



Variabilidade espacial de atributos do solo em TPI sob pastagem, na região de Manicoré-AM⁽¹⁾

Lucas Firmo Dantas Silva⁽²⁾; José Mauricio Cunha⁽³⁾; Milton César Costa Campos⁽⁴⁾; Marcelo de Araújo Mota⁽⁵⁾; Igor Hister Lourenço⁽⁶⁾; José Carlos Marques Pantoja⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Trabalho financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM. ⁽²⁾ Acadêmicos de Agronomia do Campus Vale do Rio Madeira Universidade Federal do Amazonas. lucaslabel@gmail.com. ⁽³⁾ Professor adjunto da Universidade Federal do Amazonas, Campus Vale do Rio Madeira; maurojmc@gmail.com.

RESUMO: As mudanças no uso do solo, como a conversão de ecossistemas naturais em sistemas agrícolas, provocam alterações significativas especialmente na camada superficial do solo, devido o crescente aumento no desmatamento na região amazônica para formação de pastagem, e isso gera desestabilidade no ecossistema. Estes fatores estão provocando mudanças também nos atributos do solo, deste modo, o objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento espacial da matéria orgânica, agregados e estoque de carbono em área de Terra Preta de Índio em Manicoré-Am sob pastagem. Foi delimitada uma malha de 56m x 80m, com espaçamento regulares de 8 x 6 m no sistema de manejo, nas profundidades 0,0-0,05; 0,05-0,10 e 0,10-0,20m totalizando 264 pontos amostrais na malha. Após as coletas, foram quantificados os teores de matéria orgânica, estabilidade dos agregados e estoque de carbono, em seguida, os dados foram submetidos a análise de estatística descritiva e geoestatística. De acordo com a classificação do coeficiente de variação (Warrick & Nielsen, 1980), o DMG e DMP na profundidade 0,0-0,05m e DMP na profundidade de 0,05-0,10m apresentaram valores baixos (<12 %) indicando baixa variabilidade ou maior homogeneidade dos dados. Todas as demais variáveis apresentaram CV entre 12% e 60%, indicando moderada variabilidade dos dados.

Palavras chave: Geoestatística, estoque de carbono, agregados.

INTRODUÇÃO

As alterações sofridas pelo solo e suas convergências como a conversão de ecossistemas naturais em sistemas agrícolas provocam mudanças significativas, especialmente na camada superficial do solo, onde predomina a matéria orgânica. Devido ao crescente aumento no desmatamento na região amazônica e da desestabilidade no ecossistema por conta às atividades agrícolas e florestais. Estes fatores estão provocando significativas mudanças nos atributos do solo.

A Amazônia com frequência é vista como um ambiente uniforme de alta pluviosidade e temperaturas, com presença de floresta tropical densa e úmida e com solos ácidos e pobres em nutrientes, mas na realidade, as condições ambientais na Amazônia são muito mais diversificadas, e essa ampla diversidade das condições climáticas é acompanhada por variações na vegetação, nos atributos e tipos de solos (Sombroek, 2000).

Exemplo dessa diversidade são as Terras Pretas de Índio que além de indicar presença de atividades humanas pré-históricas nos habitats amazônicos, transformaram significativamente as paisagens em seus assentamentos e vizinhanças. Também contribuíram grandemente nas alterações dos atributos do solo, pois favoreceram o surgimento de solos com cor escura, artefatos cerâmicos e fragmentos líticos, alto teor de Ca, Mg, Zn, Mn, P e C orgânico (Sombroek, 1966; Kern & Kämpf 1989).

A coloração escura em áreas de TPI na Amazônia deve-se principalmente à presença e concentração de material orgânico decomposto, que podem em parte estar em forma de carvão residual de fogueiras domésticas, frações cerâmicas e da queima da vegetação para uso agrícola do solo. Por essa razão, a fertilidade química da TPI é significativamente superior à maioria dos solos amazônicos não perturbados que geralmente são ácidos e pobres em nutrientes (Rodrigues, 1996; Kern & Kämpf, 1989; Woods & McCann, 1999; Mc Cann., 2001; Lima et al., 2002).

