

**ANÁLISE ESPACIAL DA TEXTURA DO SOLO EM ÁREA IRRIGADA NO CENTRO-NORTE DO BRASIL<sup>1</sup>**Marcio Nikkel<sup>2</sup> & Saulo de Oliveira Lima<sup>3</sup>

1 - Parte da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PPG-PV) na Universidade Federal do Tocantins (UFT).

2 - Engenheiro Agrônomo, Mestre em Produção Vegetal, UFT/Gurupi-TO, markel.26@hotmail.com.

3 - Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Professor da UFT/Gurupi-TO.

**Palavras-chave:**

geoestatística  
granulometria do solo  
pivô central

**RESUMO**

A irrigação é uma técnica que tem por objetivo fornecer água para suprir as necessidades hídricas de culturas agrícolas. O manejo racional da irrigação visa minimizar o consumo de energia, maximizar a eficiência do uso de água e manter favoráveis as condições de umidade do solo e de fitossanidade das plantas. A textura é considerada a característica física mais estável do solo e sua correlação com a superfície específica a torna uma das mais importantes propriedades do solo, pois determina a área de contato entre a água e as partículas sólidas. Uma vez que fatores como tipo e manejo de solo, relevo e clima interferem em propriedades do solo, gerando variabilidade espacial, o objetivo deste trabalho é comparar espacialmente a textura de solo de dois pivôs centrais no sul do Tocantins. Os dados foram coletados numa malha amostral de 165 x 150 m que foi elaborada e georeferenciada em ambos os pivôs, dividindo o pivô I em 51 pontos e o pivô II em 32 pontos. Em cada ponto foi coletado solo nas camadas 0–0,20 e 0,20–0,40 m para análise granulométrica. Em ambos os pivôs, a camada 0,0–0,20 m mostrou-se mais arenosa. O comportamento da percolação da água no solo, em ambos os pivôs, pode ser distinto, e esta informação pode ser útil para melhor ajuste da lâmina de irrigação.

**Keywords:**

geostatistics  
soil granulometry  
center pivot

**SPATIAL ANALYSIS OF SOIL TEXTURE IN IRRIGATED AREA AT BRAZILIAN NORTH-CENTER<sup>1</sup>****ABSTRACT**

Irrigation is a technique that aims to provide water to feed the water crop requirements. The rational management of irrigation aims to minimize energy consumption, maximize the efficiency of water use and maintain soil moisture and favorable plant health conditions. Soil texture is considered the most stable physical characteristic and its correlation with the specific surface makes it one of the most important soil properties since it determines the contact area between water and solid particles. Since factors such as soil type and management, relief and climate interfere with soil properties, thus producing spatial variability, the objective of this work is to spatially compare the soil texture of two center pivots in southern Tocantins. Data were collected in a grid of 165 x 150 m, which were made and georeferenced in both center pivots, dividing pivot I in 51 points and pivot II in 32 points. In each grid point, soil was collected on layer 0–0.20 and 0.20–0.40 m for granulometric analysis. In both center pivots, layer 0.0–0.20 m showed to be more sandy. Water percolation behavior on soil, in both center pivots, can be distinctive and that information can be helpful for better adjustment of irrigation blades.

## INTRODUÇÃO

A irrigação é uma técnica que tem por objetivo fornecer água para suprir as necessidades hídricas de culturas, possibilitando sua produção, seja para alimentos, madeira ou ornamentação, em melhor qualidade e com mais rendimentos. Também viabiliza o cultivo de alimentos em áreas nas quais antes não era possível a produção agrícola, sendo que em determinadas áreas favorece o cultivo de dois ou até mais ciclos de uma mesma cultura no ano (TESTEZLAF, 2001; MANTOVANI *et al.*, 2007). A finalidade básica da irrigação é proporcionar água à cultura de maneira a atender toda a exigência hídrica durante o ciclo desta, e a quantidade de água necessária a ser aplicada é de acordo, entre outros, com a espécie cultivada e o tipo de solo (EMBRAPA, 2014; PACHECO *et al.*, 2016).

