



Variabilidade espacial da matéria orgânica em floresta raleada consorciada com gramínea forrageira

Raimundo Laerton de Lima Leite¹, Antônio Clementino dos Santos², Sabino Pereira da Silva Neto¹, Nayara Martins Alencar³

¹Professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, Doutor – IFTO. e-mail: laerton.leite@bol.com.br

²Professor, Doutor - UFT. e-mail: clementino@uft.edu.br

³Professor de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, Mestre – IFTO. e-mail: Sabino.pereira@ifto.edu.br

⁴Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical – UFT. e-mail: nayara_m1@hotmail.com

Resumo: O entendimento da dinâmica da matéria orgânica em sistemas de florestas raleadas é importante para viabilizar o manejo eficiente do solo. O objetivo com esse estudo foi avaliar e quantificar a variabilidade espacial da matéria orgânica sob diferentes sistemas de manejo, em região de transição Cerrado-Amazônia. As coletas das amostras para determinação da matéria orgânica foram realizadas em malha regular de 4 x 12,5 m. O raleamento da floresta influenciou a redução dos teores de matéria orgânica no solo em todas as profundidades avaliadas, sendo que os maiores valores foram encontrados no sistema de floresta não raleada com 96,5% ($\pm 0,23$) de sombreamento. A maior exposição do solo à ação de fatores climáticos, sobretudo temperatura e precipitação pluviométrica contribuiu para acelerar a decomposição da matéria orgânica nos sistemas onde se efetuou o raleamento da floresta e no sistema de monocultivo de *Brachiaria brizanta* cv. Marandu. A análise dos semivariogramas indicou que os atributos estudados apresentaram dependência espacial dentro da escala de espaço observada, nas três profundidades avaliadas, apresentando um alcance mínimo de 9,50 m e máximo de 210,9 m, o que permitiu o uso da técnica de krigagem na avaliação dos teores de matéria orgânica do solo.

Palavras-chave: geoestatística, níveis de sombreamento, sistemas de manejo

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com a avaliação da qualidade do solo tem sido bastante destacada nos últimos anos, bem como a quantificação de alterações nos seus atributos, em decorrência da intensificação de sistemas de uso e manejo, visando com isso monitorar a produtividade dos solos de forma sustentável e a conservação dos recursos naturais (NEVES et. al., 2007).

A conversão de áreas de vegetação natural em áreas de cultivo resulta em mudanças na dinâmica da matéria orgânica do solo (MOS) (SIX et. al., 2002), a qual é responsável em grande parte pela manutenção da produtividade dos ecossistemas agrícolas e florestais (GAMA-RODRIGUES et. al., 2008).

A MOS pode ser dividida em dois compartimentos: a fração não-humificada, representada pelos restos vegetais e animais pouco decompostos e pelos compostos orgânicos com categoria bioquímica definida (proteínas, açúcares, ceras, graxas, resinas), e outro compartimento formado pelas substâncias humificadas. As substâncias húmicas são produto da intensa transformação dos resíduos orgânicos pela biomassa microbiana e polimerização dos compostos até macro-moléculas resistentes à degradação biológica (SANTOS e CAMARGO, 1999).

A matéria orgânica (MO) é um dos atributos do solo mais sensíveis às transformações desencadeadas pelas alterações nos sistemas de manejo (BAYER e BERTOL, 1999) e a compreensão da sua dinâmica nos ecossistemas é necessária para o manejo eficiente e conservação de vegetações nativas (MIRANDA et. al., 2007).

Em florestas nativas, o solo organiza-se ao longo do tempo em uma estrutura bem definida pela sua composição granulométrica, química e atuação dos agentes biológicos, subordinados às condições ambientais em que o solo está inserido. A alteração da condição natural para cultivo convencional acarreta alterações drásticas na organização, composição química e biológica, refletindo-se na perda



da matéria orgânica. Em contrapartida, a adoção de práticas conservacionistas baseadas no manejo correto pode prevenir a degradação da matéria orgânica (BAYER et al., 2006) e contribuir para a diminuição dos efeitos da intervenção antrópica (NEVES et al., 2007).