O conhecimento da variabilidade espacial dos atributos do solo subsidia a tomada de decisão para o uso de diferentes sistemas de manejo, além de outras aplicações como em mapeamento de ambientes homogêneos, entendimento dos processos pedogenéticos e estimativas de densidade amostral dentre outros (Souza Neto et al., 2008). Dessa forma, as associações entre os modelos de paisagem e os mapas de variabilidade espacial podem figurar como importantes ferramentas para visualização e entendimento das relações de causa e efeito da distribuição espacial dos atributos do solo (Hammer et al., 1995).



MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está situada no município de Manicoré, sul do Estado do Amazonas, sob as coordenadas geográficas 05° 48' 33" S e 61° 18' 01" W.. A zona climática da região, segundo a classificação de Köppen, pertence ao grupo A (Clima Tropical Chuvoso) e tipo climático Am (chuvas do tipo monção), apresentando um período seco de pequena duração, com precipitação média anual variando entre 2.250 e 2.750 mm, e com período chuvoso iniciando em outubro e prolongando-se até junho. As médias anuais de temperatura variam em torno de 25° C e 27° C, e umidade relativa do ar que varia entre 85 e 90%. foi realizado o mapeamento da área de TPI sob pastagem, nesta área foi estabelecida duas malhas de (56m x 80m). Os solos serão amostrados nos pontos de cruzamento da malha, com espaçamentos regulares de 08 em 06 metros, perfazendo um total de 88 pontos amostrais em cada malha. Esses pontos serão georreferenciados com um equipamento de GPS e em seguida serão coletadas amostras de solos nas profundidades 0,00-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,20 m, totalizando 528 amostras de solo. (Vieira et al, 2002). Para determinação da variabilidade dos agregados do solo será determinada pelo método do peneiramento úmido. As amostras serão levemente destorroadas, de forma manual e passadas em peneira de 9,51 mm de diâmetro de malha e retidos na peneira de 4,76 mm, secadas à sombra, para as análises relativas à estabilidade de agregados.

O carbono total será determinado pelo método de *Walkley-Black* modificado por Yeomans e

Estadística descritiva	DMG mm	DMP	M.O. g kg ⁻¹	Est C g kg ⁻¹
	0,10-0,20			
Mediana	1,46	2,24	446,0 1	31,93
Média	1,60	2,26	453,2 4	31,29
DP(1)	0,66	0,60	115,5 5	8,46
Variância	0,44	0,36	13353 ,60	71,73
CV(2)	41,25	26,68	25,49	27,03
Curtose	-0,89	-0,64	-0,17	-0,11
Assimetria	0,37	-0,29	-0,05	-0,09
d ⁽³⁾	0,00	0,20*	0,20*	0,20*

Bremner (1988), a matéria orgânica por sua vez, será estimada com base no carbono orgânico. O estoque de carbono (Est C) será determinado em todas as áreas estudadas na profundidade de

coleta de 0,0-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m, e será calculado pela expressão (WELDKAMP, 1994):

Est C = (CO x Ds x e) /10, onde:

Est C = estoque de carbono orgânico do solo (Mg ha⁻¹)

COT = teor de carbono orgânico total (g kg⁻¹)

Ds = densidade do solo (kg dm⁻³)

e = espessura da camada considerada (cm).

Para se estimar a matéria orgânica deve-se pesar 0,5 gramas de solo em um erlenmeyer de 250 ml. Adicionar 10 ml de dicromato de potássio, onde será levado a uma chapa elétrica para ser aquecida por cinco minutos. Após aquecido deverão ser adicionado 80ml de água destilada, 1 ml de ácido ortofosfórico e 3 gotas do indicador de difenilamina. A titulação acontecerá com solução de sulfato ferroso amoniacal até que a cor azul altere para cor verde onde serão anotados o volume gasto na titulação.

RESULTADOS E DISCUÇÃO

Os resultados referentes à análise descritiva são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Estatística descritiva para os atributos; diâmetro médio geométrico (DMG), diâmetro médio ponderado (DMP), matéria orgânica (M.O.) e estoque de carbono (Est C) nas profundidades 0,0 – 0,05; 0,05 – 0,10; 0,10 – 0,20.