Já a irrigação por pivô central é uma opção para regiões com estações do ano bem definidas, abundância de água e solos com relevo plano, características encontradas no Tocantins. Estima-se que, em 2015, o Brasil atingiu a marca de 6,95 milhões de hectares, destes, aproximadamente 1,394 Mha são irrigados por sistemas de aspersão por pivô central (ANA, 2017). Segundo GUIMARÃES & LANDAU (2014), o tamanho médio dos pivôs centrais no Brasil é de 65,96 ha; ao passo que os pivôs centrais localizados no Tocantins possuem em média 94,38 ha. Ainda nesse sentido, LANDAU *et al.* (2014) comentam que mais da metade dos pivôs centrais na região do MATOPIBA, acrônimo dos estados Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, apresenta tamanho médio entre 96 ha e 115 ha, numa amplitude que varia entre 1,76 ha e 532,34 ha. Diante disso, a possibilidade de variação dos valores de textura em áreas irrigadas por pivô central pode acontecer, como observado por DE OLIVEIRA *et al.* (2018), ao avaliar a correlação espacial dos atributos físicos de um latossolo vermelho com os componentes de produção do tomate industrial.

A textura refere-se às proporções relativas de areia, silte e argila presentes no solo (SCHAETZL & THOMPSON, 2015). LOPES (1998) afirma

que quanto menor o tamanho das partículas, mais próxima se encontra da textura argilosa, e quanto maior o tamanho das partículas, mais próxima se encontra da textura arenosa. O percentual de argila, silte e areia é considerado a característica física mais estável do solo, e sua correlação com a superfície específica a torna uma (se não a mais) importante propriedade do solo (TAVARES FILHO & MAGALHÃES, 2008).

CARDUCCI *et al.* (2011), ao caracterizarem e modelarem a retenção de água em latossolos oxidicos da região do Cerrado com diferentes classes texturais, observaram que a argila dos latossolos influenciou na retenção de água, aumentando a capilaridade e a adsorção do líquido. PETRY (2000) observou solos de três classes texturais e verificou que um solo muito argiloso apresentou maior quantidade total de água armazenada no perfil que um solo de textura franco arenosa. Solos de textura mais arenosa são leves, possuem boa drenagem e apresentam menor capacidade de retenção de água (DE BRITO *et al.*, 2015). A observação deste atributo de solo contribui na compreensão de seu comportamento e sua influência na migração de sedimentos que podem influenciar processos geológicos e de intemperismo (CASTIONE *et al.*, 2015).

Fatores como tipo e manejo, relevo, clima, entre outros, interferem em propriedades do solo, gerando variabilidade desses atributos em áreas agrícolas. YAMAMOTO & LANDIM (2013) comentam que 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 e possível estruturação espacial, podendo, assim, estabelecer uma correlação espacial. Diante disso, o objetivo deste trabalho é comparar espacialmente a textura de solo de dois pivôs centrais no sul do Tocantins.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no município de

Sucupira – TO, Brasil. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é tropical semiúmido AW (tropical de verão úmido e período de estiagem no inverno). A precipitação média anual é de 1.500 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), os quais se localizam na 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. Os solos dos pivôs são heterogêneos, possuindo manchas de latossolo vermelho amarelo e plintossolo (EMBRAPA, 2013). O histórico de área dos pivôs resume-se a 7 anos, sendo basicamente composto por plantio de soja e feijão (Tabela 1).

Em junho de 2011, foi instalado o pivô central na área 80 ha (pivô II). No ano de 2014, foi o 1º ano de cultivo de milho, como 2ª safra. A coleta de dados foi realizada no mês de março de 2014, após a colheita de soja, já durante o plantio de milho (2ª safra). A textura do solo foi medida nas camadas 0-0,20 e 0,20-0,40 m, sendo determinada pelo método da pipeta (EMBRAPA, 2011), conduzido no Laboratório de Solos, da Universidade Federal do Tocantins (UFT), *Campus* de Gurupi.

Para as análises de geoestatística, foram coletados dados em 83 pontos georreferenciados numa malha amostral de 165 x 150 m, com três repetições, estas, coletadas 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, com isso, obteve-se um ponto para cada 2,47 ha.

