

Distribuição espacial da matéria orgânica do solo sob o uso de diferentes pivôs centraisMarcio Nikkel¹, Saulo de Oliveira Lima²¹Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal - Universidade Federal do Tocantins - Gurupi, TO.Email autor correspondente: markel.26@hotmail.com
Artigo enviado em 20/02/2017, aceito em 22/09/2017.

Resumo: Em regiões com estações secas bem definidas, relevo plano e abundância em água, a irrigação por pivô central é uma opção para cultivar frutas, grãos e cereais. Com tecnificação e planejamento é possível realizar até três safras anuais. Contudo, a intensa utilização e mecanização do solo, podem provocar danos ao mesmo, como perdas de matéria orgânica (MO). Neste sentido, a avaliação espacial da distribuição da matéria orgânica do solo, sob diferentes sistemas de pivô central, é importante. A estatística espacial, conhecida por geoestatística, é parte da estatística que quantifica as variáveis regionalizadas e tem sido utilizada em pesquisas com atributos de solo. O objetivo deste trabalho foi comparar a variabilidade espacial da matéria orgânica do solo em dois pivôs centrais. Os dados foram coletados em março e outubro de 2014 após a colheita de soja e feijão, respectivamente. Uma malha amostral regular foi elaborada e georeferenciada em ambos os pivôs. Em cada ponto amostral foi coletado solo para análise da MO. Observou-se que o solo sob o pivô 126 ha (I) apresentou maior teor de MO, contudo, o solo sob o pivô 80 ha (II) apresentou acréscimo significativo de MO após 2 safras sucessivas.

Palavras-chave: geoestatística, manejo do solo, irrigação.

Spatial distribution of soil organic matter under the use of different center pivots

Abstract: In regions where the dry seasons are well defined, flat land and plenty of water, the center pivot irrigation is an option to cultivate fruits, crops and grain. With technological improvement and planning, the season can be performed up to three harvests per year. However, mechanization and intensive use of the soil can cause damage, resulting in loss of organic matter (OM). In this sense, the evaluation of the spatial distribution of soil organic matter under different center pivots systems is important. The spatial statistics, known as geostatistics is part of the statistic that quantifies the regionalized variables and is being used on soil attributes research. The aim of this work was to compare the spatial variability of the quantity of organic matter on two center pivots. Data were collected in March and October 2014 after harvest of soybean and common bean, respectively. A regular georeferenced grid was established in both center pivots. On each mark, soil samples were collected for organic matter evaluation. The soil below the center pivot 126 ha (I) showed higher OM content, however, the soil under the center pivot 80 ha (II) showed statistical OM increase after two successive crops harvests.

Keywords: geostatistics, soil management, irrigation.

Introdução

A irrigação por pivô central é uma opção de irrigação para regiões com estações do ano bem definidas, abundância de água e solos com relevo plano, características encontradas no Tocantins. Segundo um levantamento feito pela ANA e EMBRAPA, 1.270.000 ha são irrigados por pivô central no Brasil, destes, 47% concentram-se na região Sudeste, 27,7% na região Centro Oeste, 17,5% na região Nordeste, 6,8% na região Sul e 1,0% na região Norte. O Tocantins possui 10.918 ha irrigados por pivô central (ANA, 2016). Dependendo do manejo, planejamento e tecnificação, é possível realizar até três safras anuais em áreas irrigadas com este modelo (OLIVEIRA e ZOCOLER, 2013). Porém, a intensa utilização e mecanização do solo, podem provocar danos físicos ao mesmo, irrigado ou não, resultando em perdas de solo, água, nutrientes por erosão, compactação do solo, entre outros (MICHELON et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2012; VALICHESKI et al., 2012).

