

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS TEORES DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL  
NA LAVOURA CAFEIEIRA EM CONDIÇÕES DE SEQUEIRO E FERTIRRIGADO**

**Patrícia Costa Silva<sup>1</sup>; Reinaldo Adriano Costa<sup>2</sup>; Francielly Guieiro Gomes<sup>3</sup>; Mara  
Rúbia Mendes de Melo <sup>3</sup>; Renata da Silva Cuba<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Docente do curso de Engenharia Agrícola da UEG- Câmpus Santa Helena e Doutoranda em Agronomia-Irrigação e Drenagem- UNESP- FCA – Botucatu, e-mail (patricia.costa@ueg.br).

<sup>2</sup> Docente do curso de Engenharia Agrícola da UEG- Câmpus Santa Helena e Doutor em Agronomia-Irrigação e Drenagem- UNESP- FCA – Botucatu.

<sup>3</sup> Mestrandas em Agronomia-Irrigação e Drenagem- UNESP- FCA – Botucatu.

<sup>4</sup> Doutoranda em Agronomia-Irrigação e Drenagem- UNESP- FCA – Botucatu.

**RESUMO:** O presente trabalho foi conduzido na fazenda experimental do Glória, pertencente à UFU- Uberlândia, e objetivou-se avaliar a variabilidade espacial dos teores de carbono orgânico total (COT) de um solo cultivado com café submetido ao controle de plantas daninhas com herbicida e grade niveladora em sistema de sequeiro e fertirrigado em diferentes locais de amostragem de solo. Foram demarcadas quatro malhas de 1120 m<sup>2</sup> contendo em cada 60 pontos equidistantes de 3 x 4,5 georeferenciados para amostragem do solo. Em março/2009 e agosto/2009 foram retiradas 480 amostras nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, alternadas nas regiões meio da rua, saia do cafeeiro e rodado do trator, a fim de estudar a dinâmica do carbono orgânico total presente no solo conforme a metodologia proposta pela da Embrapa (1997). A análise descritiva e o estudo da variabilidade espacial foram efetuados com a utilização do programa de geoestatística GS<sup>+</sup>7 for Windows. Verificou-se que o carbono orgânico total do solo apresentou dependência espacial e os modelos mais utilizados para descrever o comportamento dos semivariogramas foram o Exponencial - EXP e o Esférico – ESF.

**Palavras-chave:** geoestatística, semivariogramas, cafeicultura.

## **INTRODUÇÃO**

Os teores de matéria orgânica e conseqüentemente de carbono orgânico do solo são atributos que melhor representam a qualidade do mesmo, podendo notadamente ser influenciado pelos sistemas de preparo do solo. Os sistemas de manejo do solo, nos quais não

**9ª JORNADA ACADÊMICA**  
**26 a 28 de Novembro de 2015**  
**UEG - Câmpus Santa Helena de Goiás, GO**

ocorre revolvimento, são responsáveis por maior acúmulo de carbono (SANTOS et al., 2004; ZANATTA et al., 2004).

Para Doran e Parkin (1994), o carbono orgânico total é um dos atributos indicadores da qualidade do solo considerado como mais importante, pois altera a dinâmica de nutrientes, propriedades físicas, biológicas e características produtivas do solo. Segundo Pérez Gomar et al. (2012), os diferentes sistemas de manejo de solo alteram a concentração do carbono orgânico total no solo. O conhecimento dessa mudança é importante para predizer os efeitos sobre o ecossistema e para estabelecer estratégias de manejo que permitam obter uma produção sustentável. Santos et al. (2001) relatam que a manutenção de cobertura vegetal, proporcionada pelo uso de herbicidas, diminuiu a compactação, principalmente na região de entre linhas de cultivo na cultura do café. De acordo com Girelli et al. (2004) o uso de grade promove a quebra dos agregados e aumenta a oxidação da matéria orgânica do solo, expondo novas superfícies ao ataque de microorganismos.

As pesquisas com agricultura de precisão na cultura do café têm demonstrado variabilidade acentuada de atributos do solo e da produção. Marques Júnior et al. (2010) investigando a variabilidade espacial de atributos químicos do solo de uma lavoura de café na região de Patrocínio- MG, observaram dependência espacial para todos os atributos estudados. O estudo da variabilidade espacial dos atributos do solo é particularmente importante em áreas onde o solo está submetido a diferentes manejos (GONTIJO et al., 2008), pois a análise geoestatística pode indicar alternativas de manejo não só para reduzir os efeitos da variabilidade na produção das culturas, mas também para aumentar a possibilidade de se estimarem respostas de atributos químicos do solo, em função de determinadas práticas de manejo (SANCHEZ et al.; 2009). Além disso, a estratégia de amostragem do solo pode ser melhorada com a incorporação de um modelo de variabilidade espacial.