Para 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 de UMBELINO *et al.* (2018), em que a dependência é fraca para valores menores que 25%, moderada entre 25% e 75% e forte para valores maiores que 75%. As análises geoestatísticas foram realizadas utilizando o programa GS+ (GAMMA DESIGN SOFTWARE, 2000) e a interpolação dos dados realizada pelo método de krigagem para a confecção dos mapas por meio do programa computacional Surfer 8 (GOLDEN SOFTWARE, 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da estatística descritiva da textura do solo na camada 0,0-0,20 m (Tabela 2), verifica-se que o solo sob o pivô I apresentou, em média, maiores teores de argila que na área do pivô II: 29,51% e 26,94%, respectivamente.

Também foi constatado que o solo do pivô II possui maior teor de areia e silte. A diferença de frações granulométricas nas áreas medidas neste trabalho pode interferir no comportamento da resistência à penetração (RP), que é uma ferramenta

**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, coleta de solo para o experimento após a colheita da soja - março, plantio de milho, plantio de feijão	plantio de soja, coleta de solo para o experimento após a colheita da soja - março, plantio de milho, plantio de feijão

avaliativa da compactação do solo (SANTOS *et al.*, 2015). ASSIS *et al.* (2009), ao avaliarem a interação entre RP, umidade do solo e tipo de solo, concluíram que solos com maiores teores de argila resultam em elevados valores de RP.

Na camada 0,20-0,40 m (Tabela 3), em ambos os pivôs, observou-se aumento no teor de argila, contudo, também nesta profundidade, o solo do pivô I revelou ter maior teor de argila.

O fato de o relevo ser plano e o solo ter sido revolvido no manejo durante os anos pode ter causado a eluviação de argila para camadas mais profundas. SANTOS *et al.* (2010), ao avaliarem as alterações nas propriedades físicas e químicas do solo em área de pastagem semidegradada, pastagem degradada e floresta nativa no Brejo

Paraibano, observaram maiores teores de argila nas camadas subsuperficiais das áreas de pastagem em relação à área nativa. CASTIONE *et al.* (2015), ao caracterizarem o comportamento da variabilidade espacial das frações granulométricas de um argissolo vermelho-amarelo submetido a irrigação por pivô central, na região de Cristalina-GO, concluíram que a migração de argila para camadas subsuperficiais do solo é relacionada à gênese deste e ao carreamento de partículas pela água.

Os valores de CV foram considerados baixos e médios, segundo critérios propostos por WARRICK & NIELSEN (1980), com variações de 8% a 47%. Valores de curtose foram próximos de zero em ambos os pivôs, camadas e frações granulométricas.

**Tabela 2.** Estatística descritiva dos valores de areia, silte e argila em (%) na camada de 0-0,20 m em duas áreas irrigadas por pivô central no município de Sucupira-TO, 2014

Estatística Descritiva	Pivô 126 (I)			Pivô 80 (II)		
	Areia	Silte	Argila	Areia	Silte	Argila
Média	62,45	8,03	29,51	63,86	9,18	26,94
Mediana	61,95	8,50	30,06	65,70	9,31	26,35
Variância	30,89	14,49	36,05	30,41	4,23	27,44
Mínimo	50,85	0,08	16,65	48,20	4,76	17,50
Máximo	75,10	21,78	42,25	72,90	13,66	40,80
CV (%)	8%	47%	20%	8%	22%	19%
Assimetria	0,45	0,20	-0,09	-1,06	-0,06	0,49
Curtose	-0,42	2,27	-0,21	0,79	-0,06	0,29

CV= Coeficiente de Variação

**Tabela 3.** Estatística descritiva dos valores de areia, silte e argila em (%) na camada de 0,20-0,40 m em duas áreas irrigadas por pivô central no município de Sucupira-TO, 2014

Estatística Descritiva	Pivô 126 (I)			Pivô 80 (II)		
	Areia	Silte	Argila	Areia	Silte	Argila
Média	55,80	8,90	35,29	58,06	10,08	31,84
Mediana	55,70	9,07	35,88	59,15	10,71	32,08
Variância	38,32	10,08	36,70	27,76	9,87	25,40
Mínimo	44,20	0,10	17,76	46,80	2,80	19,37
Máximo	70,00	15,36	51,14	66,40	15,72	42,09
CV (%)	11%	35%	17%	9%	31%	15%
Assimetria	0,54	-0,27	-0,22	-0,37	-0,19	-0,22
Curtose	-0,15	0,56	0,57	-0,65	-0,61	0,29

CV= Coeficiente de Variação

O resultado do semivariograma ajustado quanto à textura na camada 0-0,20m (Tabela 4) mostra que o melhor ajuste foi o esférico e gaussiano no pivô II.