Este trabalho objetivou avaliar a variabilidade espacial nos teores de matéria orgânica sob diferentes sistemas de manejo de floresta raleada, em região de transição Cerrado-Amazônia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em uma área sob transição Cerrado-Amazônia, localizada na fazenda da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ), Campus de Araguaína da Universidade Federal do Tocantins, localizada nas seguintes coordenadas geográficas: latitudes 7° 5' 50" S e 7° 5' 33" S e longitudes 48° 12' 31" W e 48° 11' 59" W, com altitude de 236 m. O clima da região é classificado como Aw (quente e úmido), com chuvas de outubro a maio, com precipitação pluviométrica média de 1800 mm e temperatura média anual de 28° C. O solo predominante na área é o Neossolo Quartzarênico Órtico típico.

O experimento foi implantado em dezembro de 2009 e conduzido até junho de 2011, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em floresta raleada com 57,9% ($\pm 5,09$) de sombreamento (sistema I), *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em floresta raleada com 71,81% ($\pm 4,54$) de sombreamento (sistema II), *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em floresta raleada com 80,53% ($\pm 3,13$) de sombreamento (sistema III) e floresta não raleada com 96,5% ($\pm 0,23$) de sombreamento (sistema IV) e monocultivo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (sistema V). Cada tratamento tinha 4000 m² (40 x 100 m) e continha 32 pontos de amostragem georreferenciados, dispostos em malha de 4 x 12,5 m.

O raleamento da floresta foi feito manualmente e a padronização dos níveis de sombreamento foi realizado com o auxílio de um luxímetro LD 200 Instrutherm. Após a primeira coleta de amostras, foi feita a aplicação de 1,5 t ha⁻¹ de calcário dolomítico a lanço, em todas as áreas, promovendo a incorporação ao solo por meio de duas gradagens na área do sistema de monocultivo, sendo que nas áreas raleadas a incorporação foi feita manualmente. De acordo com os resultados obtidos na análise de solo aplicou-se 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no plantio, na forma de superfosfato simples e 350 kg ha⁻¹ em cobertura da fórmula 20-0-20, parcelados em duas aplicações. A semeadura da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foi feita em fevereiro de 2010.

Em junho de 2011, objetivando avaliar as mudanças nos teores da matéria orgânica do solo decorrentes do raleamento da floresta nativa e também alterações ocorridas na área com monocultivo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, realizou-se a coleta de solo para a determinação dos teores de matéria orgânica. Foram coletadas 96 amostras de solo em cada área, sendo 32 na profundidade de 0-10 cm, 32 na profundidade de 10-20 cm e 32 na profundidade de 20-30 cm.

As análises dos teores de matéria orgânica foram realizadas pelo método colorimétrico, segundo metodologia da EMBRAPA (2009).

O comportamento das variáveis foi avaliado por meio de medidas descritivas: média, valores máximos e mínimos, mediana, coeficiente de assimetria, curtose e coeficiente de variação (CV). De acordo com os valores de CV, a variabilidade dessas variáveis foi classificada, segundo Warrick e Nielsen (1980) em baixa (CV < 12%), média (12% < CV < 62%) e alta (CV > 62%). Os dados das análises foram submetidos à análise de variância seguida pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias.

Os dados dos teores de matéria orgânica (g dm⁻³) nas três profundidades estudadas, foram submetidos à análise geoestatística. Para a elaboração dos mapas de distribuição espacial da variável MO, foi utilizado o programa Surfer 6.01 (GOLDEN SOFTWARE, 1995), com base nos valores estimados por krigagem, realizada com o programa GS+ (ROBERTSON, 1998). Para verificar a aderência ou não dos dados à distribuição normal, foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk (W), ao nível de 5% de probabilidade.



O padrão de dependência espacial foi caracterizado por meio de análise geoestatística (VIEIRA, 2000) onde foi calculada a semivariância através da equação:
$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

sendo $N(h)$ o número de pares de valores experimentais medidos em $[Z(x_i), Z(x_i + h)]$, separados pelo vetor h . Nesse estudo foram testados os modelos de semivariogramas: (a) esférico, $\gamma^*(h) = C_0 + C_1 [1,5 (h/a) - 0,5 (h/a)^3]$ para $(0 < h < a)$ e $\gamma^*(h) = C_0 + C_1$ para $h \geq a$; (b) exponencial, $\gamma^*(h) = C_0 + C_1 [1 - \exp(-3h/a)]$ para $(0 < h < d)$; e (c) gaussiano, $\gamma^*(h) = C_0 + C_1 [1 - \exp(-3h^2/a^2)]$ para $(0 < h < d)$, em que d é a distância máxima na qual o semivariograma é definido. O ajuste dos semivariogramas possibilitou definir os valores do efeito pepita (C_0), do alcance (A) e do patamar ($C + C_0$).