Neste contexto, a utilização da geoestatística permite identificar a existência ou não de dependência espacial entre as observações, podendo ser aplicada em mapeamentos, orientação de futuras amostragens e modelagens, permitindo, assim, estimar o valor do atributo em locais não amostrados, facilitando a gestão dos recursos naturais (CRUZ et al., 2010). Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar a variabilidade espacial dos teores de carbono orgânico total (COT) de um solo cultivado com café submetido ao controle de plantas daninhas com herbicida e grade niveladora em sistema de sequeiro e fertirrigado em diferentes locais de amostragem de solo.

## **METODOLOGIA**

O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental do Glória da Universidade Federal de Uberlândia – MG. As variedades de café cultivadas na área foram Catuaí e Acaiaí com 5 anos de idade, plantadas no espaçamento de 3,5 x 0,7 m, com uma planta por cova. Na área experimental foram marcadas quatro malhas de 1120 m<sup>2</sup> cada, as quais receberam os seguintes sistemas de manejo: Malha 1 - Controle de plantas daninhas com herbicida sistêmico e adubações semanais ministradas através da água de irrigação por gotejamento; Malha 2 - Controle de plantas daninhas com grade niveladora e adubações ministradas manualmente na forma granulada sem irrigação (sequeiro); Malha 3 - Controle de plantas daninhas com grade niveladora e adubações semanais ministradas através da água de irrigação por gotejamento; Malha 4 - Controle de plantas daninhas com herbicida sistêmico e adubações ministradas manualmente na forma granulada sem irrigação(sequeiro).

Nos meses de Março/2009 e Agosto/2009 foram retiradas 480 amostras para cada época nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, alternadas nas regiões meio da rua, projeção da copa (saia do cafeeiro) e rodado do trator (linha de tráfego de máquinas), para o estudo da variabilidade espacial dos teores de carbono orgânico total conforme metodologia proposta pela Embrapa (1997). Para estudar a variabilidade espacial empregou-se a geoestatística coma utilização do programa GS<sup>+7</sup> for Windows.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Analisando a dinâmica do carbono orgânico total (COT), através da Tabela 1, percebeu-se, através dos coeficientes de assimetria e curtose, que os valores não apresentaram elevada dispersão em torno da média e tendem à simetria. Esses resultados sugerem que a amostragem efetuada, após o estabelecimento de pontos georeferenciados, pode contribuir para a redução de erros provenientes de amostragens. Os coeficientes de variação (CVs) observados mostraram baixa variabilidade do COT, principalmente no mês de agosto, o qual corresponde ao período seco do ano.

A menor variabilidade deve-se, possivelmente, às condições climáticas regionais desfavoráveis e à decomposição da matéria orgânica, explicada pelas reduções das precipitações e da temperatura, no período de agosto, o que contribui para reduzir a atividade microbiana. Braida (2010), também observaram baixo coeficiente de variação da matéria orgânica (menor que 14%), em sistemas com manutenção dos restos vegetais na

**9ª JORNADA ACADÊMICA**  
**26 a 28 de Novembro de 2015**  
**UEG - Câmpus Santa Helena de Goiás, GO**

superfície do solo. Resultados semelhantes foram encontrados por Cruz et al. (2010) e Gomes et al. (2007), para a matéria orgânica.

Verificou-se pela mesma tabela que o emprego de herbicida, para controlar as plantas daninhas, apresentou os menores teores de COT, tanto em superfície (0-20 cm), quanto em subsuperfície (20-40 cm). Isto indica que a operação de gradagem com revolvimento do solo e incorporação da matéria orgânica proporcionou maiores concentrações temporárias de COT no solo. Notou-se, também pela Tabela1, que a aplicação de herbicida, no manejo das plantas daninhas, ocasionou uma diminuição dos teores de COT com aumento da profundidade. Esta redução mostrou-se menos acentuada na camada superficial, estando relacionada com a maior deposição superficial de resíduos vegetais, resultando em um teor mais elevado de matéria orgânica na superfície do solo.

Tabela 1 – Estatística do Carbono Orgânico Total (COT), em  $g\ kg^{-1}$ , nos sistemas de manejo de plantas daninhas, em diferentes épocas de avaliação e profundidades de solo.

