

## MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO EM AGROSSISTEMAS – UMA PROJEÇÃO DINÂMICA

**Luís Carlos Hernani<sup>1</sup>; Jesus Fernando Mansilla Baca<sup>2</sup>; Nelson Ferreira Fernandes<sup>3</sup>; Amoacy Carvalho Fabrício<sup>1</sup>; Celso Vainer Manzatto<sup>2</sup>; Júlio César Salton<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Pesquisador, Embrapa Agropecuária Oeste, CEP 79804-970 Dourados, MS. Email: hernani@cpao.embrapa.br;

<sup>2</sup>Pesquisador, Embrapa Solos; <sup>3</sup>Professor, Departamento de Geografia - UFRJ

Há grande diversidade dos sistemas de produção em plantio direto em relação ao aporte de matéria orgânica, estoque e disponibilidade de nutrientes, elevando a variabilidade espacial do solo e, requerendo procedimentos de amostragem de solo específicos (Alvarez V. & Guarçoni M., 2003). Trabalhos de pesquisa que consideram as mudanças temporais na matéria orgânica do solo (MOS) e nos teores de nutrientes, influenciadas por diferentes formas de manejo das culturas em plantio direto são escassos. Modelos matemáticos estocásticos usados em análise de processos de espacialização e simulação de aspectos da fertilidade do solo em agrossistemas são, por outro lado, promissores (Ortiz *et al.*, 2004). Este trabalho visa avaliar a dinâmica espacial e temporal da matéria orgânica do solo (MOS) e fazer projeções dessas mudanças no tempo, em agrossistemas com e sem plantio direto.

Os dados deste trabalho são parte de um projeto de longa duração conduzido, desde 1995, num Latossolo Vermelho distroférico muito argiloso (Amaral *et al.*, 2000). Os agrossistemas originais são: 1. Preparo do solo com gradagens pesada + niveladora para cultivo da sucessão aveia preta (*Avena strigosa*)-soja (*Glycine max*) (SC); 2. Plantio Direto com a rotação nabo (*Raphanus sativus*)-milho (*Zea mays*)/aveia preta-soja/trigo (*Triticum aestivum*)-soja (SPD); 3. Plantio Direto com lavouras de aveia preta-soja, por dois anos, seguidas de pastagem (*Brachiaria decumbens*) por dois anos também. (SLP) e 4. Pastagem permanente. SPD e SLP foram subdivididos, respectivamente, em SPD a, SPD b e SPD c e SLP a e SLP b, devido as diferentes épocas de implantação dos sistemas de rotação (Quadro 1). Desses agrossistemas serão avaliados neste trabalho o SC, SPD c e SLP b, porque nas épocas de amostragem 1998 e 2001, a soja estava no final de ciclo de rotação no SPD c e em cultivo após a pastagem no SLP b.

Os tratos culturais seguiram recomendações preconizadas pela Embrapa. Obtiveram-se amostras compostas da camada 0-0,05 m do solo com um trado holandês, em pontos georreferenciados equidistantes de 30 m, em 1995, 1998 e 2001. Nessas amostras determinaram-se o carbono orgânico ( $C_{org}$ ) conforme Walkley-Black citado em Raij *et al.* (1987), sendo a MOS obtida pela multiplicação do  $C_{org}$  por 1,724.

**Quadro 1. Seqüência de culturas ao longo do tempo nos diferentes agrossistemas.**

Sistema	Safras/Culturas <sup>1</sup>										
	1996/7	1997	1997/8	1998	1998/9	1999	1999/0	2000	2000/1	2001	2001/2
SC <sup>2</sup>	So	Av	So	Av	So	Av	So	Av	So	Av	So
SPD a	So	Nb	Mi	Av	So	Tr	So	Nb	Mi	Av	So
SPD b	So	Tr	So	Nb	Mi	Av	So	Tr	So	Nb	Mi
SPD c	Mi	Av	So	Tr	So	Nb	Mi	Av	So	Tr	So
SLP a	So	Av	Bd	Bd	Bd	Bd	So	Av	So	Av	Bd
SLP b	Bd	Bd	So	Av	So	Av	Bd	Bd	Bd	Bd	So

<sup>1</sup>So:soja, Av:aveia-preta, Nb:nabo forrageiro, Mi:milho, Tr:trigo, Bd:brachiaria decumbens;

<sup>2</sup>SC:sistema convencional (preparo do solo com gradagens pesada + niveladora para cultivo de soja e de aveia preta), SPD:sistema plantio direto (rotação de culturas iniciado em três anos diferentes, a, b e c) e SLP:sistema integrado lavoura-pastagem em plantio direto (rotação iniciada em dois anos diferentes, a e b).

