

## Workshop Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta na Embrapa

Brasília, 11 a 13 de agosto 2009

### Distribuição Espacial do Índice de Manejo do Carbono em Luvisolos sob Sistemas Agrícolas Tradicionais e Agroflorestais no Município de Sobral-CE<sup>1</sup>

Teógenes Senna de Oliveira<sup>2</sup>, Rafaella da Silva Nogueira<sup>3</sup>, Adunias dos Santos Teixeira<sup>2</sup>,  
Mônica Matoso Campanha<sup>4</sup>, Ricardo Espíndola Romero<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Parte da Dissertação de Mestrado do segundo autor. **Resumo submetido ao VI Congresso Brasileiro de Agroecologia, novembro 2009.**

<sup>2</sup>Professor adjunto da Universidade Federal do Ceará: [teo@ufc.br](mailto:teo@ufc.br); [adunias@ufc.br](mailto:adunias@ufc.br); [reromero@ufc.br](mailto:reromero@ufc.br)

<sup>3</sup>Bolsista CNPq, Universidade Federal do Ceará; [rafaellanogueira@yahoo.com.br](mailto:rafaellanogueira@yahoo.com.br)

<sup>4</sup>Pesquisadora Embrapa Caprinos: [monica@cnpc.embrapa.br](mailto:monica@cnpc.embrapa.br)

**Resumo:** O objetivo desse estudo foi avaliar o índice de manejo de carbono (IMC) em sistemas agrícolas convencionais e agroflorestais. A área experimental localiza-se na Fazenda Crioula, pertencente ao Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos da EMBRAPA, no município de Sobral-CE. Foram selecionadas as seguintes áreas: Agrissilvipastoril, Silvipastoril, Tradicional 1, Tradicional 2, Cultivo Intensivo em Pousio, Vegetação Natural 1 e Vegetação Natural 2. A área estudada foi georreferenciada e as amostras foram coletadas a profundidade de 0-5 cm a cada 20, 10 ou 5 m de acordo com o relevo. O Índice de Manejo de Carbono foi determinado a partir do estoque e da labilidade do carbono orgânico particulado e associado. Os resultados foram avaliados através de medidas descritivas e técnicas geoestatísticas. As áreas sob manejo agroflorestal apresentaram um maior IMC confirmando a eficiência dos sistemas agroflorestais em aumentar o estoque de carbono no solo e a variabilidade espacial.

**Palavras-chave:** Erosão, Manejo Agroflorestal, Semiárido, Variabilidade espacial.

### Spatial Distribution of Carbon Management Index in Luvisols under traditional and agroforestry farming system in Sobral County,CE<sup>1</sup>

**Abstract:** The objective of this study was to evaluate the carbon management index (IMC) in traditional and agroforestry farming system. The experimental area located at the Crioula Farm, EMBRAPA/CNPC, in Sobral County, CE. The following systems were evaluated: Agrissilvipastoril (AGP), Silvipastoril (SILV), Traditional 1 (TR<sub>1</sub>), Traditional 2 (TR<sub>2</sub>), Fallow Intense Cropping (CIP), Natural Vegetation 1 (VG<sub>1</sub>) and Natural Vegetation 2 (VG<sub>2</sub>). The studied field was georeferenced and soil samples were collected to a depth of 0-5 cm every 20, 10 or 5 m, according to the condition of terrain. The carbon management index was determined from the stock and the lability of organic carbon particulate and associate. The results were analyzed using descriptive statistic and geostatistic technique. The areas under management and agroforestry showed IMC superior, confirmed the efficiency of the agroforestry systems increasing o carbon stocks and spatial variability.