A seleção do modelo ajustado dos semivariogramas foi realizada com base na menor soma do quadrado dos resíduos (SQR), no maior coeficiente de determinação (R^2) e maior grau de dependência

espacial (GDE), onde a proporção dada pela equação:
$$GDE = \left[\frac{C}{C + C_0} \right] 100$$
 permite classificar o

GDE em: dependência espacial fraca em $GDE \leq 25\%$, dependência espacial moderada quando $25\% < GDE \leq 75\%$ e dependência espacial forte em $GDE > 75\%$.

A interpolação dos valores foi realizada pelo método geoestatístico de krigagem, de modo a definir o padrão espacial MO, o que permitiu a elaboração dos mapas de isolinhas com o auxílio da

equação:
$$Z^*(x_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(x_i)$$
 em que $Z^*(x_0)$ é o estoque de C; λ_i é o peso da i -ésima localidade

vizinha; $Z(x_i)$ é o valor da variável para a i -ésima localidade; e N é o número de localidades vizinhas empregadas para interpolação do ponto (VIEIRA, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O raleamento da floresta promoveu alterações nos teores de matéria orgânica do solo. Na profundidade de 0-10 cm os sistemas I, II e V, que correspondem aos sistemas com os menores índices de sombreamento, apresentaram teores de matéria orgânica significativamente inferiores aos sistemas III e IV. Na profundidade de 10-20 cm o sistema IV apresentou valores de MO superiores aos demais sistemas. A maior exposição do solo à ação de fatores climáticos, sobretudo temperatura e precipitação pluviométrica contribuiu para acelerar a decomposição da matéria orgânica nos sistemas onde se efetuou o raleamento da floresta e no sistema de monocultivo de *Brachiaria brizanta* cv. Marandu. Estes resultados corroboram com os de Moreira e Malavolta (2004), que em solos submetidos a diferentes sistemas de manejo na Amazônia observaram diminuição na quantidade de MO em função da mudança da cobertura vegetal e do tipo de manejo. De acordo com Demattê (1988), com a retirada da cobertura vegetal proporcionada pela floresta, o teor de MO nos primeiros centímetros do solo tende a diminuir em função do aumento da temperatura, as perdas por erosão, a maior atividade biológica e, sobretudo, pela redução da fonte supridora de resíduos orgânicos.

Segundo o critério de classificação para coeficiente de variação (CV) proposto por Warrick e Nielsen (1980), os valores dos teores de matéria orgânica apresentaram CV alto ($> 62\%$) em todas as profundidades nos sistemas IV e V. O maior CV foi registrado na profundidade de 10-20 cm no sistema IV (90,68%). Nos demais sistemas o CV foi médio em todas as profundidades. O menor foi registrado de 10-20 cm no sistema I, com 25,86%. Souza et. al., (2003), encontraram valores médios de CV na profundidade de 20-40 cm e baixos na profundidade de 0-20 cm para a matéria orgânica.

Considerando todos os sistemas de manejo, em todos os intervalos de profundidade avaliados nas áreas experimentais, quanto aos teores de matéria orgânica do solo, percebe-se que a maioria dos valores não foi significativa em relação à normalidade, a 5% de probabilidade pelo teste Shapiro-Wilk. (Tabela 1). Entretanto, de acordo com Warrick e Nielsen (1980), a normalidade dos dados não é uma exigência da geoestatística, sendo conveniente apenas que no gráfico de distribuição normal, os atributos não apresentem extremidades muito alongadas, o que poderia comprometer as análises.



Tabela 1. Resultados da análise estatística descritiva dos teores de matéria orgânica do solo nos sistemas de manejo I, II, III, IV e V.