Em sistemas de cultivo contínuo, a manutenção e melhoria da qualidade do solo é muito importante para garantir a produtividade agrícola e a qualidade ambiental para as gerações futuras (COSTA et al., 2013). Matéria Orgânica (MO) é o resultado da mistura de restos de decomposição de origem biológica, microrganismos e materiais vegetais não decompostos, como explica Cardoso e Andreote (2016), sendo o processo de formação de matéria orgânica no solo inicialmente um processo biológico e quase toda a flora e fauna existentes no solo tem um efeito direto ou indireto em sua formação. A MO exerce efeitos diretos e indiretos sobre as propriedades do solo, logo, tem grande influência sobre a capacidade produtiva do mesmo. Conceição et al. (2005) comentam sobre as influências

mais evidentes da matéria orgânica em relação às condições físicas do solo, pois promove a estabilização da temperatura do solo, favorecendo as plantas; aumenta a capacidade de retenção de água no solo, favorecendo o desenvolvimento das raízes, evento este evidente em regiões com riscos de veranicos; melhora a estabilidade dos agregados e reduz o escoamento de água superficial, e assim, diminui os riscos de erosão.

García-Palacios et al. (2013) afirmam que a decomposição da matéria orgânica é mais dependente da umidade e temperatura. Nos trópicos, temperaturas mais elevadas, altos índices pluviométricos e maior atividade microbiana causam rápida decomposição dos materiais orgânicos incorporados e presentes no solo (XAVIER et al., 2006). Rangel et al. (2008) afirmam que em ecossistemas de regiões tropicais, as perdas de carbono observadas após a retirada da vegetação natural e cultivo dos solos são mais aceleradas do que em regiões temperadas. Quanto ao manejo, o preparo do solo executado com aração e/ou gradagem aumenta o potencial de perda de carbono orgânico por erosão hídrica (BENISTON et al., 2015). Fatores como tipo e manejo de solo, relevo, clima, entre outros, interferem na MO e em propriedades do solo, gerando variabilidade destes atributos em áreas agrícolas. A observação desta variabilidade associada a uma fundamentação estatística é interessante e pode ser avaliada por meio da geoestatística, que é parte da estatística aplicada que trata de problemas referentes às variáveis regionalizadas, com aleatoriedade de dados, com possível estruturação espacial, e assim, podendo estabelecer uma correlação espacial (YAMAMOTO e LANDIM, 2013). Na ciência do solo,

diversos trabalhos têm utilizado a geoestatística como ferramenta de observação e análise, tanto na parte química como física do solo (Alvarenga et al., 2011; Silva Neto et al., 2012; Campos et al., 2013a; Araújo et al., 2014). Devido a isso, o objetivo deste trabalho foi comparar espacialmente os teores de matéria orgânica do solo sob o uso de dois pivôs centrais no sul do Tocantins.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido na Fazenda Universo, município de Sucupira - TO, Brasil. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é tropical semi-úmido AW (tropical de verão úmido e período de

estiagem no inverno), relevo plano. A precipitação média anual é de 1500 mm. O experimento foi conduzido em duas áreas irrigadas por pivô central, um com 126 ha (pivô I) e outro com 80 ha (pivô II), localizados sob as coordenadas latitude 11°54'10"S, longitude 48°54'20"W e latitude 11°54'00"S, longitude 48°53'59"W, respectivamente. A altitude de ambos é em torno de 267 m. O solo onde os pivôs estão localizados são heterogêneos, possuindo manchas de Latossolo Vermelho Amarelo e Plintossolo (EMBRAPA, 2013). O histórico de área onde os pivôs estão localizados se resume aos últimos 7 anos, sendo basicamente composto por plantio de soja e feijão (Tabela 1).

Tabela 1. Histórico de área dos pivôs 126 ha (I) e 80 ha (II) respectivamente no município de Sucupira - TO, 2014.

Ano	Pivô 126 ha (I)	Pivô 80 ha (II)
2008	calagem, gradagem, plantio de soja e feijão	calagem, gradagem e plantio de soja
2009	plantio de soja e feijão	plantio de soja
2010	gradagem, subsolagem, plantio de soja e feijão	plantio de soja
2011	plantio de soja e feijão	plantio de soja; instalação do pivô central
2012	plantio de soja e feijão	plantio de soja, início da operação do pivô central, plantio de feijão
2013	calagem, gradagem, plantio de soja, sorgo e feijão	calagem, gradagem, plantio de soja, sorgo e feijão
2014	plantio de soja, 1ª coleta de solo para o experimento após a colheita da soja - março, plantio de milho, plantio de feijão, 2ª coleta de solo para o experimento após a colheita de feijão - outubro	plantio de soja, 1ª coleta de solo para o experimento após a colheita da soja - março, plantio de milho, plantio de feijão, 2ª coleta de solo para o experimento após a colheita de feijão - outubro