Tabela 1

Estadística descritiva	DMG	DMP	M.O.	Est C
	mm		g kg ⁻¹	g kg ⁻¹
	0,0-0,05			
Mediana	2,69	3,13	247,32	38,82
Média	2,65	3,10	246,61	39,29
DP(1)	0,26	0,10	51,59	0,60
Variância	0,07	0,01	2662,3 0	50,99
CV(2)	9,93	3,28	20,91	26,57
Curtose	-0,23	-0,28	-0,25	-0,29
Assimetria	-0,34	-0,66	0,41	0,27
d ⁽³⁾	0,20*	0,05*	0,20*	0,20*
Estadística descritiva	DMG	DMP	M.O.	Est C
	mm		g kg ⁻¹	g kg ⁻¹
	0,05-0,10			
Mediana	2,30	2,92	256,06	37,42
Média	2,25	2,86	260,80	37,07
DP(1)	0,61	0,32	71,76	10,06
Variância	0,38	0,10	5149,6 9	101,31
CV(2)	24,76	11,19	27,51	26,57
Curtose	-0,26	-0,07	-0,785	-0,91
Assimetria	-0,49	-0,86	0,15	0,00
d ⁽³⁾	0,06*	0,02	0,20*	0,20*



CV(2): coeficiente de variação; $d^{(3)}$: teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov; * significativo a 5%.

Os valores de média e mediana (Tabela 1) apresentaram semelhanças para todas as variáveis, em todas as profundidades, indicando distribuição simétrica dos dados segundo (Little & Hills, 1978), confirmados pelos valores de assimetria e curtose próximos de zero. De acordo com os resultados gerados pelo teste Kolmogorov-Smirnov, escolhido para verificar a normalidade dos dados, a maioria das análises apresentaram normalidade com exceção do DMP na profundidade 0,05–0,10m e DMG de 0,10-0,20. De acordo com a classificação do coeficiente de variação (CV) proposta por (Warrick & Nielsen, 1980), DMG e DMP na profundidade 0,0-0,05m e DMP na profundidade de 0,05-0,10m apresentaram valores baixos do coeficiente de variação (<12 %) indicando baixa variabilidade ou maior homogeneidade dos dados. Todas as demais variáveis apresentaram CV entre 12% < CV < 60%, indicando assim moderada variabilidade dos dados.

Os resultados da análise geoestatística apresentados na tabela 2, mostraram que todas as variáveis analisadas apresentaram dependência espacial fraca, segundo a classificação proposta por (Cambardella et al. 1994). Com exceção do DMG na profundidade de 0,10-0,20m apresentando dependência espacial moderada.

Tabela 2: Dados geoestatísticos para os atributos; diâmetro médio geométrico (DMG), diâmetro médio ponderado (DMP), matéria orgânica (M.O.) e estoque de carbono (Est C) nas profundidades 0,0 – 0,05; 0,05 – 0,10; 0,10 – 0,20.

Dados geoestatísticos	DMG	DMP	M.O.	Est C
	mm	mm	g kg ⁻¹	ha ⁻¹
0,0-0,05 m				
Modelo	Exp	Exp	Exp	Exp
Co	0,04	0,05	3,70	1,00
C0 + C1r	0,35	0,33	52,10	2874,00
a (m)	14,10	16,00	13,50	15,90
C0/ C0 + C1	0,90	0,90	0,79	0,82
r2	12,10	15,10	92,90	100,00
VC	0,80	0,81	1,00	1,00
0,05-0,10 m				
Modelo	Exp	Exp	Exp	Exp
Co	0,02	0,01	65,80	3083,00
C0 + C1r	0,37	0,16	133,40	6167,00
a (m)	15,00	17,00	81,00	72,90
C0/ C0 + C1	0,90	0,91	0,90	0,92
r2	7,80	6,25	50,70	50,00
VC	0,90	0,82	0,82	0,83
0,10-0,20 m				
Modelo	Exp	Exp	Exp	Exp
Co	0,07	0,18	40,60	2998,00

C0 + C1r	0,47	0,40	81,21	5997,00
a (m)	36,00	82,00	84,00	56,70
C0/ C0 + C1	0,89	0,98	0,90	0,95
r2	16,50	45,00	50,00	50,00
VC	0,72	0,72	0,75	0,78

Co: Efeito pepita; C0 + C1r: Patamar; a(m): Alcance; C0 + C1: Grau de dependência espacial; VC: Validação cruzada.