Sistema de manejo	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	CV ⁽¹⁾ (%)	Coeficiente		p-valor ²
						Assimetria	Curtose	
0-10 cm								
I	17,96b	17,67	8,52	35,82	29,13	1,28	3,40	0,007**
II	16,18b	14,73	6,97	41,71	38,72	2,12	7,45	0,0001**
III	24,34a	20,93	10,70	88,24	60,07	2,80	10,63	0,00**
IV	25,62a	21,24	7,59	97,85	69,11	2,51	7,84	0,00**
V	12,75b	8,67	3,25	37,99	63,53	1,44	1,73	0,0002**
10-20 cm								
I	10,42b	10,07	6,35	18,76	25,86	0,96	1,52	0,03*
II	9,72b	8,67	4,80	19,07	36,10	1,17	0,99	0,003**
III	10,27b	9,29	2,32	24,34	48,41	0,66	0,26	0,19*
IV	18,09a	9,91	6,04	70,87	90,68	2,27	4,91	0,00**
V	10,94b	7,90	2,63	32,41	72,35	1,50	1,14	0,00001**
20-30cm								
I	9,19ab	8,52	4,49	18,14	32,97	1,17	1,80	0,005**
II	8,05b	7,90	2,94	20,00	42,40	1,48	3,41	0,004**
III	8,55ab	7,43	3,87	20,00	42,86	1,12	1,41	0,01**
IV	14,75a	12,71	3,87	61,56	70,27	3,17	12,62	0,00**
V	7,49b	7,49	0,46	21,55	65,95	1,18	0,82	0,001**

⁽¹⁾C.V = Coeficiente de Variação. ⁽²⁾Teste de normalidade de Shapiro-Wilk (W), (*) = significativo a 5%, (**) = não-significativo a 5%. Sistema I = *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em floresta raleada com 57,9% ($\pm 5,09$) de sombreamento; Sistema II = *B. brizantha* cv. Marandu em floresta raleada com 71,81% ($\pm 4,54$) de sombreamento; Sistema III = *B. brizantha* cv. Marandu em floresta raleada com 80,53% ($\pm 3,13$) de sombreamento; Sistema IV = floresta não raleada com 96,5% ($\pm 0,23$) de sombreamento e Sistema V = monocultivo de *B. brizantha* cv. Marandu. Médias seguidas das mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados dos semivariogramas (Tabela 2) mostraram que em todos os sistemas de manejo analisados a M. O. apresentou dependência espacial nas três profundidades em estudo, o que possibilitou o uso da krigagem e consequente avaliação da matéria orgânica. Os modelos dos semivariogramas que melhor se ajustaram aos resultados foram o exponencial e o esférico.

Foi observado um alcance mínimo de 9,50 m e máximo de 210,9 m, os quais indicam a amplitude de correlação espacial entre as observações. O sistema I foi o que apresentou o menor alcance da dependência espacial, em comparação com os outros sistemas, sendo de 9,50 m na profundidade 0-10 cm e 11,20 m na profundidade 20-30 cm. Isso representa a distância em que os pontos amostrais estão espacialmente correlacionados entre si (JOURNE e HUIJBREGTS, 1991).



Tabela 2. Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas ajustados aos valores de matéria orgânica do solo.

Profundidade	Modelo	Parâmetro				Classe	R ^{2*}	SQR ⁵
		C ₀ ¹ ---g dm ⁻³ ---	C ₀ +C ²	Ao ³ ---m---	GDE ⁴ ---%---			
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu em floresta raleada com 57,9% (±5,09) de sombreamento								
0-10 cm	Exponencial	9,90	34,58	9,50	71	Forte	0,28	622,00
10-20 cm	Exponencial	6,11	7,03	210,90	50	Moderado	0,21	32,50
20-30 cm	Esférico	2,87	10,29	11,20	72	Forte	0,13	98,80
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu em floresta raleada com 71,81% (±4,54) de sombreamento								
0-10 cm	Esférico	32,90	65,81	210,90	50	Moderado	0,46	226,00
10-20 cm	Esférico	8,06	28,12	210,90	71	Forte	0,58	59,00
20-30 cm	Exponencial	10,97	21,95	210,90	50	Moderado	0,21	14,80
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu em floresta raleada com 80,53% (±3,13) de sombreamento								
0-10 cm	Exponencial	205,20	320,50	130,90	36	Moderado	0,10	7125,00
10-20 cm	Exponencial	19,00	38,01	68,20	50	Moderado	0,71	29,30
20-30 cm	Exponencial	12,28	24,57	210,90	50	Moderado	0,06	37,40
Floresta não raleada com 96,5% (±0,23) de sombreamento								
0-10 cm	Exponencial	282,90	565,90	112,00	50	Moderado	0,08	68679,00
10-20 cm	Exponencial	231,20	462,50	210,90	50	Moderado	0,02	52487,00
20-30 cm	Esférico	52,40	143,90	36,80	64	Forte	0,24	19690,00
Monocultivo de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu								
0-10 cm	Exponencial	0,40	84,60	14,30	99	Forte	0,68	1571,00
10-20 cm	Exponencial	31,10	123,20	64,50	75	Forte	0,83	401,00
20-30 cm	Exponencial	14,70	49,40	85,10	70	Forte	0,45	248,00