O plantio das três safras de 2014 foram conduzidas em sistema de plantio direto (SPD). O teor de matéria orgânica foi extraído da camada de solo 0-0,20 m e determinado pelo método da

colorimetria, uma modificação do método de oxidação de CO₂ por íons de dicromato em meio fortemente ácido, proposto por Walkley e Black (1934), conduzido no Laboratório de Análises

NIKKEL E LIMA

Agrícolas Sellar, em Gurupi-TO. Foram coletados dados em 83 pontos georreferenciados numa malha amostral regular de 165 x 150 m, com três repetições, retirados aleatoriamente num raio de 5 m ao redor do ponto. Um GPS da marca Garmin® foi utilizado para identificar os pontos em campo. No pivô I, foram coletados 51 pontos, no pivô II, 32 pontos foram coletados, obtendo-se 1 ponto para cada 2,47 ha. Para análise geoestatística, a determinação do IDE (índice de dependência espacial) ou ADE (avaliador de dependência espacial), que é a proporção em porcentagem do efeito pepita (Co) em relação ao patamar (Co + C), foi utilizada a proposta de cálculo onde a dependência é fraca para valores menores que 25%; moderada entre 25% e 75%, e forte para valores maiores que 75% (SOUZA LIMA et al., 2017). As análises geoestatísticas foram realizadas

utilizando o programa GS+ (ROBERTSON, 2008) e a interpolação dos dados realizadas pelo método de krigagem para a confecção dos mapas através do programa computacional Surfer (GOLDEN SOFTWARE, 2017). Os testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk foram utilizados para a verificação da existência de normalidade dos dados. Uma vez que as variáveis não apresentaram normalidade, utilizou-se a análise da variância não-paramétrica. O teste de Mann-Whitney foi utilizado para comparação entre os valores obtidos de matéria orgânica das coletas de março e outubro em ambos os pivôs ao nível de 5% de significância. Foi utilizado o programa ASSISTAT (SILVA e AZEVEDO, 2016) para avaliação de normalidade e comparação das épocas de coleta.

Resultados e discussão

Valores de matéria orgânica (MO) (Tabela 2) coletadas em março diferiram estatisticamente dos valores

de outubro revelando que houve acréscimo de MO no solo.

Tabela 2. Estatística descritiva do valor de matéria orgânica (MO) nos pivôs I e II na camada 0,0-0,20 m, coletados em março de 2014 e outubro de 2014 no município de Sucupira-TO.

Estatística descritiva	Pivô 126 (I)		Pivô 80 (II)	
	Março	Outubro	Março	Outubro
Média	1,74	1,82	1,38	1,66
Mediana	1,70	1,70	1,30	1,60
Variância	0,09	0,09	0,15	1,15
Mínimo	1,30	1,30	0,90	1,00
Máximo	2,50	2,70	2,90	3,30
CV (%)	17%	16%	28%	23%
Assimetria	0,68	0,90	1,82	2,00
Curtose	-0,24	0,34	4,28	6,55

CV= Coeficiente de Variação

Tendo em vista que não houve manejo do solo, os resultados revelaram um acréscimo médio de matéria

orgânica de 1,38 % para 1,66 % no pivô II e de 1,74 % para 1,82 % no pivô I. Contudo, apenas no pivô II o aumento

foi significativo pelo teste de médias (Tabela 3).

Tabela 3. Teor de matéria orgânica (MO) nos pivôs I e II na camada 0-0,20m, coletados em março de 2014 e outubro de 2014 no município de Sucupira-TO.

Coleta solo	Pivô 126 ha (I)		Coleta solo	Pivô 80 ha (II)	
	Média (%)	CV (%)		Média (%)	CV (%)
Março/2014	1,74a	17,95	Março/2014	1,38a	29,19
Outubro/2014	1,82a	17,06	Outubro/2014	1,66b	24,32

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Mann-Whitney a 5% de probabilidade.