Já no pivô I, a areia melhor se ajustou ao modelo gaussiano. Silte e argila revelaram efeito pepita puro, indicando descontinuidade dos dados para distâncias menores do que a menor distância entre as amostras. Quanto ao alcance, os valores variaram de 375,2 a 480 m. PANOSSO *et al.* (2008) comentam que o alcance é um parâmetro importante no estudo do semivariograma, pois representa a distância máxima em que pontos da mesma variável estão correlacionados espacialmente.

A dependência espacial, na textura do solo para camada 0,0-0,20 m, apresentou moderada e forte dependência, conforme parâmetros descritos por UMBELINO *et al.* (2018), ao definirem zonas de manejo por meio de classes de atributos químicos

e produtividade média de soja em área de pivô central de alta produção. Os pesquisadores também verificaram variação de R<sup>2</sup>, com valores oscilando entre 0,97 e 0,81 nos critérios avaliados de amostras de solo coletadas na camada 0,0-0,20 m, ao passo que, neste trabalho, os valores de R<sup>2</sup> variaram entre 0,94 e 0,98.

Para a textura na camada 0,20-0,40 m (Tabela 5), no pivô II os modelos ajustados foram gaussiano para areia, exponencial para silte e esférico para argila.

No pivô I, o modelo gaussiano melhor se ajustou para areia, enquanto, para silte e argila, a análise do semivariograma revelou efeito pepita puro, ou seja, descontinuidade dos dados para distâncias menores do que a menor distância entre as amostras. MOTOMIYA *et al.* (2012) comentam que, quando a distribuição é completamente ao acaso, e há independência entre amostras, os

**Tabela 4.** Parâmetros ajustados ao semivariograma dos valores de areia, silte e argila (%) na camada de 0-0,20 m em duas áreas irrigadas por pivô central no município de Sucupira-TO, 2014

Parâmetro	Pivô 126 (I)			Pivô 80 (II)		
	Areia	Silte	Argila	Areia	Silte	Argila
Modelo	Gaussiano	-	-	Esférico	Gaussiano	Esférico
Efeito Pepita (Co)	1,00E-05	-	-	1,00E-05	0,0253	0,0001
Patamar (C + Co)	8,85E-05	-	-	8,72E-03	0,074184	0,03883
Variância (C)	0,0000785	-	-	0,008705	0,048884	0,03873
Alcance (a)	403,56	-	-	375,2	480	374,90
R <sup>2</sup>	0,94	-	-	0,96	0,98	0,94
SQR	3,68E-06	-	-	3,46E-06	2,52E-05	9,97E-05
ADE	99%	-	-	99%	65%	99%

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

**Tabela 5.** Parâmetros ajustados ao semivariograma dos valores de areia, silte e argila (%) na camada de 0,20-0,40 m em duas áreas irrigadas por pivô central no município de Sucupira-TO, 2014

