



ESPACIALIZAÇÃO TEXTURAL DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO PARA MANEJO DA CULTURA DA PIMENTA-DO-REINO

Waylson Zancanella Quartezi¹, Julião Soares de Souza Lima², Moises Zucoloto³ & Talita Aparecida Pletsch⁴

RESUMO: O conhecimento da distribuição espacial das frações granulométricas é fundamental para o planejamento de uso e manejo do solo. O presente trabalho objetivou o mapeamento das frações granulométricas de um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico a fim de aprimorar o manejo do solo cultivado com pimenta-do-reino, utilizando análises exploratórias e geoestatística. Foi selecionada uma gleba da lavoura comercial utilizada como área experimental, totalizando 15.500 m², com 94 pontos amostrais, espaçados 18 x 12 m entre si formando uma malha regular. Com os dados coletados na região de projeção da copa da cultura na profundidade de 0 - 0,2 m, foram determinadas as frações areia fina (AF), areia grossa (AG), silte (Sil) e argila (AR). As frações granulométricas do solo apresentaram índice de dependência espacial (IDE) variando de forte a moderada na área, com exceção da fração AG que apresentou IDE fraco e ajustou ao modelo linear, sem patamar. O mapeamento das frações granulométricas do solo possibilitou formular um diagnóstico visual da área, e ainda, realização de um manejo diferenciado. A distribuição das frações granulométricas apresentou uma diferenciação no sentido longitudinal, com textura mais argilosa na região leste da área, onde os procedimentos com relação ao manejo hídrico e a recomendação de adubação do solo devem ser diferenciados.

PALAVRAS-CHAVE: frações granulométricas, geoestatística, krigagem.

MAPPING OF GRANULOMETRIC FRACTIONS OF A TYPIC RED-YELLOW OXISOL FOR MANAGEMENT THE BLACK PEPPER CROP

ABSTRACT: Information on the spatial distribution of particle size fractions is essential for use planning and management of soils. This study aimed to investigate a set of data, seeking to assess the spatial texture of a red-yellow Oxisol for management of the culture of black pepper, through exploratory analysis and geostatistics. To obtain the data, was selected a tract of commercial farm used as the experimental area, with a total of 15.500 m², 94 sampling points and spaced 18 x 12 m between them forming a regular grid. Data were collected in the region of projection of the canopy at a depth from 0 to 0.2 m. For each sample, the fractions were determined fine sand, coarse sand, silt and clay. The fractions of the soil showed a spatial dependence structure with index ranging from strong to moderate in the area, except the AG featuring weak spatial dependency index and adjustment linear model without threshold. Given the scenarios found, it was observed that the spatial distribution of soil fractions allows the realization of a management, so differentiated to the culture of black pepper.

KEYWORDS: granulometric fractions, geostatistics, kriging.

¹ IFES - Instituto Federal do Espírito Santo UNIVEN - Faculdade Capixaba de Nova Venécia. E-mail: waylson@yahoo.com.br

² CCA/UFES - Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo. E-mail: limajss@yahoo.com.br

³ CCA/UFES - Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo. E-mail: moiseszucoloto@hotmail.com

⁴ MULTIVIX - Faculdade Capixaba de Nova Venécia. E-mail: talitapletsch@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

A pimenteira-do-reino é uma especiaria importante no comércio agrícola internacional, sendo o Brasil um dos maiores produtores, com a produção concentrada nos estados do Pará e Espírito Santo (BOARI, 2008). No cultivo da pimenta-do-reino, com bons resultados, a maior exigência refere-se às propriedades físicas do solo (DIAS, 2006). Segundo Serrano et al. (2006), o solo deve apresentar boa drenagem evitando encharcamentos, que acarretam morte das raízes pela ação de fungos causadores da fusariose, fator limitante na produtividade e longevidade da cultura.

No estado do Espírito Santo, os sedimentos do Terciário formam os tabuleiros costeiros, que são depósitos de sedimentos do Grupo Barreiras. Segundo Zangrande (1985) e Arcanjo (1990), esses sedimentos tipicamente com baixos teores de Fe, desenvolvidos, cauliniticos, com esqueleto quartzoso mal selecionado, favorece, sobremaneira, o adensamento dos solos deles originados. Silva & Ribeiro (1998) afirmaram que as camadas endurecidas observadas em Latossolos dos tabuleiros costeiros do Espírito Santo devem-se ao acúmulo de partículas de argila oriundas dos horizontes superiores, as quais preencheriam poros (macro e microporos), aumentando a densidade do solo e tornando o horizonte muito coeso e adensado. Essa suposição foi posteriormente confirmada pelos estudos micromorfológicos desenvolvidos por Corrêa et al. (2008).