Campos et al. (2013b) comentam que a substituição do sistema de plantio convencional (SPC) pelo SPD, resulta numa recuperação dos teores de MO após cinco anos devido ao menor grau de mineralização da matéria orgânica e maior estabilidade das frações húmicas. Sales et al. (2016) por sua vez comentam que o sistema de preparo convencional promove um intenso revolvimento do solo na camada superficial, e isso pode favorecer a rápida oxidação da matéria orgânica. O solo da região do pivô I apresentou maior teor de matéria orgânica provavelmente por estar em produção há aproximadamente sete anos, com safras anuais de soja e feijão, já o pivô II, implantado há dois anos, com plantios anteriores apenas com a safra de verão. Reis et al. (2016) ao avaliar um Planossolo, no RS, com diferentes épocas de implantação de SPD, variando de 1 a 7 anos, com cultivos de gramíneas e grãos em rotação de cultura, perceberam que o SPD promoveu os índices de estoque, de labilidade e de manejo do carbono do solo. Também concluíram que estoques de carbono orgânico total (frações leve livre, leve oclusa e pesada) associam-se positivamente com o tempo de implantação do SPD na camada de 0,00 a 0,20 m de profundidade e que cinco

anos de implantação foram suficientes para detectar incrementos na estruturação e na qualidade física do solo avaliado. Gomes et al. (2015) ao avaliar um Latossolo quanto a diferentes profundidades, tipos de cobertura e manejo do solo no cerrado goiano, observaram que os teores de carbono orgânico foram maiores no SPD quando comparado ao SPC. Bayer et al. (2000) afirma que solos de textura argilosa e intemperizados apresentam cargas variáveis e concentração de óxidos de Fe e Al, os quais possibilitam a formação de ligações coordenativas com a matéria orgânica, conferindo uma maior estabilidade física à matéria orgânica.

Os teores de matéria orgânica revelaram valores de curtose próximos de zero no pivô I, já no pivô II, a curtose foi de 4,28 coletada em março e 6,55 coletada em outubro. Valores de curtose baixos são um dos indicativos de distribuição normal dos dados. Quanto ao semivariograma ajustado da matéria orgânica (Tabela 4), o pivô I obteve como melhor ajuste o modelo gaussiano, tanto na coleta de março como em outubro. Por outro lado, no pivô II, o modelo gaussiano teve melhor ajuste na coleta de março e esférico na coleta em outubro.

Tabela 4. Parâmetros ajustados ao semivariograma do valor de matéria orgânica (MO)

nos pivôs II e I na camada 0-0,20m, coletados em março de 2014 e outubro de 2014 no município de Sucupira-TO.