Com base em Mansilla Baca (2002) construíram-se, inicialmente, modelos numéricos de terreno (MNT) para cada agrossistema e épocas de amostragem (1998 e 2001, sendo a época 1995 considerada como referência inicial). Submeteram-se os dados a uma interpolação (krigagem) e, com base nas classes 1:<15, 2:15-25, 3:25-35, 4:35-45, 5:45-55 e 6:>55 g kg<sup>-1</sup> de MOS, construíram-se mapas de classes; esses foram, no aplicativo ArcView, submetidos à adequações determinando-se as áreas ocupadas por cada classe; com o aplicativo Access agruparam-se as áreas das classes e suas interseções; no aplicativo Matlab determinaram-se as matrizes de área, de porcentagens totais de mudanças, de transição (MT) para dados vetoriais e ‘raster’ e a de vetores de estados (VE), gerando-se imagens observadas (1998 e 2001) e projetadas para 2016, tomando-se os agrossistemas SC, SPD c e SLP b como cenários. Para espacialização das mudanças usou-se o algoritmo “efeito de borda” (Mansilla Baca, 2002).

**Cenário 1 – Agrossistema SC.** As observações obtidas em 1998 e em 2001 e a projeção para 2016 da dinâmica espaço-temporal das classes de MOS para o agrossistema SC (Figura 1) indicam poucas alterações entre 2001 e 2016 em relação às áreas ocupadas pelas classes (VE), notando-se a permanência, após 15 anos, apenas das classes 3 e 4 sendo a classe 3 a que ocuparia em 2016 a maior parte (76,6%) da área (Quadro 2). Esse agrossistema, tende, com o tempo, a manter a classe 3 como a predominante.

**Cenário 2 – Agrossistema SPD c.** Com o agrossistema SPD c verificou-se também poucas mudanças ao longo do tempo, mas nesse caso as classes 3 e 4 apresentam equilíbrio em termos de ocorrência (Figura 1). As probabilidades definidas pela MT para 2016 (a MT gerada pela interseção 1998x2001, elevada à quinta potência) indicam que a classe 4 tem 54% de chance de manter sua área; a estimativa para 2016 indicou que a classe 3 estará com 46,5% e a classe 4 com 53,5% da área desse agrossistema (Quadro 2).

**Quadro 2. Vetores de estado (VE), em área (ha) e percentagem (%), para seis classes de matéria orgânica da camada 0-0,05 m do solo (MOS), para dados observados em 2001 e predição para 2016, em três agrossistemas. Dourados-MS, 2004.**

Sistema	Época	Classe <sup>1</sup>					
		1	2	3	4	5	6
ha (%)							
SC	2001	0 (0)	0 (0)	1,323 (78,4)	0,359 (21,3)	0 (0)	0 (0)
	2016	0 (0)	0 (0)	1,293 (76,6)	0,394 (23,4)	0 (0)	0 (0)
SPD <b>c</b>	2001	0 (0)	0 (0)	0,886 (49,5)	0,905 (50,5)	0 (0)	0 (0)
	2016	0 (0)	0 (0)	0,832 (46,5)	0,959 (53,5)	0 (0)	0 (0)
SLP <b>b</b>	2001	0 (0)	0 (0)	0,269 (6,5)	2,197 (52,8)	1,580 (37,9)	0,118 (2,9)
	2016	0 (0)	0 (0)	0,286 (6,9)	2,746 (66,0)	1,096 (26,3)	0,028 (0,7)

<sup>1</sup> Classes de MO, 1: <15; 2: 15-25; 3: 25-35; 4: 35-45; 5: 45-55 e 6: >55 (g/kg).

