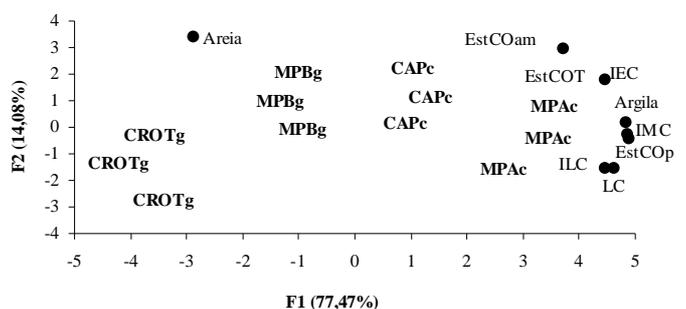


Figura 2. Diagrama de ordenação produzido por análise de componentes principais na camada de 0-10 cm dos atributos edáficos do solo, em que: CROT=Crotalária; MPB=Maracujá parte baixa; g=Gleissolo; CAP=Capoeira; MPA=Maracujá parte alta; c=Cambissolo

Figure 2. Ordering diagram produced by principal component analysis in the layer of 0-10 cm of soil edaphic attributes, where: CROT = Crotalaria; MPB = Passion fruit in upland; g = Gleisol; CAP = scrub; MPA = Passion Fruit in lowland; c = Cambisol

Tabela 4. Matriz de correlação entre os atributos químicos e físicos do solo**Table 4.** Correlation matrix between chemical and physical soil attributes

	EstCOp	EstCOam	EstCOT	IEC	LC	ILC	IMC	Argila	Areia
EstCOp	1	0,731*	0,794*	0,793*	0,954*	0,902*	0,951*	0,936*	-0,554 ⁿ
EstCOam	-	1	0,825*	0,821*	0,506 ^{ns}	0,456	0,652*	0,723*	-0,060 ⁿ
EstCOT	-	-	1	0,998*	0,686*	0,635	0,827*	0,872*	-0,351 ⁿ
IEC	-	-	-	1	0,686*	0,655*	0,841*	0,869*	-0,343 ⁿ
LC	-	-	-	-	1	0,950*	0,934*	0,896*	-0,669*
ILC	-	-	-	-	-	1	0,954*	0,828*	-0,593*
IMC	-	-	-	-	-	-	1	0,926*	-0,561 ⁿ
Argila	-	-	-	-	-	-	-	1	-0,533 ⁿ
Areia	-	-	-	-	-	-	-	-	1

*valores significativos a 0,05% pelo teste de Pearson ^{ns} Não significativo pelo teste de Pearson

EstCOp, ILC e IMC) e a análise multivariada, sendo esta área (CROT) separada das demais através dos menores teores das frações orgânicas avaliadas.

A separação das áreas avaliadas por ordens de solo pode ser decorrente, também, dos maiores teores de argila observados no Cambissolo quando comparado ao Gleissolo (Figura 1). Assim, neste experimento de curto tempo de avaliação, as diferenças encontradas, tanto para os valores de carbono e índices de manejo, podem estar mais relacionados com as diferenças nos teores de argila entre as áreas do que propriamente ao manejo empregado.

Verificaram-se correlações positivas entre os estoques de carbono e respectivos índices com os teores de argila, apresentado valores de correlações elevados entre todos os atributos, destacando-se o EstCOP e o IMC. Estes resultados demonstram a importância da fração argila na manutenção da matéria orgânica do solo, principalmente em solos de textura arenosa (Tabela 4).

A fração areia correlacionou-se negativamente com os índices LC e ILC, demonstrando a maior labilidade destas frações, uma vez que o COP possui este comportamento e está diretamente relacionado a esta fração.

CONCLUSÕES

A área de maracujá situada na parte alta da paisagem apresentou os maiores teores de COT e COP nas duas profundidades avaliadas.

Por meio dos valores de COP foi possível identificar mudanças ocasionadas pelo manejo nas três áreas avaliadas. Este parâmetro foi mais eficiente que o COT.

O IMC foi eficiente para identificar mudanças entre os sistemas de culturas analisados, sendo necessárias novas avaliações, devido ao pouco tempo de uso das áreas estudadas.

A análise de componentes principais foi eficiente para separar as áreas de acordo com as ordens de solo e as frações da MOS.

LITERATURA CITADA

Bayer, C.; Mielniczuk, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: Santos, G.A.; Camargo, F.A. (Ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Genesis, 1999. v.1, p.9-26.

Bayer, C.; Martin-Neto, L.; Mielniczuk, J.; Pillon, C.N.; Sangoi, L. Changes in soil organic matter fractions under subtropical no-till cropping systems. Soil Science Society of America Journal, v.65, n.5, p.1473-1478, 2001.

Blair, G.J.; Lefroy, R.D.B.; Lisle, L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. Australian Journal of Agricultural Research, v.46, n.7, p.1459-1460, 1995.

Cambardella, C.C.; Elliott, E.T. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. Soil Science Society of American Journal, v.56, n.3, p.777-783, 1992.

Campos, B.C. Dinâmica do carbono em Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo de solo e de culturas. 2006. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2006. 112p. Tese Doutorado.

Conceição, P.C. Indicadores de qualidade do solo visando a avaliação de sistemas de manejo do solo. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2002. 85p. Dissertação Mestrado.

Conceição, P.C.; Amado, T.J.C.; Mielniczuk, J.; Spagnollo, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 29, n.5, p.777-788, 2005.

De Bona, F.D. Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas irrigados por aspersão sob plantio direto e preparo convencional. 2005. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. 78p. Dissertação Mestrado.

Diekow, J. Estoque e qualidade da matéria orgânica solo em função de sistemas de culturas e adubação nitrogenada no sistema plantio direto. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 125p. Tese Doutorado.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solos. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 112p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

- Loss, A.; Teixeira, M.B.; Oliveira, A.B.; Lima, F.M.; Cruz, R.B.; Fontana, A.; Pereira, M.G. Fracionamento químico da matéria orgânica do solo em áreas sob diferentes coberturas vegetais e manejo agroecológico. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.2, n.2, p.1389-1393. 2007.
- Monteiro, L.A. As Justiceiras de Capivari: Dinamismo popular e cidadania em uma periferia fluminense. *História, imagem e narrativas*, n.4, p.67-92. 2007.
- Nicoloso, R.S. Dinâmica da matéria orgânica do solo em áreas de integração lavoura-pecuária sob sistema plantio direto. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005. 72p. Dissertação Mestrado.
- Pillon, C.N.; Scivittaro, W.B.; Potes, M.L.P.; Moraes, C.S.; Michels, G.H.; Pereira, J.S. Acúmulo de carbono orgânico por sistemas de cultura sob plantio direto em terras baixas. *Revista Brasileira de Agroecologia*. v.2, n.1, p.1040-1043, 2007.
- Regazzi, A.J. Análise multivariada. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, v.2, 2000. n.p. (Apostila de INF-766).
- Zilli, J.E.; Xavier, G.R.; Rumjanek, N.G. Fixação biológica de nitrogênio na cultura do feijão-caupi no estado de Roraima. [http:// www.cpamn.embrapa.br/anaisconac2006/resumos/MI10.pdf](http://www.cpamn.embrapa.br/anaisconac2006/resumos/MI10.pdf). 26 Jun. 2007.