⁽¹⁾C₀: efeito pepita; ⁽²⁾C₀+C: patamar; ⁽³⁾Ao: alcance; ⁽⁴⁾GDE: grau de dependência espacial; ⁽⁵⁾SQR: Soma do quadrado dos resíduos, ^(*)R²: coeficiente de determinação.

Os mapas da distribuição espacial de matéria orgânica (g dm⁻³) encontram-se nas Figuras 1, 2 e 3. Uma análise visual dos mapas gerados permitiu identificar a amplitude dos teores de M.O em cada camada de solo e identificar zonas homogêneas em todos os sistemas de manejo. Pode-se observar, com base nesses mapas, que os maiores valores de matéria orgânica se encontram no sistema de floresta não raleada com 96,5% (±0,23) de sombreamento, nas três profundidades estudadas. Percebe-

se ainda que embora a amplitude seja alta, ocorre maior concentração de zonas com baixos teores de matéria orgânica, nas três camadas avaliadas.

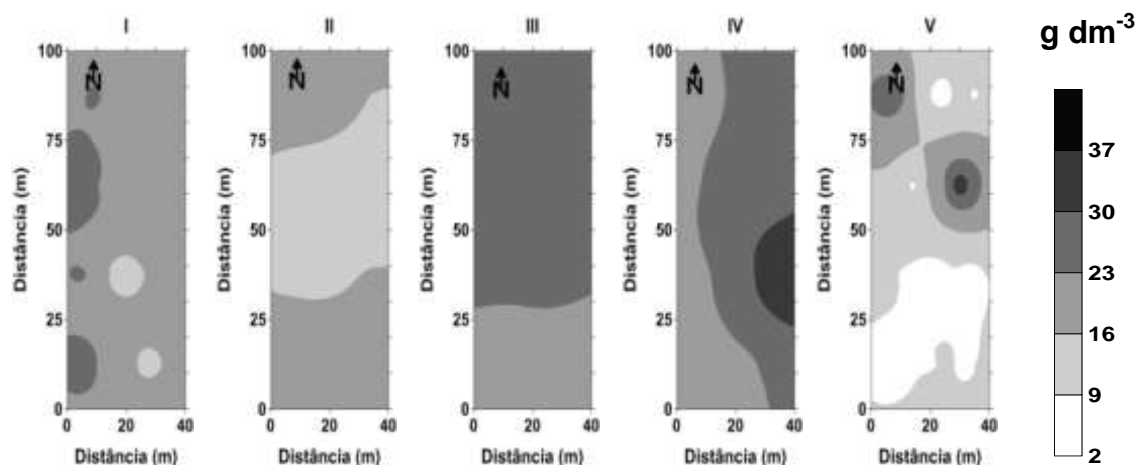


Figura 1. Mapas de isolinhas da distribuição espacial do teor de matéria orgânica na profundidade 0-10 cm nos sistemas de manejo I, II, III, IV e V. *Sistema I = Brachiaria brizantha* cv. Marandu em floresta raleada com 57,9% ($\pm 5,09$) de sombreamento, *Sistema II = B. brizantha* cv. Marandu em floresta raleada com 71,81% ($\pm 4,54$) de sombreamento, *Sistema III = B. brizantha* cv. Marandu em floresta raleada com 80,53% ($\pm 3,13$) de sombreamento, *Sistema IV = Floresta não raleada* com 96,5% ($\pm 0,23$) de sombreamento e *Sistema V = monocultivo de B. brizantha* cv. Marandu (sistema V).