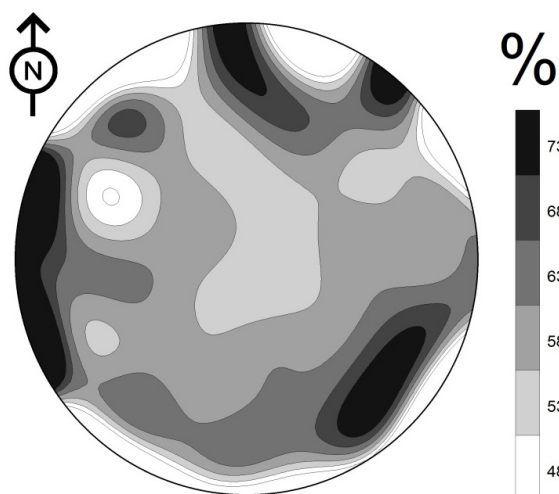
Parâmetro	Pivô 126 (I)			Pivô 80 (II)		
	Areia	Silte	Argila	Areia	Silte	Argila
Modelo	Gaussiano	-	-	Gaussiano	Exponencial	Esférico
Efeito Pepita (Co)	1,00E-05	-	-	1,71E-04	0,00278	0,000632
Patamar (C + Co)	1,21E-02	-	-	9,01E-03	0,15923	0,028945
Variância (C)	0,012137	-	-	0,0088427	0,15645	0,028313
Alcance (a)	290,98	-	-	324,75	423	325,40
R <sup>2</sup>	0,89	-	-	0,98	0,98	0,89
SQR	1,53E-05	-	-	8,12E-07	3,42E-05	6,73E-05
ADE	99%	-	-	98%	98%	97%

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

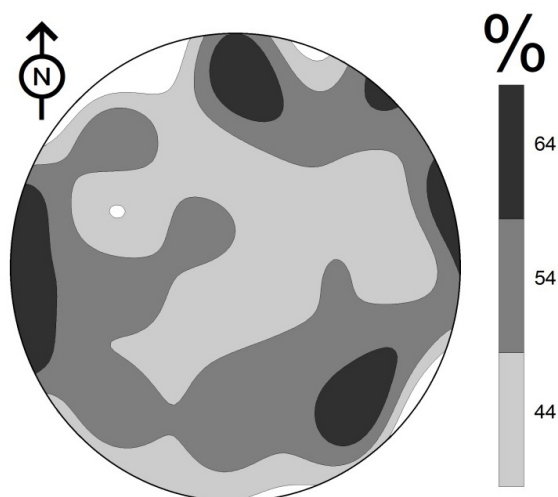
métodos da estatística clássica podem ser aplicados. Os alcances variaram entre 290 e 423 m.

Quanto ao  $R^2$ , os valores foram de 0,98 para areia e silte e 0,89 para argila no pivô II e 0,89 para areia no pivô I. O ADE foi forte em ambos os pivôs, conforme parâmetros descritos por UMBELINO *et al.* (2018).

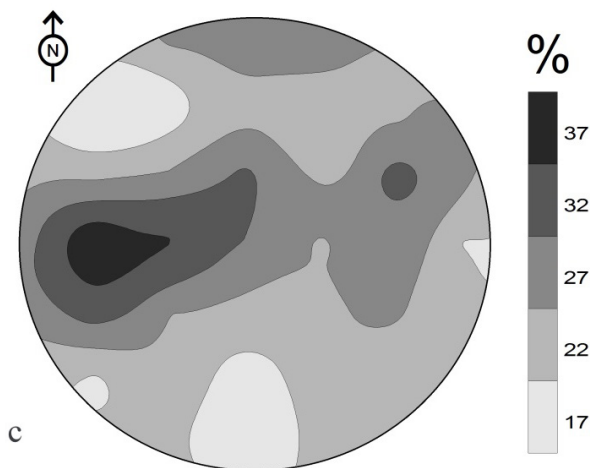
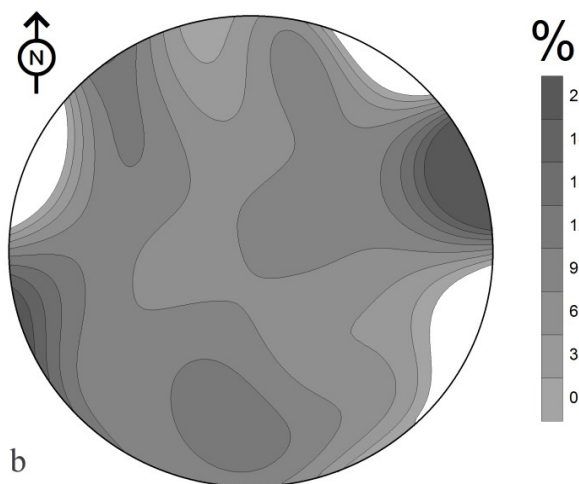
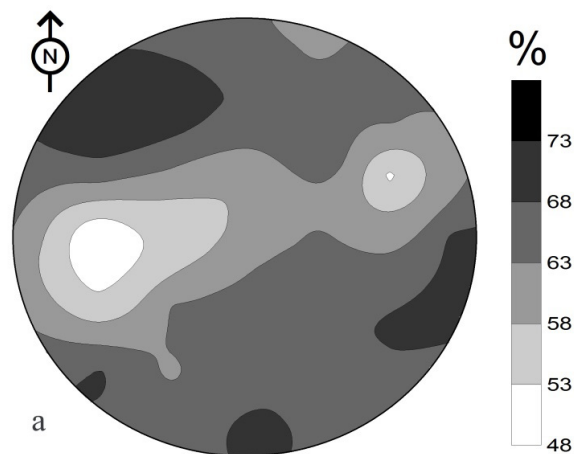
Os mapas de krigagem de areia do pivô I na camada 0,0-0,20 m e 0,20-0,40 m são apresentados nas Figuras 1 e 2, uma vez que silte e argila revelaram efeito pepita puro. As Figuras 3 e 4 apresentam os mapas de krigagem quanto à textura do pivô II nas camadas 0,0-0,20 m e 0,20-0,40 m.