Manejo	Média	Var	DP	CV	Min.	Max.	Ass.	Curt.
<b>Março</b>								
<b>Profundidade de 0-20 cm</b>								
Herbicida	12,6	2,91	1,71	20,3	7,69	15,69	-0,23	-0,51
Grade	14,51	4,51	2,12	14,6	9,18	21,24	0,19	0,09
<b>Profundidade de 20-40 cm</b>								
Herbicida	8,51	3,02	1,73	20,3	5,13	13,31	0,02	-0,61
Grade	11,62	6,05	2,46	21,2	6,42	17,10	0,25	-0,75
<b>Agosto</b>								
<b>Profundidade de 0-20 cm</b>								
Herbicida	15,19	7,2045	2,6840	17,7	9,09	22,88	0,44	0,20
Grade	16,03	6,1545	2,4810	15,5	10,20	21,42	-0,01	-0,65
<b>Profundidade de 20-40 cm</b>								
Herbicida	11,77	2,5128	1,5850	13,5	9,05	15,69	0,34	-0,66
Grade	14,21	8,8853	2,9810	21,0	8,37	19,81	0,31	-0,90

Média ( $g\ kg^{-1}$ ); Var – variância ( $g\ kg^{-1}$ )<sup>2</sup>; DP - desvio padrão ( $g\ kg^{-1}$ ); CV – coeficiente de variação (%); Min - valor mínimo ( $g\ kg^{-1}$ ); Max – valor máximo ( $g\ kg^{-1}$ ); Ass – coeficiente de assimetria; Curt – coeficiente de curtose.

**9ª JORNADA ACADÊMICA**  
**26 a 28 de Novembro de 2015**  
**UEG - Câmpus Santa Helena de Goiás, GO**

A análise geoestatística, efetuada por meio do semivariograma, mostrou que o atributo COT, em todos os sistemas de manejo, profundidades e épocas estudadas apresentou dependência espacial (Figuras 1 a 4). Para a maior parte dos semivariogramas, ajustaram-se muito bem o modelo Esférico - ESF, exceção feita ao manejo das plantas daninhas com herbicida, em ambas as profundidades, durante a amostragem feita no mês de março, a qual se ajustou, também de forma excelente, o modelo Exponencial - EXP.

O modelo Esférico evidencia uma estrutura de correlação espacial crescente com a distância, até atingir o alcance, e a partir do qual a semivariância torna-se constante, restringindo a área de influência amostral. Já a dependência espacial entre as amostras, observada no modelo EXP, demonstra a semelhança entre pontos vizinhos, a qual deve ser considerada na realização das estimativas de valores não amostrados e no mapeamento desse atributo. Este fato indica mais uma vez que a amostragem realizada pelo estabelecimento de pontos pré-definidos pode reduzir os erros decorrentes da amostragem de solo. Angélico (2006) estudando o desempenho da co-krigagem na determinação da variabilidade de atributos do solo, também observou que a matéria orgânica apresentou dependência espacial, descrita pelo modelo ESF com alcance de 103 m, ou seja, as amostras da matéria orgânica selecionadas a distâncias inferiores a 103 m foram correlacionadas entre si.

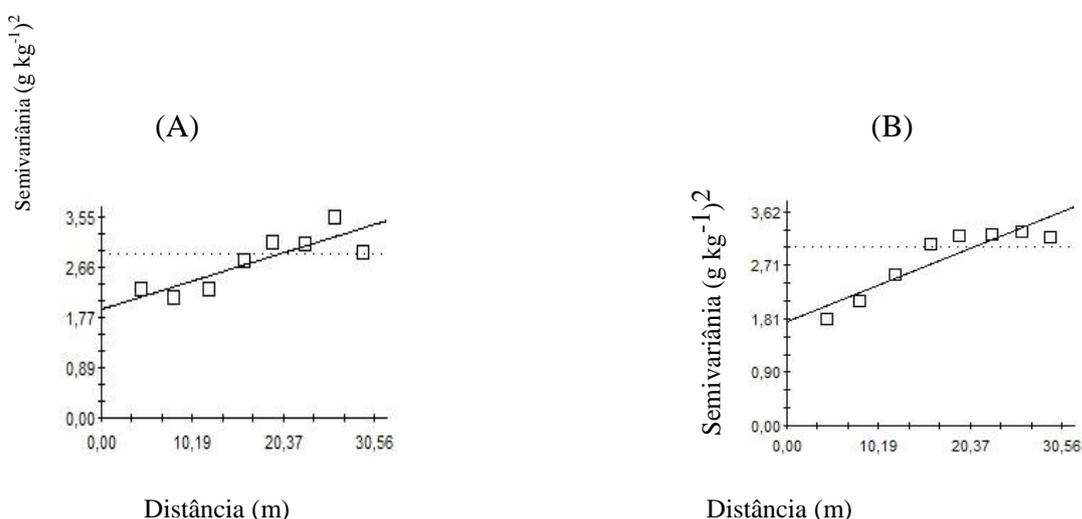


Figura 1 – Distribuição espacial do COT (g kg<sup>-1</sup>), para o sistema de manejo com aplicação de herbicida, nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em março de 2006.