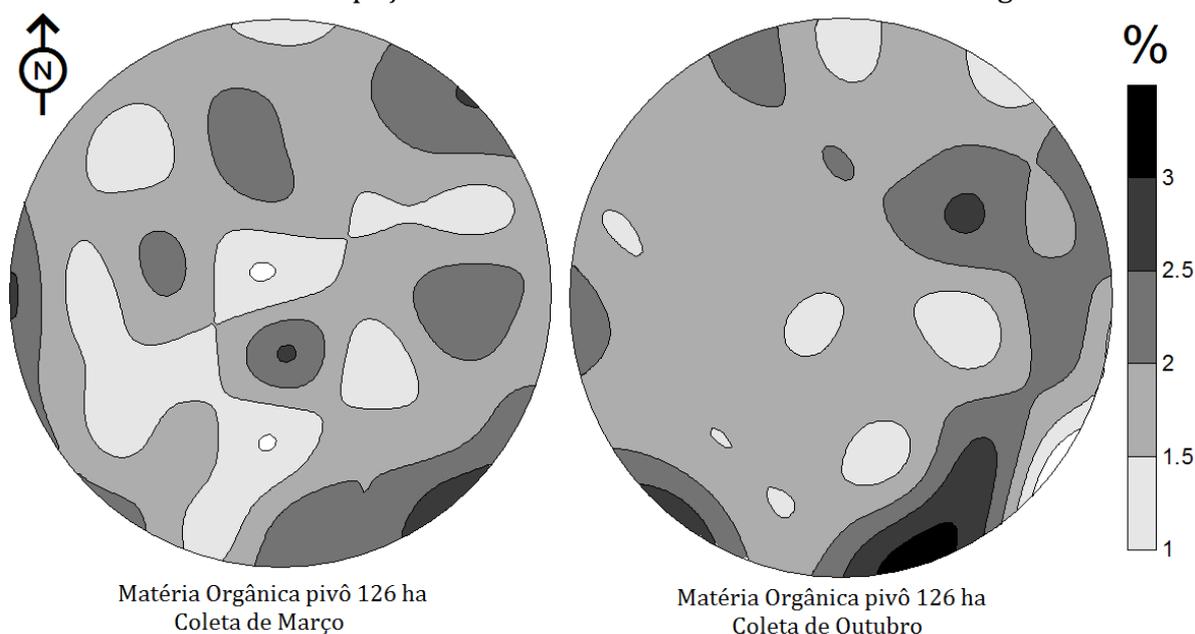
Parâmetro	Pivô 126 (I)		Pivô 80 (II)	
	Março	Outubro	Março	Outubro
Modelo	Gaussiano	Gaussiano	Gaussiano	Esférico
Efeito Pepita (Co)	0,000099	0,000091	0,0016	0,0001
Patamar (C + Co)	0,030432	0,026329	0,08	0,047573
Variância (C)	0,030333	0,026238	0,0784	0,047473
Alcance (a)	214,77	263,27	480,00	378,8
R ²	0,82	0,95	0,97	0,92
SQR	1,615E-04	2,230E-05	9,462E-05	9,779E-05
ADE	99%	99%	98%	99%
Classificação	Forte	Forte	Forte	Forte

R² = coeficiente de determinação; SQR = soma dos quadrados dos desvios;
ADE= avaliador da dependência espacial.

No pivô I, em ambas as coletas de solo, o modelo gaussiano apresentou melhor ajuste. Em desacordo com Alvarenga et al. (2011), Campos et al. (2013a) e Araújo et al. (2014) que em trabalhos com atributos de solo, observaram que os modelos esféricos e exponenciais tiveram melhor ajuste.

Quanto ao alcance, os valores estão iguais ou abaixo do valor do raio circunferencial dos respectivos pivôs e acima dos valores do espaçamento da

malha amostral. A Figura 1 mostra os mapas de krigagem da MO na região dos pivôs I e II nas coletas de março e outubro. A coleta de março do pivô I revelou o valor mais baixo entre o solo dos pivôs e as épocas de coleta, ainda assim, mostrou forte dependência espacial. Ainda no pivô I, comparando os mapas, é possível perceber um aumento nas tonalidades na porcentagem 1,5 % a 2,0 %, contudo, a Tabela 3 indica que o aumento de MO não foi significativo.