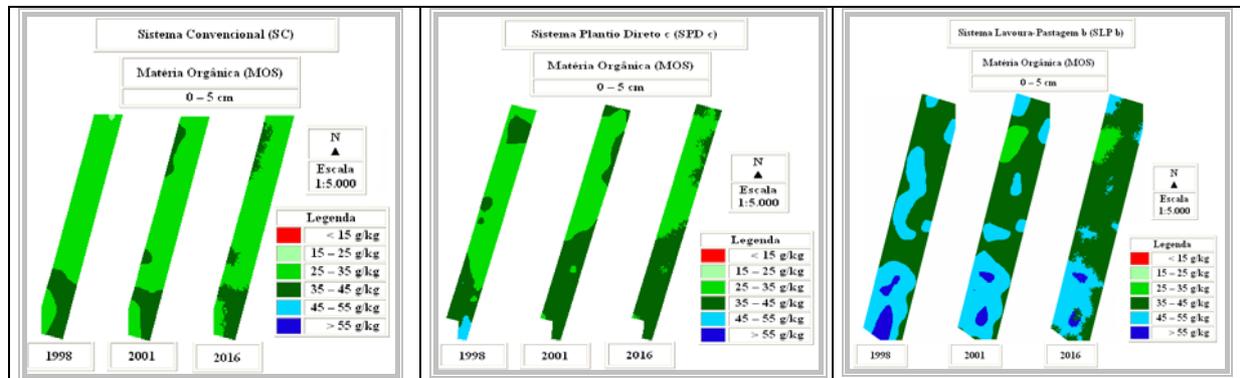
O agrossistema SPD pela ausência de preparo do solo promove razoável estabilidade na atividade microbiana e na de toda a biota e gera menores taxas relativas de decomposição dos sistemas radiculares do que as verificados no SC. Assim, em 2016, o SPD tenderá a gerar um cenário levemente superior (expresso pelo equilíbrio entre a classe 4 e a 3) ao verificado para o agrossistema SC (predomínio da classe 3).

**Cenário 3 – Agrossistema SLP b.** A distribuição espacial da MOS no agrossistema SLP (Figura 1) indica em 2001 forte presença da classe 4 (53%) seguida pela classe 5 (38%) proporções mantidas em 2016. A MT para 2016 indica que a classe 4 terá 69% de chance de manter sua área sendo elevadas as chances das classes 3, 5 e 6 se transformarem em na classe 4. Nesse sentido, em 2016, da área total desse agrossistema, estima-se que a classe 4 cobrirá 66,0% da área e a classe 5, 26,3% (Quadro 2).

Comparado aos demais agrossistemas referências, o SLP é o mais eficiente quanto ao incremento e à manutenção de maiores teores (classes) de MOS na camada 0-0,05 m. Esse efeito é resultado do intenso desenvolvimento do sistema radicular da braquiária nessa profundidade do solo. Além disso, essa gramínea produz quantidades elevadas de biomassa residual de relação C/N mais elevada do que as demais culturas que compõem os sistemas referenciais aqui estudados; ressalta-se, no entanto, que essa biomassa tem impacto muito menor do que as raízes na elevação da MOS. Após a substituição da braquiária pela soja e aveia, sem mobilização de solo, ocorre uma aceleração da decomposição dos resíduos radiculares, o que é indicado pela queda na área da classe 5.

Através dessa metodologia, ao projetar-se a dinâmica espaço-temporal de MOS para um tempo no futuro, pôde-se constatar a necessidade de se intensificar o uso de gramíneas

com elevada relação C/N e produção de fitomassa em esquemas de rotação de culturas visando o incremento e manutenção de MOS no solo e que a eficiência na melhoria da MOS da camada 0-0,05 m apresenta a seqüência: Sistema Lavoura-Pastagem > Sistema Plantio Direto > Sistema baseado em gradagens pesada + niveladora.



**Figura 14. Distribuição espacial da MOS da camada 0-0,05 m do solo, dados observados (1998 e 2001) e estimados (2016), em três agrossistemas.**

### Literatura Citada

- ALVAREZ V., V. H.; GUARÇONI M., A. Variabilidade horizontal da fertilidade do solo de uma unidade de amostragem em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 27, p. 297-310, 2003.
- AMARAL, J. A. M. do; MORCHI, E. P.; OLIVEIRA, H. de; CARVALHO FILHO, A. de; NAIME, U. J.; SANTOS, R. D. dos. Levantamento semidetalhado dos solos de Campo Experimental de Dourados, da Embrapa Agropecuária Oeste, Município de Dourados, MS. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 68 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 22; Embrapa Solos. Documentos, 15).
- MANSILLA BACA, J. F. Dinâmica da paisagem: métodos analíticos e modelos de classificação e simulação prognóstica, sob a ótica geocológica. 2002. 184 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- ORTIZ, J. O.; FELGUEIRAS, C. A.; DRUCKS, S.; MONTEIRO, A. M. V. Modelagem de fertilidade do solo por simulação estocástica com tratamento de incertezas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 39, n. 4, p. 379-389, 2004.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M. E.; LOPES, A. S.; BATAGLIA, O. C. Análise química do solo para fins de fertilidade. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170 p.