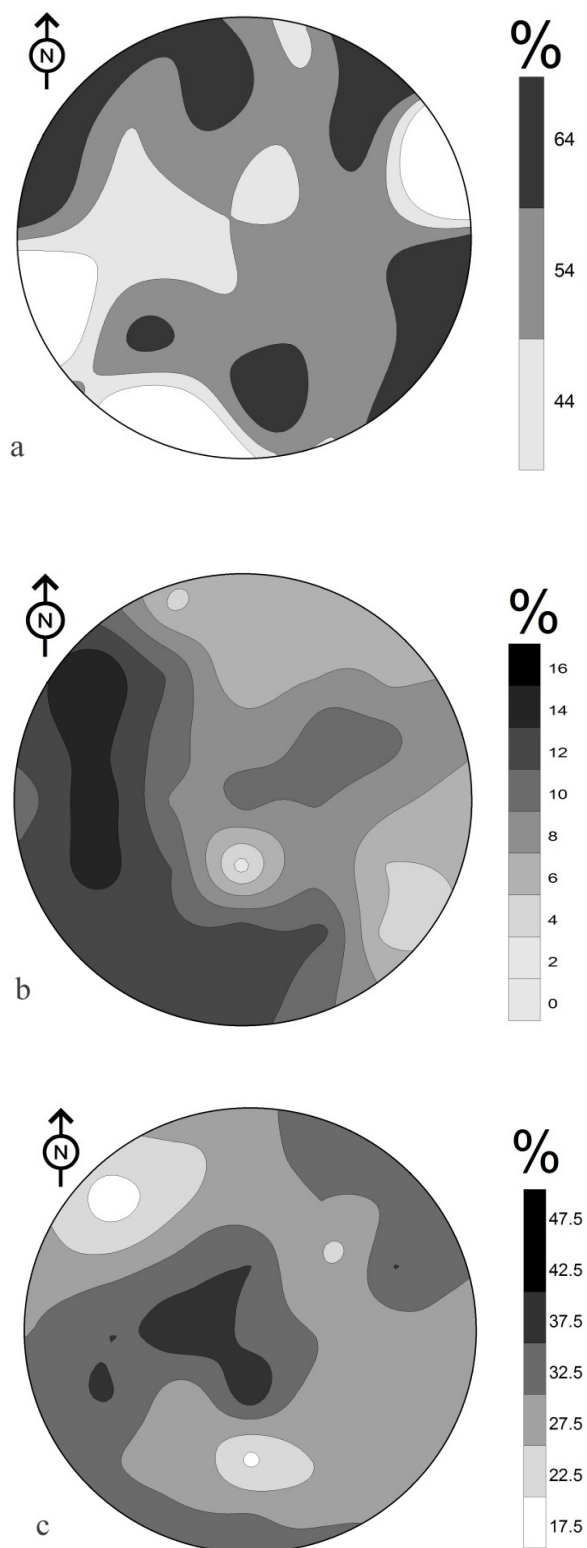
**Figura 1.** Mapa de Krigagem de areia na camada 0,0-0,20m em %, no pivô I no município de Sucupira-TO, 2014 (Fonte: Autores).