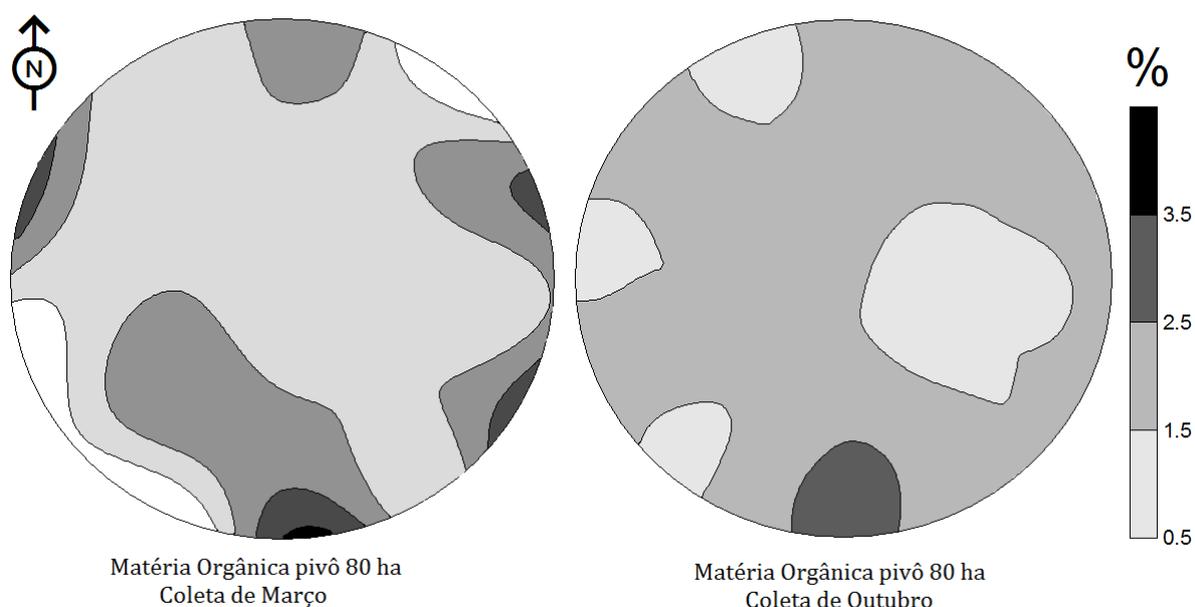


Figura 1. Mapas de Krigagem para matéria orgânica (MO) dos pivôs 126 ha (I) e 80 ha (II) coletadas em março e outubro, no município de Sucupira-TO, 2014.

Sobre o coeficiente de determinação (R^2), no pivô II, os valores foram 0,97 e 0,92 na coleta de março e outubro respectivamente, já no pivô I, os valores foram 0,82 em março e 0,95 em outubro. A respeito do avaliador de dependência espacial (ADE), em ambos os pivôs e nas duas épocas de coleta de solo, os semivariogramas ajustados revelaram forte dependência espacial. Silva Neto et al. (2012) ao quantificar a variabilidade espacial da produção de biomassa e teor de MO em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu também perceberam forte dependência espacial no teor de MO.

Conclusões

O solo sob o pivô 126 ha apresentou maior teor de matéria orgânica por estar sendo cultivado sob sistema de irrigação por mais tempo. O solo sob pivô 80 ha apresentou acréscimo significativo de teor matéria orgânica do solo após duas safras sucessivas sem manejo de solo.

Agradecimentos

Ao Engenheiro Agrônomo Álvaro Vicente de Rosso, gerente da Fazenda Universo, pelo apoio e suporte durante a condução do experimento. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudos ao primeiro autor.

Referências

ALVARENGA, C. C.; MELLO, C. R.; MELLO, J. M.; VIOLA, M. R. Continuidade espacial da condutividade hidráulica saturada do solo na bacia hidrográfica do Alto Rio Grande, MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 5, p. 1745-1758, 2011.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil - 2014: relatório síntese**. Brasília: ANA, 2016. 33 p.

ARAÚJO, D. R.; MION, R. L.; SOMBRA, W. A.; ANDRADE, R. R.; AMORIM, M. Q. Variabilidade espacial de atributos físicos em solo submetido à diferentes tipos de uso e manejo. **Revista**

Caatinga, v. 27, n. 2, p. 101-115, 2014.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTINETO, L. Efeito de sistemas de preparo e de cultura na dinâmica da matéria orgânica e na mitigação das emissões de CO². **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 24, p. 599-607, 2000.

BENISTON, J. W.; SHIPITALO, M. J.; LAL, R.; DAYTON, E. A.; HOPKINS, D. W.; JONES, F.; JOYNES, A.; DUNGAIT, J. A. J. Carbon and macronutrient losses during accelerated erosion under different tillage and residue management. **European Journal of Soil Science**, v. 66, n. 1, p. 218-225, 2015.

CAMPOS, M. C. C.; AQUINO, R. E.; OLIVEIRA, I. A.; BERGAMIM, A. C. Variabilidade espacial da resistência mecânica do solo à penetração e umidade do solo em área cultivada com cana-de-açúcar na região de Humaitá, Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.2, p.305-310, 2013a.