9ª JORNADA ACADÊMICA  
26 a 28 de Novembro de 2015  
UEG - Câmpus Santa Helena de Goiás, GO

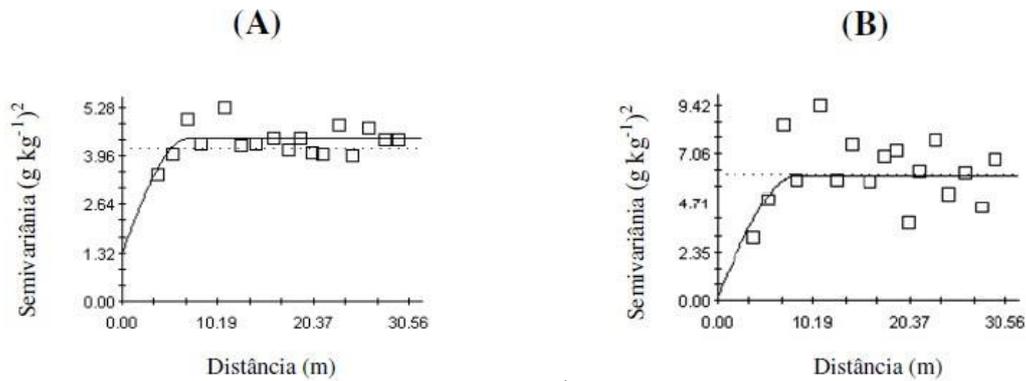


Figura 2— Distribuição espacial do COT ( $\text{g kg}^{-1}$ ), para o sistema de manejo com aplicação de grade, nas profundidades de 0- 20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em março.

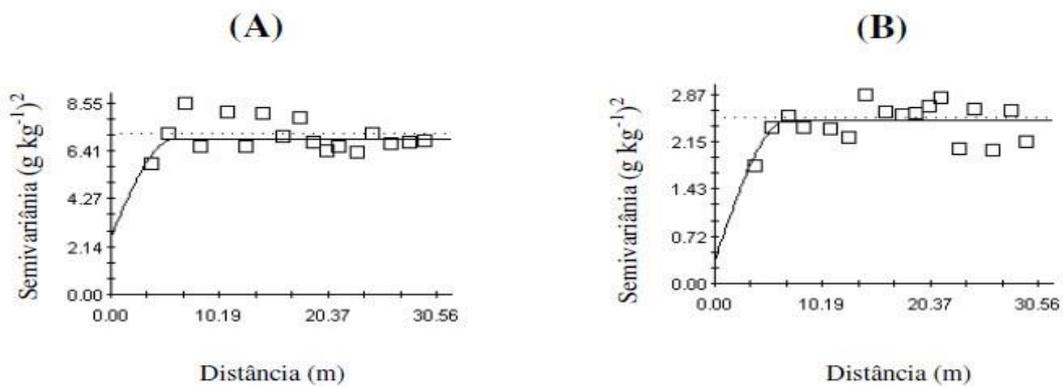
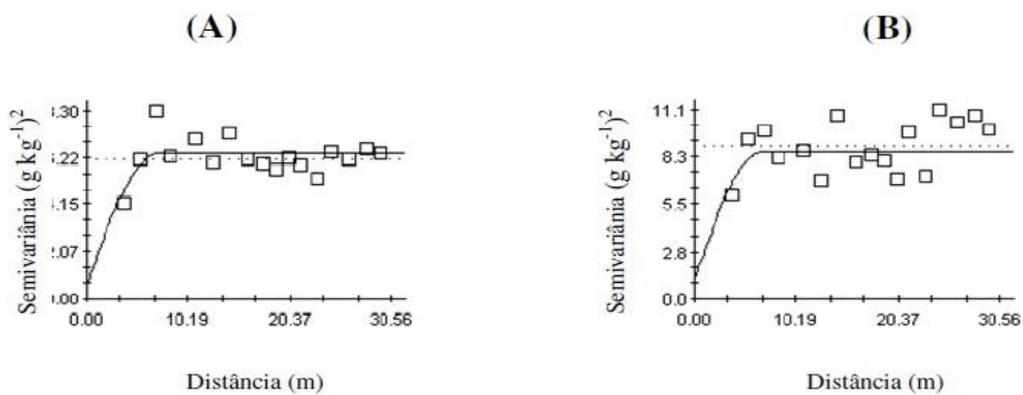


Figura 3 – Distribuição espacial do COT ( $\text{g kg}^{-1}$ ), para o sistema de manejo com aplicação de herbicida, nas profundidades de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em agosto.