**Keywords:** Erosion, Agroforestry Management, Semi-arid e Spatial Variability.

### Introdução

No Brasil, a erosão hídrica ocorre com frequência e rapidez causando prejuízos não

## **Workshop Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta na Embrapa**

Brasília, 11 a 13 de agosto 2009

somente ao setor agrícola como também ao ambiente, favorecendo mudanças no estoque de carbono através da distribuição das partículas de solo. Neste sentido, avaliações dos teores de carbono orgânico total (COT) têm sido consideradas suficientes em muitos trabalhos para entender a dinâmica da MOS em um sistema de exploração agrícola a longo prazo. Contudo, em situações de curto prazo, o Índice de Manejo de Carbono (IMC) pode ser um indicador mais sensível as variações do manejo por medir as alterações nos estoques e considerar os aspectos da labilidade do carbono no solo (NICOLOSO, 2005).

O estudo do IMC associado com os atributos do terreno pode ser mais eficiente na avaliação dos sistemas de manejo. Desta forma, objetivou-se avaliar o índice de manejo de carbono e sua distribuição espacial em sistemas agrícolas convencionais e agroflorestais.

### **Material e Métodos**

O estudo foi desenvolvido em área experimental localizada na Fazenda Crioula, pertencente ao Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos (CNPC) da EMBRAPA, no município de Sobral-CE. Os solos da área em estudo apresentam manchas de Luvisolo Crômico Órtico típico e Luvisolo Hipocrômico Órtico típico (AGUIAR et al., 2006).

Foram avaliadas as seguintes situações: Agrissilvipastoril (AGP): tratamento com o cultivo de milho em faixas, separadas por fileiras de leucena e outras leguminosas nativas. Nesta área, a vegetação natural foi raleada, preservando 22% da cobertura arbórea nativa; Silvapastoril: (SILV) área raleada, preservando uma cobertura vegetal arbórea de 38%; Tradicional (TR): tratamento submetido ao desmatamento, queima da vegetação lenhosa em 1997 e cultivo do milho em 1998 e 1999. Este processo se repetiu no ano de 2001 para implantação destas culturas em 2002. O sistema tradicional foi separado devido as diferentes condições de relevo, sendo o TR<sub>1</sub> com o predomínio de relevo plano e o TR<sub>2</sub> com relevo predominantemente do tipo ondulado; Cultivo Intensivo em Pousio (CIP): tratamento cuja área foi desmatada e queimada em 1997 e cultivada, sem aplicação de fertilizantes, com milho nos períodos de 1998 a 2002; Vegetação Natural 1 (VG<sub>1</sub>): área de caatinga nativa, próxima à área de CIP; Vegetação Natural 2 (VG<sub>2</sub>): área de caatinga nativa utilizada como testemunha para os demais tratamentos.

As coordenadas da área estudada e dos pontos amostrados foram determinadas com auxílio do GPS. As amostras de solo foram coletadas se iniciaram em 2007, na profundidade de 0-5 cm, a cada 20, 10 ou 5 m de acordo com o relevo. Os teores de carbônico orgânico (CO) total foram determinados por oxidação da matéria orgânica conforme Yeomans e Bremner (1988). Já o CO particulado e CO associado foram determinados nas frações areia e silte+argila, respectivamente, através da dispersão química e mecânica. Em seguida, as formas de carbono foram obtidas de acordo com a metodologia de Yeomans e Bremner (1988). O Índice de Manejo de Carbono (IMC) foi calculado a partir do índice de estoque de carbono e do índice de labilidade de acordo com Diekow (2003). O comportamento geral das variáveis do solo foi avaliado através de medidas descritivas e técnicas geostatísticas.

### **Resultados e Discussão**

A área AGP destacou-se por ser o único tratamento estudado a apresentar o IMC superior a VN<sub>2</sub>, sendo de 18% o incremento proporcionado por este sistema de manejo. Já os sistemas SILV, TR<sub>1</sub> e TR<sub>2</sub> foram caracterizados por IMC inferiores a VN<sub>2</sub> em 13, 14 e 52%, enquanto que o CIP apresentou uma redução de 12% em relação a VN<sub>1</sub> (Tabela 1). Comportamentos similares foram observados por diferentes autores estudando SAF's ou sistemas que apresentam similaridade quanto a algumas propriedades (AGUIAR et al., 2006; RANGEL et al., 2008).