O modelo de semivariograma que melhor se ajustaram as variáveis DMG, DMP, M.O e Estc C foram do tipo exponencial. De acordo com (Carvalho et al. 2002) o modelo matemático esférico ajustado a todos os semivariogramas é o que predomina nos trabalhos em ciência do solo, por outro lado (Mcbratney & Webster, 1986), destacam que os modelos de ajuste do semivariograma para as propriedades do solo mais frequentemente encontrado são os modelos esférico e exponencial. As variáveis apresentaram diferentes alcances de dependência espacial sendo que o DMP na profundidade de 0,10-0,20m apresentou alcance de 82,00m, sendo a classe que menos apresentou alcance foi o M.O. na profundidade de 0,0-0,05m com 13,5m.

CONCLUSÕES

O DMG e DMP obtiveram valores altos o que implica dizer uma boa agregação do solo e apresentaram diferentes alcances em todas as profundidades.

O Estc C assim como M.O. apresentaram valores desejáveis e diferentes alcances em todas as profundidades.

AGRADECIMENTOS

Fundação de amparo a pesquisa do estado do Amazonas-FAPEAM.

REFERÊNCIAS

- CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D.L.; TURCO, R.F.; KONOPKA, A.E. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa Soil. Soil Sci. Soc. Am. J., 58:1501-1508, 1994.
- HAMMER, R. D.; YOUNG, N. C.; WOLENHAUPT, T. L.; BARNEY T. L.; HAITHCOATE, T. W. Slope Class Maps Form Soil Survey and Digital Elevation Models. Soil Sci. Soc. Am. J. Madison, v.59, p.509-519, 1995.
- KERN, D. C.; KAMPF, N. O efeito de antigos assentamentos indígenas na formação de solos com terra preta arqueológica na Região de Oriximina – PA. Revista Brasileira de Ciências do solo [S.l.], v. 13, p 219-25, 1989.
- LIMA, H.N. Pedogenesis and pre-colobian land use of “Terra Preta Anthrosols” (“Indian black earth”) of western Amazonia. Geoderma [S.l.], v. 110, p. 1, 2002.



MCCANN, J. M. Organic matter and Anthrosols in Amazonia: Interpreting the Amerindian Legacy. In: REES, R.M(ed). Sustainable management of soil organic matter. Wallingford: CAD International, 2001. Cap. 189. P. 180.

RODRIGUES, T.E. Solos da Amazônia. In: ALVAREZ, V.H.et al (ed). O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentável. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 1996. Cap.60. p. 19.

SOMBROEK, W. Amazon landforms and soils in relation to biological diversity. Acta Amazônica[S.I.], v. 30, p. 81, 2000.

SOMBROEK, W. G. Amazon soil: a reconnaissance of the soils of the Brazilian Amazon region. Wageningen: Centre for Agricultural Publications and Documentation, TEIXEIRA.

SOMBROEK, W.G. Amazon soil: a reconnaissance of the soils of the Brazilian Amazon region. Wageningen: Centre for agricultural publications and documentation. 1966.

SOUSA NETO, E. L.; ANDRIOLI, I.; BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; Atributos físicos do solo e produtividade de milho em resposta a culturas de pré-safra. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.43, n.2, p.255-260, 2008.

WOODS, W.I.; MCCANN, J. M. The anthropogenic origin and persistence of Amazonian dark earths. In: The Yearbook of the Conference of Latin American Geographers, Austin. University of Texas, 1999. P. 7-14.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. Applications of soil physics. New York: Academic Press, 1980. cap. 2, p.319-344. WOLLENHAUPT, N.C., MULLA, D.J.