**Figura 2.** Mapa de Krigagem de areia na camada 0,20-0,40m em %, no pivô I no município de Sucupira-TO, 2014 (Fonte: Autores).



**Figura 3.** Mapa de Krigagem para textura do solo, areia (a), silte (b) e argila (c) na camada 0-0,20m em %, no pivô II no município de Sucupira-TO, 2014 (Fonte: Autores).



**Figura 4.** Mapa de Krigagem para textura do solo, areia (a), silte (b) e argila (c) na camada 0,20-0,40m em %, no pivô II no município de Sucupira-TO, 2014 (Fonte: Autores).

O estabelecimento textural do solo em áreas irrigadas é particularmente interessante, uma vez que interfere diretamente na percolação e retenção de água no solo. A quantidade de água a ser irrigada é fundamental para o suprimento adequado desta no solo de modo que não interfira nas trocas gasosas do sistema radicular, causando hipóxia temporária, nem estresse hídrico. SAFADOUST *et al.* (2014) comentam que o intervalo hídrico ótimo (IHO) foi afetado pelo manejo cultural e pela textura do solo, o que alterou a densidade deste num experimento com solos arenosos e argilosos no semiárido iraniano. Uma vez que este trabalho mostrou a variabilidade textural nos pivôs centrais, a mensuração por meio de tensiômetros e sensores em diferentes partes na área dos pivôs pode auxiliar para tentar minimizar a variabilidade textural do solo. Nesse sentido, DE BRITO *et al.* (2015), ao verificarem qual método de manejo de irrigação, por tensão ou depleção, resulta em maior produtividade para a cultura do feijoeiro em solo de textura arenosa, concluíram que não houve diferença significativa entre os métodos de irrigação aplicados.

#### CONCLUSÕES

- Em ambos os pivôs, a camada 0,0-0,20 m é mais arenosa que na camada 0,20-0,40 m, informação importante para o manejo da irrigação.
- O comportamento da percolação da água no solo, em ambos os pivôs, pode ser distinto, podendo ser utilizado para melhor ajuste da lâmina de irrigação.

#### 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 BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, R.L. *et al.* **Avaliação da resistência do solo à penetração em diferentes solos com a**

**variação do teor de água.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.29, n.4, p.558-568, 2009.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada.** Brasília: ANA, 2017. 86p.

CASTIONE, G.A.F.; SOUZA, Z.M.; SILVA, R.B.; CAMPOS, M.C.C.; DA CUNHA, J.M. **Variabilidade espacial da textura do solo em área irrigada por pivô central em diferentes posições na paisagem.** Revista Agro@ambiente, Boa Vista, v.9, n.3, p.219-226, 2015.

CARDUCCI, C.E.; OLIVEIRA, G.D.; SEVERIANO, E.D.C.; ZEVIANI, W.M. **Modelagem da curva de retenção de água de Latossolos utilizando a equação duplo van Genuchten.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.35, n.1, p.77-86, 2011.

DE BRITO, R.R.; GRASSI FILHO, H.; SAAD, J.C.C.; RIBEIRO, V.Q.; OLIVEIRA, S.R.M. **Crítérios de manejo na irrigação do feijoeiro em solo de textura arenosa.** Irriga, Botucatu, v.20, n.2, p.334-347, 2015.

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

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo.** 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Irrigação na cultura do alho.** Circular técnica 136. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2014. 24p.

GAMMA DESIGN SOFTWARE. **GS+ for Windows. Demonstration version.** Michigan: Gamma Design Software, 2000.

GOLDEN SOFTWARE. **Surfer for Windows version 8.0.** Colorado: Golden, 2002.

GUIMARAES, D.P.; LANDAU, E.C. **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil em 2013.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 106. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. 40p.

LANDAU, E.C.; GUIMARÃES, D.P.; DE SOUZA, D.L. **Caracterização ambiental das áreas com agricultura irrigada por pivôs centrais na região do Matopiba-Brasil.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 99. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. 43p.

