



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

ESTOQUE DE CARBONO NO SOLO E PRODUTIVIDADE DA CANA-DE-AÇÚCAR ANALISADOS QUANTO A VARIABILIDADE ESPACIAL

Célia Regina Grego⁽¹⁾; Alex de Oliveira⁽²⁾; Sandra Furlan Nogueira⁽¹⁾; Cristina Aparecida Gonçalves Rodrigues⁽¹⁾, André Luiz dos Santos Furtado⁽¹⁾

⁽¹⁾ Pesquisadores da Embrapa Monitoramento por satélite. Av. Soldado Passarinho 303, Jardim Chapadão, CEP 13070-115 Campinas (SP). E-mail: crgrego@cnpm.embrapa.br; ⁽²⁾ Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Rod. Dom Pedro I Km 136, Parque das Universidades, CEP 13086-900 Campinas (SP)

Resumo – Um sistema agropecuário pode apresentar diferenças significativas no estoque de carbono que podem ser atribuídas a variação de manejo empregado e ao tempo em que a mudança do uso da terra ocorreu. O objetivo do presente trabalho foi analisar a variabilidade espacial do estoque de Carbono nas camadas de 0-10 cm e de 10-20 cm e verificar sua relação com a produtividade da cana-de-açúcar no município de Mogi Mirim, SP. Os dados foram obtidos por meio de uma grade irregular de 50 pontos em uma área de cana-de-açúcar de quinto corte cultivada pelo sistema de plantio direto, no ano de 2010. Os resultados indicaram dependência espacial tanto para o estoque de carbono quanto para a produtividade da cana-de-açúcar. Em locais onde houve melhor desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar também ocorreu maior estoque de carbono no solo.

Palavras-chave: dependência espacial, geoestatística; matéria orgânica.

INTRODUÇÃO

A reserva de carbono na matéria orgânica do solo é uma importante estratégia para atenuar a concentração de dióxido de carbono na atmosfera. O armazenamento de carbono preferencialmente na fração estável da matéria orgânica representa um benefício ambiental cuja manutenção depende fundamentalmente do manejo e do aporte de resíduos vegetais no solo (Bayer, et al 2004).

Um sistema agrícola pode apresentar diferenças significativas em seu estoque de carbono do solo, sendo que essas diferenças são atribuídas a variação de manejo empregado e ao tempo em que a mudança do uso da terra ocorreu. Sistemas como o plantio direto podem reduzir as emissões de CO₂ pelo maior acúmulo de material vegetal do solo (Belzário, 2008). Um sistema de manejo adequado pode acarretar em alta produtividade de biomassa e favorecer características do solo que melhorem seu estado de organização e estrutura.

A análise geoestatística é uma ferramenta adequada para tratamento dos dados de variáveis do solo e também das plantas visto que estes variam no espaço geográfico com certo grau de dependência espacial devido a diferentes fatores. Neste sentido, Vieira (2000)

recomenda a adoção da geoestatística como rotina em análise dos dados agrícolas. Esta técnica incorpora a possibilidade de se estudar o comportamento da variabilidade espacial, permitindo a interpretação dos resultados com base na estrutura dessa variabilidade, além de poder quantificar o seu tamanho (Cavalcante, et al 2007).

O conhecimento da distribuição espacial dos atributos do solo vem facilitar o estudo de suas relações com a produtividade das culturas e reserva de Carbono no solo. O objetivo do presente trabalho foi analisar a variabilidade espacial do estoque de Carbono e verificar sua relação com a produtividade da cana-de-açúcar no município de Mogi Mirim, SP.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se na Fazenda Aparecida, no município de Mogi Mirim, Estado de São Paulo, com coordenadas de referência UTM zona 23S, 7505136 N, 299621 E. O clima da região é Cwa na classificação de Köppen, o relevo local e regional é suave ondulado e o solo é o Latossolo vermelho escuro. A área amostrada ocupa aproximadamente 3 ha e apresenta o seguinte manejo: cultivo com cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) em sistema de plantio direto por 12 anos.

O solo foi amostrado nas profundidades de 0-10 cm e de 10-20 cm sendo coletadas amostras em pontos georreferenciados.