**9ª JORNADA ACADÊMICA**  
**26 a 28 de Novembro de 2015**  
**UEG - Câmpus Santa Helena de Goiás, GO**

Figura 4 – Distribuição espacial do COT ( $\text{g kg}^{-1}$ ), para o sistema de manejo com aplicação de grade, nas profundidades de 0- 20 cm (A) e de 20-40 cm (B), em agosto.

## **CONCLUSÕES**

- 1- O georeferenciamento contribui para redução de erros referentes à amostragem de solo.
- 2- O carbono orgânico total apresentou dependência espacial.
- 3- Os modelos de semivariogramas que melhor se ajustaram ao conjunto de dados foram o Esférico (ESF) e o modelo Exponencial (EXP).

## **REFERÊNCIAS**

ANGÉLICO, J. C. Desempenho da co-krigagem na determinação da variabilidade de atributos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 931-936, 2006.

BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; VEIGA, M. Teor de carbono orgânico e a susceptibilidade à compactação de um Nitossolo e um Argissolo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n 2, p. 131-139, 2010.

CRUZ, J. S.; ASSIS JÚNIOR, R. N.; MATIAS, S. S. R.; TAMAYO, J. H. C.; TAVARES, R. C. Análise espacial de atributos físicos e carbono orgânico em Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 2, p. 361-368, 2010.

DORAN, J. W.; PARKIN, J. B. **Defining and assessing soil quality**. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Ed.). *Defining soil quality for a sustainable environment*. Minneapolis, Soil Science Society of America, 1994. cap.1, p. 3-22. (SSSA Special Publication, 35).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

**9ª JORNADA ACADÊMICA**  
**26 a 28 de Novembro de 2015**  
**UEG - Câmpus Santa Helena de Goiás, GO**

GIRELLI, D.; AZEVEDO, A. C.; DALMOLIN, R. S. D. Distribuição de carbono em agregados de um Latossolo sob três usos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15, 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004. 1 CD – ROM.

GOMES, N. M.; SILVA, A. M.; MELLO, C. R.; FARIA, M. A.; OLIVEIRA P. M. Métodos de ajuste e modelos de semivariograma aplicados ao estudo da variabilidade espacial de atributos físico-hídricos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 435-443, 2007.

GONTIJO, I.; DIAS JUNIOR, M. S.; GUIMARÃES, P. T. G.; ARAUJO JUNIOR, C. F. Atributos físico-hídricos de um Latossolo de cerrado em diferentes posições de amostragem na lavoura cafeeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 6, p.2227- 2234, 2008.

MARQUES JÚNIOR, J. Variabilidade espacial de propriedades químicas e físicas de Latossolos em áreas de Cerrado sob cultivo de café, em Patrocínio, MG. In: BALASTREIRE, L. A. **O estado da arte da agricultura de precisão no Brasil**. Piracicaba: ESALQ, 2010. p. 165-169.

PÉREZ GOMAR, E.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; GARCÍA F. Atributos do solo e biomassa radicular após quatro anos de semeadura direta de forrageiras de estação fria em campo natural dessecado com herbicidas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 26, p. 211-223, 2012.

SANCHEZ, R. B.; MARQUES JÚNIOR, J.; SOUZA, Z. M.; PEREIRA, G. T.; MARTINS FILHO, M. V. Variabilidade espacial de atributos do solo e de fatores de erosão em diferentes pedoformas. **Bragantia**, v. 68, n. 4, p. 1095-1103, 2009.

SANTOS, D. C.; FONTES, M. P. F.; MENDONÇA, E. S.; SOUZA, C. M. de. Quantificação de carbono orgânico total do solo e de substâncias húmicas em diferentes formas de preparo do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004 1 CD – ROM.

**9ª JORNADA ACADÊMICA**  
**26 a 28 de Novembro de 2015**  
**UEG - Câmpus Santa Helena de Goiás, GO**

SANTOS, dos M. C.; MENDONÇA, C. F.; MELO, de B.; TEODORO, R. E. F.; SANTOS, dos M. L. V. **Irrigação da cafeicultura no cerrado**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2001. 212 p.

ZANATTA, J. A.; ÁVILAS, E da R.; BAYER, C. MIELNICZUCK, J. Carbono Orgânico Total e dissolvido afetados por sistemas de preparo e de cultura do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBCS, 2004. 1 CD- ROM.