LOPES, A.S. **Manual internacional de fertilidade do solo.** 2. ed. Piracicaba: Potafos. 1998. 177p.

MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. **Irrigação: princípios e métodos.** 2.ed. Viçosa: UFV. 2007. 358p.

MOTOMIYA, A.V.A.; MOLIN, J.P.; MOTOMIYA, W.R.; BAILO, F.H.R. **Mapeamento do índice de vegetação da diferença normalizada em lavoura de algodão.** Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v.42, n.1, p.112- 118, 2012.

DE OLIVEIRA, D.G.; DOS REIS, E.F.; MEDEIROS, J.C.; DE OLIVEIRA MARTINS, M.P.; UMBELINO, A.S. **Correlação espacial de atributos físicos do solo e produtividade de tomate industrial.** Revista Agro@ambiente, v.12, n.1, p.385-394. 2018.

PACHECO, A.; LOPES, A.S.; OLIVEIRA, G.Q.; FRANÇA, A.; SILVA, L.E. **Diferentes métodos de manejo de irrigação e doses de adubação nitrogenada nos componentes de produtividade e eficiência no uso da água.** Revista Agrarian, Dourados, v.9, n.33, p.263-273. 2016.

PANOSSO, A.R.; PEREIRA, G.T.; MARQUES JÚNIOR, J.; LA SCALA JÚNIOR, N. **Variabilidade espacial da emissão de CO<sup>2</sup> em Latossolos sob cultivo de cana-de-açúcar em diferentes sistemas de manejo.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.28, p.227-236, 2008.

PETRY, M.T. **Interação solo-planta e disponibilidade de água no solo às plantas de**



**sorgo e soja.** 2000. 127f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

SAFADOUST, A.; FEIZEE, P.; MAHBOUBI, A. A.; GHARABAGHI, B.; MOSADDEGHI, M.R.; AHRENS, B. **Least limiting water range as affected by soil texture and cropping system.** Agricultural Water Management, Amsterdam, v.136, C, p.34-41. 2014.

SANTOS, J.; ANDRADE, A.P.; SILVA, I.F.; SILVA, D.S.; SANTOS, E.; SILVA, A.G. **Atributos físicos e químicos do solo de Áreas sob Pastejo na Micro Região do Brejo Paraibano.** Ciência Rural, Santa Maria, v.40, n.12, p.2486-2492, 2010.

SANTOS, M.H.F.; RIBON, A.A.; FRENANDES, K.L.; SILVA, O.C.C.; OLIVEIRA, L.C.; SILVA, A. **Estimativa da compactação através da resistência do solo à penetração em solo sob diferentes culturas e mata nativa.** Revista Científica Eletrônica de Agronomia, Garça, v.14, n.27, p.49-62, 2015.

SCHAETZL, R; THOMPSON, L.M. **Soils: Genesis and Geomorphology.** 2 ed. Cambridge University Press, New York. 2015. 1756p.

TAVARES FILHO, J.; MAGALHÃES, F.S. **Dispersão de amostras de Latossolo Vermelho Eutroférico influenciadas por pré-tratamento para oxidação da matéria orgânica e pelo tipo de agitação mecânica.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.32, n.4, p.1429-1435, 2008.

TESTEZLAF, R.; MATSURA, E.E.; ROSTON, D.M.; PAULA JUNIOR, D.R.; PATERNIANI, J.E.S.; RIBEIRO, T.A.P. **Análise potencial de entupimento em gotejadores através da avaliação da qualidade de água de irrigação.** Revista Irriga, Botucatu, v.6, n.1, p.53-62, 2001.

UMBELINO, A.D.S.; OLIVEIRA, D.G.D.; MARTINS, M.P.D.O.; REIS, E.F.D. **Definições de zona de manejo para soja de alta produtividade.** Revista de Ciências Agrárias, Lisboa, v.41, n.3, p.91-100. 2018.

WARRICK, A.W. & NIELSEN, D.R. **Spatial variability of soil physical properties in the field.** In: HILLEL, D., ed. Applications of soil physics. New York, Academic Press, p.319-344, 1980.

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