As amostras foram encaminhadas ao laboratório de fertilidade do solo da Embrapa Pecuária Sudeste em São Carlos, SP para a obtenção do teor de matéria orgânica através da metodologia de Raij, et al (2001) em 50 pontos para a área amostrada. A densidade do solo foi obtida em 25 pontos por meio do método do anel volumétrico segundo Camargo, et al (1986) e foi utilizada para cálculo do estoque de carbono no solo em cada uma das duas profundidades:

$$EC = \text{Teor C} \times DS \times E$$

Onde:

EC é o estoque de carbono (em t ha⁻¹ de C);

Teor de C é o teor de carbono (g kg⁻¹);

DS é a densidade do solo (kg dm⁻³), e

E é a espessura (cm), segundo metodologia utilizada por Rangeli & Silva (2007).

Os dados da produção da cana-de-açúcar do ano de 2010 foram obtidos nos 50 pontos de coleta de solo, com a finalidade de correlação com os valores de estoque de carbono. A colheita da variedade SP 3280 de quinto corte foi realizada através da pesagem de 10 colmos em cada ponto de amostragem e os colmos e perfilhos foram contados numa linha de 2 metros em cada ponto. Os dados foram tabulados e calculou-se a produtividade de cana em $t\ ha^{-1}$.

Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva para verificar possíveis dados discrepantes e a normalidade nos dados. A análise geoestatística foi realizada através da construção e ajuste de semivariogramas, interpolação por krigagem ordinária e construção de mapas de isolinhas. Para as análises de semivariograma e krigagem foram utilizados os programas desenvolvidos por Vieira (2002) e os mapas de isolinhas no programa Surfer 9.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os resultados da análise estatística descritiva para o estoque de carbono e a produtividade da cana-de-açúcar. Quanto à distribuição de frequência dos dados, os coeficientes de simetria e curtose são próximos de zero, o que leva ao indicativo de normalidade de distribuição e, que a variação nos dados foi mediana, com coeficientes de variação de 14,71 para estoque de carbono na camada de 0-10 cm a 23,35% para a produtividade da cana. Em média o estoque de carbono no solo foi maior na camada superficial (0-10 cm) comparado com o de 10-20 cm. Isto pode ser decorrente do sistema de cultivo da cana-de-açúcar ser em plantio direto. Segundo Canellas et al. (2003), nos sistemas conservacionistas ocorre incremento de matéria orgânica na superfície do solo o que conseqüentemente leva ao maior estoque de carbono nesta camada.

Tabela 1. Estoque de carbono no solo ($t\ ha^{-1}$) de 0-10 cm e de 10-20 cm de profundidade e da produtividade da cana-de-açúcar ($t\ ha^{-1}$).

Resultados	Estoque de Carbono ($t\ ha^{-1}$)		Produtividade da cana ($t\ ha^{-1}$)
	Profundidade (cm)		
	0-10	10-20	
Média	25,69	24,23	117,80
Variância	14,29	15,80	757,00
Desvio Padrão	3,78	3,97	27,51
Coefficiente de Variação	14,71	16,40	23,35
Mínimo	18,02	18,98	57,10
Máximo	33,16	34,00	187,10
Simetria	-0,158	0,759	0,092
Curtose	-0,480	-0,081	-0,017

A análise de dependência espacial, por meio da construção e ajuste de semivariogramas, permitiu identificar a dependência espacial nos dados. Os parâmetros de ajuste estão na tabela 2.

Com ajustes esféricos aos semivariogramas, os alcances variaram de 100 a 200 m (Tabela 2), indicando

as distâncias máximas para atingir o patamar (C1) da dependência espacial. Para valores de distância maiores do que o alcance, os dados são considerados aleatórios.

Tabela 2. Parâmetros de ajuste do semivariograma do estoque de carbono no solo ($t\ ha^{-1}$) de 0-10 cm e de 10-20 cm de profundidade e da produtividade da cana-de-açúcar ($t\ ha^{-1}$).

Variáveis	Co	C1	a	r^2	Modelo
Estoque de carbono (0-10 cm)	7	8	100	0,32	
Estoque de carbono (10-20 cm)	5	7	200	0,21	Esférico
Produtividade da Cana	300	400	140	0,49	

Co (efeito pepita), C1 (Variância estrutural), a (alcance), r^2 (coeficiente de correlação)

Identificada a dependência espacial, foi possível construir mapas de isolinhas (Figura 1) devido à interpolação por krigagem ordinária, que segundo Vieira (2000), possui a vantagem de interpolar sem tendência e com variância mínima.