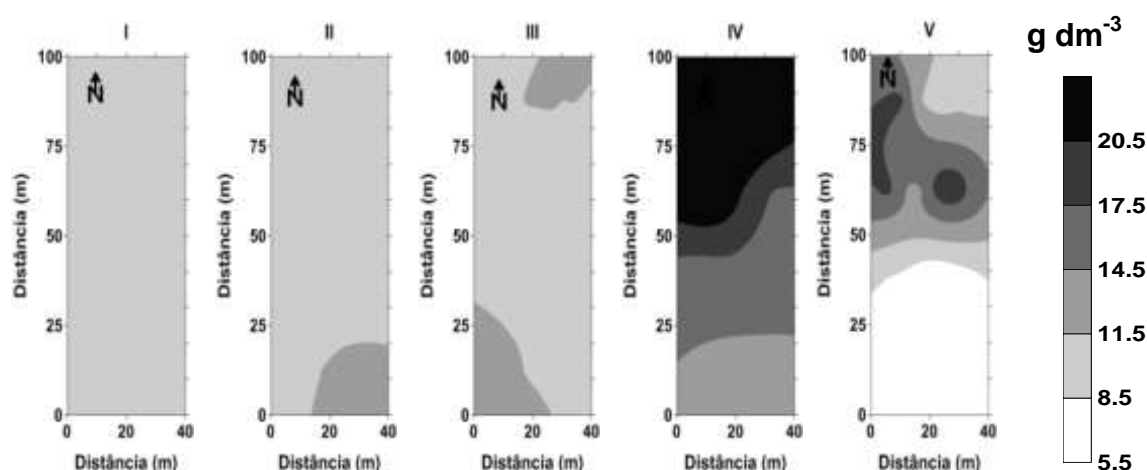


Figura 2. Mapas de isolinhas da distribuição espacial do teor de matéria orgânica na profundidade 10-20 cm, nos sistemas de manejo I, II, III, IV e V. *Sistema I = Brachiaria brizantha* cv. Marandu em floresta raleada com 57,9% ($\pm 5,09$) de sombreamento, *Sistema II = B. brizantha* cv. Marandu em floresta raleada com 71,81% ($\pm 4,54$) de sombreamento, *Sistema III = B. brizantha* cv. Marandu em floresta raleada com 80,53% ($\pm 3,13$) de sombreamento, *Sistema IV = Floresta não raleada* com 96,5% ($\pm 0,23$) de sombreamento e *Sistema V = monocultivo de B. brizantha* cv. Marandu (sistema V).