CAMPOS, L. P.; LEITE, L. F. C.; MACIEL, G. A.; BRASIL, E. L.; IWATA, B. F. Estoques e frações de carbono orgânico em Latossolo Amarelo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 3, p. 304-312, 2013b.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do solo**. 2, ed. Piracicaba - ESALQ, 2016. 221p.

CONCEIÇÃO, P. C.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p.777 - 788, 2005.

COSTA, E. M.; SILVA, H. F.; RIBEIRO, P. R. A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 9, n.17; p.1842, 2013.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2013. 353 p.

GARCÍA-PALACIOS, P.; MAESTRE, F. T.; KATTGE, J.; WALL, D. H. Climate and litter quality differently modulate the effects of soil fauna on litter decomposition across biomes. **Ecology Letters**, v. 16, n. 8, p. 1045-1053, 2013.

GOLDEN SOFTWARE. **Surfer®**. Golden, Colorado. 2017.

GOMES, R. L. R.; SILVA, M. C.; COSTA, F. R.; JUNIOR, A. F. L.; OLIVEIRA, I. P.; SILVA, D. B. Propriedades físicas e teor de matéria orgânica do solo sob diferentes coberturas vegetais. **Revista Faculdade Montes Belos (FMB)**, v. 8, n° 5, p 72 - 139, 2015.

MICHELON, C. J.; CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; MELO, G. L.; SPOHR, R. B.; ANDRADE, J. G. Qualidade física dos solos irrigados de algumas regiões do Brasil Central. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.1, p.39-45, 2009.

OLIVEIRA, J. G. R.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M. F.; BARBOSA, G. M. C.; FILHO, J. T. Erosão no plantio direto: perda de solo, água e nutrientes. **Bol. Geogr.**, v. 30, n. 3, p. 91-98, 2012.

OLIVEIRA, J. S.; ZOCOLER, J. L. Custos da irrigação e receita líquida do feijoeiro

em um sistema pivô central sob variação do comprimento da tubulação de recalque e desnível topográfico. **Engenharia Agrícola**, v.33, n.1, p.121-128, 2013.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; MELO, L. C. A.; OLIVEIRA JUNIOR, A. C. Carbono orgânico e nitrogênio total do solo e suas relações com os espaçamentos de plantio de cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2051-2059, 2008.

REIS, D. A.; LIMA, D. L. R.; BAMBERG, A. L. Qualidade física e frações da matéria orgânica de um Planossolo sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, n.9, p.1623-1632, set. 2016.

ROBERTSON, G. P. **GS+: Geostatistics for the Environmental Sciences**. Gamma Design Software, Plainwell, Michigan. 2008.

SALES, R. P.; PORTUGAL, A. F.; MOREIRA, J. A. A.; KONDO, M. K.; PEGORARO, R. F. Qualidade física de um Latossolo sob plantio direto e preparo convencional no semiárido. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 429-438, 2016.

SILVA NETO, S. P.; SANTOS, A. C.; LEITE, R. L. L.; DIM, V. P.; NEVES NETO, D. N.; SILVA, J. E. C. Variação espacial do teor de matéria orgânica do solo e produção de gramínea em pastagens de Capim-Marandu. **Bioscience Journal**, v. 28, Supplement 1, p. 41-53, 2012.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SOUZA LIMA, J. S.; SILVA, S. A.; BERNARDES, P. M.; FONSECA, A. S.; PEREIRA, J. M. S. Variabilidade espacial dos percentis 75 da precipitação pluvial mensal no estado do Espírito Santo. **Engenharia na agricultura**, v. 24, n. 5, p. 393-405, 2017.

VALICHESKI, R. R.; GROSSKLAUS, F.; STÜRMER, S. L. K.; TRAMONTIN, A. L.; BAADE, E. S. A. S. Desenvolvimento de plantas de cobertura e produtividade da soja conforme atributos físicos em solo compactado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.9, p.969-977, 2012.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, v.37, p.29-38, 1934.

XAVIER, F. A. S.; MAIA, S. M. F.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S. Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas orgânico e convencional na Chapada da Ibiapaba - CE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.247-258, 2006.

YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística: conceitos + aplicações**. São Paulo: oficina de textos, 2013. 216 p.