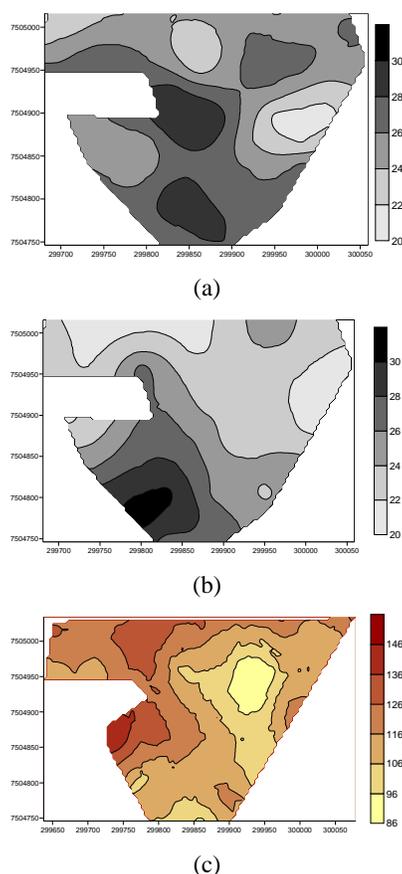


Figura 1. Mapas de isolinhas: (a) Estoque de carbono no solo ($t\ ha^{-1}$) de 0-10 cm; (b) Estoque de carbono no solo ($t\ ha^{-1}$) de 10-20 cm; (c) Produtividade da cana-de-açúcar ($t\ ha^{-1}$).

Verifica-se que os mapas possuem uma área semelhante, à direita, quanto menor produtividade da

cana-de-açúcar menor o estoque de carbono nas duas profundidades. Isto indica que o estoque de carbono e a produtividade da cana-de-açúcar são variáveis que se correlacionam positivamente, ou seja, em locais onde há pior desenvolvimento e produtividade da cana também ocorre menor estoque de carbono no solo.

CONCLUSÕES

1. Houve dependência espacial para o estoque de carbono e para a produtividade da cana-de-açúcar com ajuste esférico e alcances variando de 100 a 200 m.

2. Foram identificadas semelhanças nos mapas quanto às manchas de menores produtividades da cana-de-açúcar e de estoques de carbono apontando a importância do carbono no solo para a produtividade da cultura.

REFERÊNCIAS

- BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J. E.; PAVINATO A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.39, n.7, p. 677-683, jul. 2004.
- BELZÁRIO, M.H. Mudança no estoque de carbono devido ao uso da terra no sudoeste da Amazônia. 2008. 96 f. Dissertação (Mestrado em solos e nutrição de plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.
- CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, L.A. e VALADARES, J.M.A.S. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1986. 93 p. (Boletim técnico, 106).
- CANELLAS, L.P.; VELLOSO, A.C.X.; MARCIANO, C.R.; RAMALHO, J.F.G.P.; RUMJANEK, V.M.; REZENDE, C.E.; SANTOS, G.A. Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhico e adição de vinhaça por longo tempo. R. Bras. Ci. Solo, 27:935-944, 2003.
- CAVALCANTE, E.G.S.; ALVES, M.C.; SOUZA, Z.M. e PEREIRA, G.T. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.31, p. 1329-1339, Viçosa, Nov/dez 2007.
- RAIJ, E.V.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H. e QUAGIO, J.A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Editora IAC, 2001.
- RANGELI, O.J.P. e SILVA, C.A. Estoques de carbono e nitrogênio nas frações orgânicas de latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, p. 1609-1623, 2007.
- VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H. & SCHAEFER, G.R. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1. p. 1-54.
- VIEIRA, S.R., MILLETE, J., TOPP, G.C., REYNOLDS, W.D. Handbook for geostatistical analysis of variability in soil and climate data. In: ALVAREZ, V.H., SCHAEFER, G.R., BARROS, N.F., MELLO, J.W.V., COSTA, L.M. (ed) Tópicos em Ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, v.2, 2002. p. 1-45.