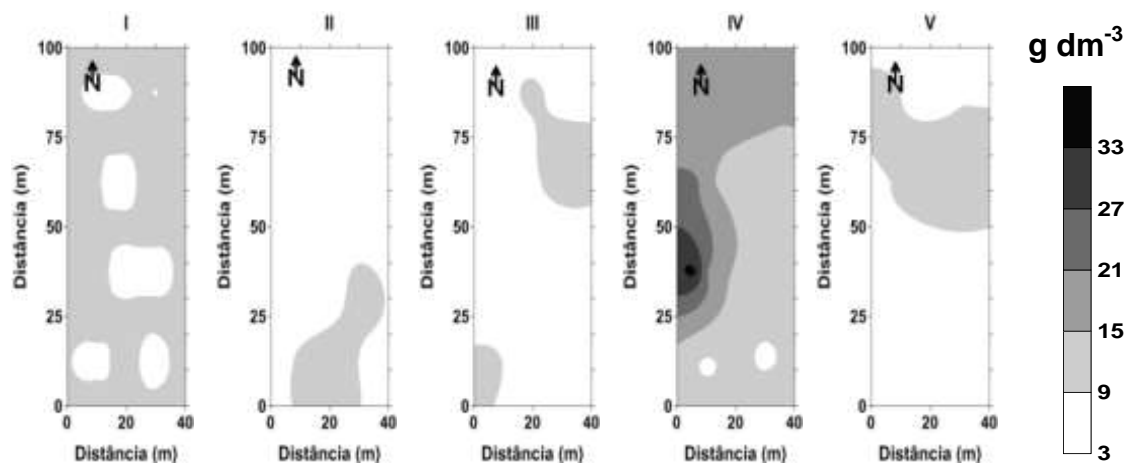


Figura 3. Mapas de isolinhas da distribuição espacial do teor de matéria orgânica na profundidade 20-30 cm, nos sistemas de manejo I, II, III, IV e V. *Sistema I = Brachiaria brizantha* cv. Marandu em floresta raleada com 57,9% (5,09) de sombreamento, *Sistema II = B. brizantha* cv. Marandu em floresta raleada com 71,81% ($\pm 4,54$) de sombreamento, *Sistema III = B. brizantha* cv. Marandu em floresta raleada com 80,53% ($\pm 3,13$) de sombreamento, *Sistema IV = Floresta não raleada* com 96,5% ($\pm 0,23$) de sombreamento e *Sistema V = monocultivo de B. brizantha* cv. Marandu (sistema V).

6. CONCLUSÕES

Todos os atributos estudados apresentaram dependência espacial dentro da escala de espaço observada (4 x 12,5 m) nas três profundidades avaliadas, ou seja, nesse espaço de coleta de amostras os atributos não são independentes.

Os teores de matéria orgânica do solo apresentaram tendência de redução em função do raleamento da floresta nas camadas de 0-10 e 20-30 cm.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Araguatins.

REFERÊNCIAS

BAYER, C. e BERTOL, I. Características químicas de um cambissolo húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 23, n. 3, p. 687-694, 1999.

BAYER, C.; LOVATO, T.; DIECKOW, J. ZANATTA, J. A. & MIELNICZUK, J. A method for estimating coefficients of soil organic matter dynamics based on long-term experiments. **Soil & Tillage Research**, v. 91, n. 1-2, p. 217-226, 2006.

CORSINI, P. C. e FERRAUDO, A. S. Efeitos de sistemas de cultivo na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.2, p.289-298, 1999.



DEMATTÊ, J. L. I. **Manejes de solos ácidos dos trópicos úmidos – Região Amazônica**. Campinas: Fundação Cargill. 215p, 1988.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª edição. Brasília-DF. 627p, 2009.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E.; BARROS, N. F. Balanço de carbono e nutrientes em plantio puro e misto de espécies florestais nativas no sudeste da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.32, n.3, p.1165-1179, 2008.

JOURNEL, A. G. e HUIJBREGTS, C. J. **Mining geostatistics**. London, Academic Press, 600p. 1991.

MARASCA, I.; OLIVEIRA, C. A. A.; GUIMARÃES, E. C.; CUNHA, J. P. A. R.; ASSIS, R. L.; PERIN, A.; MENEZES, L. A. S. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração e teor de água em sistema de plantio direto, na cultura da soja. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 239-246, 2011.

MIRANDA, C. C.; CANELLAS, L. P.; NASCIMENTO, M. Caracterização da matéria orgânica do solo em fragmentos de mata atlântica e em plantios abandonados de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 31. 905-916. Viçosa-MG. 2007.

MOREIRA, A. e MALAVOLTA, E. Dinâmica da matéria orgânica e da biomassa microbiana em solo submetido a diferentes sistemas de manejo na Amazônia Ocidental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1103-1110, 2004.

NEVES, C. C. M. N.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; CARDOSO, E. V.; MACEDO, R. L. G.; FERREIRA, M. M.; SOUZA, P. S. Atributos indicadores da qualidade do solo em sistema agrossilvipastoril no noroeste do estado de Minas Gerais. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, n. 74. p. 45-53, 2007.

SANTOS, G. A. e CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre. Gênese. 1999, 544 p.

SIX, J.; FELLER, C.; DENEFF, K.; OGLE, S. M.; SÁ, J. C. M.; ALBRECHT, A. Soil carbon matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils: Effects of no-tillage. **Agronomie**, Les Ullis, França, v. 22, n. 7-8, p. 755-775, 2002.

SOUZA, C. K.; MARQUES JÚNIOR, J.; MARTINS FILHO, M. V.; PEREIRA, G. T. Influência do relevo na variação anisotrópica dos atributos químicos e granulométricos de um latossolo em Jaboticabal, SP. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal-SP, v.23, n.3, p.486-495, 2003.

VIEIRA, S. R. **Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo**. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Eds.) Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa-MG, 1: 1-53, 2000.

WARRIC A. W. e NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (Ed.). **Application of soil physics**. New York: Academic Press. p. 319-344, 1980.