## Workshop Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta na Embrapa

Brasília, 11 a 13 de agosto 2009

Estes resultados apontam que, principalmente o sistema de manejo TR<sub>2</sub> está promovendo reduções drásticas nos estoques de carbono e conseqüentemente no IMC. Na área AGP, o maior IMC pode ser atribuído ao aporte contínuo de matéria orgânica, a incorporação de resíduos vegetais, a presença de árvores e o cultivo em aléias com leguminosas. Por outro lado, o SILV embora tenha apresentado IMC inferior a VN<sub>2</sub>, seus resultados foram superiores aos sistemas convencionais indicando que apesar desta área possuir o predomínio de cascalhos e regiões com espessura do horizonte A inferior a condição natural, as práticas de manejo adotadas foram eficientes no estoque e manutenção do equilíbrio entre as formas de carbono.

O IMC apresentou um CV médio de 65%, sendo classificado como de alta variabilidade (WARRICK; NIELSEN, 1980). Apesar dos valores de IMC apresentaram o predomínio de coeficientes de assimetria e curtose positivos, o teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade confirmou a tendência dos dados apresentarem uma distribuição normal.

Tabela 1. Índice de manejo de carbono em Luvisolos sob sistemas de manejo agroflorestal e convencional na Fazenda Crioula, Sobral-CE.

Medidas	Tratamentos						
	CIP	VN <sub>1</sub>	AGP	SILV	TR <sub>1</sub>	TR <sub>2</sub>	VN <sub>2</sub>
<b>Média</b>	69,08	78,25	106,78	78,31	77,43	43,77	90,36
<b>Mediana</b>	64,96	67,18	100,34	58,43	65,11	34,79	74,41
<b>Mínimo</b>	10,88	13,33	7,62	2,71	3,01	2,98	32,52
<b>Máximo</b>	215,96	272,27	267,68	287,73	260,98	112,63	239,71
<b>CV<sup>(1)</sup></b>	55,59	56,23	64,33	73,41	68,57	66,67	71,15
<b>Desvio Padrão</b>	38,40	44,00	68,70	57,49	53,10	29,18	64,29
<b>Assimetria</b>	1,11	1,77	0,76	1,35	0,89	0,96	1,42
<b>Curtose</b>	0,43	1,53	-0,74	0,38	0,12	1,61	0,60
<b>KS<sup>(2)</sup></b>	0,20	0,25	0,20	0,25	0,13	0,30	0,30
<b>Observações</b>	41	32	41	67	74	28	35

AGP: agrissilvipastoril, SILV: silvipastoril, TR<sub>1</sub>: tradicional 1, TR<sub>2</sub>: tradicional 1, CIP: cultivo intensivo em pouso VN<sub>1</sub>: vegetação natural 1, VN<sub>2</sub>: vegetação natural 2. <sup>(1)</sup> Coeficiente de variação. <sup>(2)</sup> Teste de Kolmogorov-Smirnov, \* significativo a 5% de probabilidade.

O comportamento das áreas em estudo foi avaliado também através dos mapas de isolinhas para melhor entender o padrão espacial de distribuição das variáveis estudadas (Figura 1). O sistema AGP destacou-se com o predomínio de maiores valores de IMC (120 a 200%) em relação a VN<sub>2</sub> e os demais tratamentos estudados, principalmente na direção sul onde observam-se as menores altitudes. Já no SILV observou-se uma mancha marcante com faixas variando de 0 a 60% na região central que possui maior altitude e em alguns locais situados nas extremidades leste e oeste verificaram-se índices predominantes de 100 a 160%.

No sistema TR<sub>1</sub> observou-se uma variabilidade espacial superior a área VN<sub>2</sub>, onde índices de 100 a 180% foram observados na direção oeste, enquanto que na parte leste estes apresentaram uma maior uniformidade com valores de 0 a 60%. Por outro lado, o TR<sub>2</sub> apresentou a distribuição mais uniforme quando comparado as demais áreas estudadas com IMC variando de 20 a 100%. Os locais onde foram observados faixas mais intensas (60 a 100%) ocorreram em menores altitudes e relevo do tipo côncavo. No sistema convencional CIP observou-se IMC variando de 20 a 120%, onde os maiores aconteceram na direção oeste, sendo estes reduzidos na direção leste.

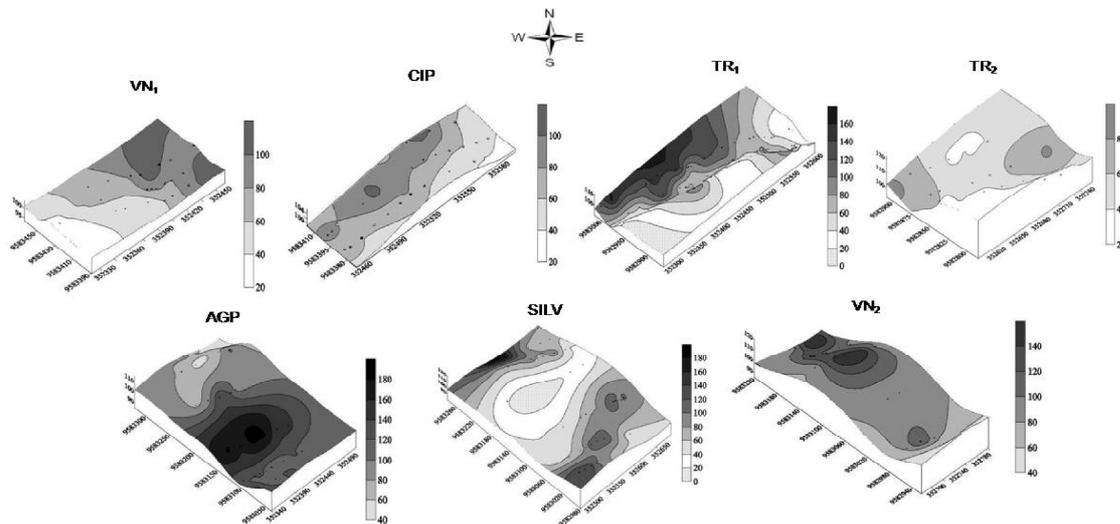


FIGURA 1. Variabilidade espacial dos estoques de índice de manejo de carbono ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) em Luvisolos sob sistemas de manejo agroflorestal e convencional na Fazenda Crioula, Sobral-CE.

### Conclusões

O sistema AGP apresentou os maiores IMC quando comparado aos demais tratamentos estudados. Além disso, este sistema também apresentou uma melhor distribuição espacial do IMC confirmando a eficiência do SAF's em aumentar o estoque de carbono no solo e a variabilidade espacial enquanto que os sistemas  $\text{TR}_2$  e CIP apresentaram baixos IMC e uma maior uniformidade comprometendo a sustentabilidade destes sistemas.

### Literatura citada

- AGUIAR, M.I.; MAIA, S.M.F.; OLIVEIRA, T.S.; MENDONÇA, E.S.; ARAÚJO FILHO, J.A. Perdas de solo, água e nutrientes em sistemas agroflorestais no município de Sobral-CE. *Revista Ciência Agrônoma*, Fortaleza, v.37, n.3, p.270-278, 2006.
- DIEKOW, J. *Estoque e qualidade da matéria orgânica do solo em função de sistemas de culturas e adubação nitrogenada no sistema plantio direto*. 2003. 164 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2003.
- NICOLOSO, R.S. *Dinâmica da matéria orgânica do solo em áreas de integração lavoura-pecuária sob sistema plantio direto*. 2005. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2005.
- RANGEL, O.J.P.; SILVA, C.A.; GUIMARÃES, P.T.C.; GUILHERME, L.R.G. Frações oxidáveis do carbono orgânico de Latossolo cultivado com cafeeiro em diferentes espaçamentos de plantio. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.32, n.2, p.429-437, 2008.
- WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D., (Ed). *Application of soil physics*. New York, Academic Press, 1980. p. 319- 324.
- YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Communications Soil Science and Plant Analysis*, New York, v.19, p.1467-1476, 1988.