Sabendo que, a recomendação da necessidade de nutrientes como o Fósforo (P), depende da textura do solo (MOREIRA, 2006), a falta de conhecimento do comportamento das frações granulométricas, dificulta a obtenção de plantações com alta produtividade. Portanto, torna-se indispensável o estudo de novas técnicas no manejo da cultura e sua aplicabilidade.

Tendo em vista a característica de heterogeneidade das variáveis de solo, o conhecimento da variabilidade espacial das frações granulométricas se torna fundamental na escolha e execução do manejo no que diz respeito a dinâmica de água e nutrientes no solo, objetivando a otimização da produção, maximização dos lucros e proteção ao meio ambiente. O comportamento diferenciado, dos atributos do solo em diferentes locais da paisagem pode ser entendido pela caracterização da variabilidade espacial deles mediante técnicas de geoestatística. Estudos de solos mostram que, independente do histórico de manejo, ocorre à variabilidade de atributos químicos e físicos (SOUZA et al., 2003a; SOUZA et al., 2004b), e Lima et al. (2007). Os mesmos autores relatam que a variabilidade espacial dos atributos do solo, deve ser conhecida, a fim de minimizar os erros de amostragem e auxiliar no manejo do solo, por meio da predição de valores em pontos não amostrados.

Essa predição em locais não medidos, torna necessário quando se objetiva a geração de mapas de isovalores

para fins de modelagem do comportamento do atributo na área. Para Machado et al. (2006), o mapeamento de características ou propriedades do solo, possibilitou a obtenção e estabelecimento de zonas de manejo, que segundo Schepers et al. (2004), são regiões dentro do talhão que possuem características semelhantes, necessitando da mesma quantidade de insumos e resultando no mesmo potencial produtivo. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo, mapear a textura de um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, por meio de análises exploratórias e geoestatística, para o cultivo da pimenta-do-reino, visando definir unidades de manejo, no que tange respeito à disponibilidade de água e nutrientes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em uma lavoura comercial de pimenta-do-reino, localizada no Distrito de Nestor Gomes, no município de São Mateus, Norte do Estado do Espírito Santo. As coordenadas geográficas centrais da área são: 18°43'37" de latitude Sul e 40° 05'51" de longitude W de Greenwich com altitude média de 87 m.

O solo da área foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de solos e textura franco argiloso arenosa. Apresentando boas características físicas, por serem bem drenados, com boa infiltração e profundos, porém com fertilidade natural baixa. O clima, classificado por Köppen, é do tipo Aw, com estação seca no inverno e verão quente e chuvoso. Os dados climáticos baseados em série histórica de 30 anos apresentaram as seguintes temperaturas médias: anual de 24,8 °C, do mês mais frio de 19,8 °C, do mês mais quente de 29,8 °C e precipitação média anual acumulada de 1.288 mm (INCAPER, 2009). A variedade utilizada é a Bragantina, com quatro anos de idade, proveniente de mudas oriundas de propagação vegetativa, utilizando estacas herbáceas. O espaçamento da cultura é de 3,0 x 2,0 m, em sistema de fileira simples com camalhões para evitar encharcamento. Um sistema de irrigação por aspersão em turno de rega fixo a cada 4 dias forneceu uma lâmina d'água de 100 mm. mês⁻¹ para os meses com maior evapotranspiração e 70 mm. mês⁻¹ para os meses com menor evapotranspiração.

Para obtenção dos dados, foi selecionada uma gleba de 162 m de comprimento e 96 m de largura, compreendendo uma área igual a 15.500 m², com 94 pontos amostrais espaçados 18 x 12 m entre si, formando uma malha regular. Cada ponto amostral representa uma área de 216 m², com exceção de 4 pontos, distribuídos em diagonal no sentido Noroeste - Sudeste (No - Se) na área e amostrados a uma distancia menor de 18 m x 6 m (108 m²), com o objetivo de obter melhores ajustes dos dados aos modelos teóricos na análise estrutural ou análise variográfica. Os pontos de amostragens do solo corresponderam às regiões de projeção da copa da pimenta-do-reino, na profundidade de 0 - 0,2 m, já que,

segundo Dias (2006) a cultura possui sistema radicular fasciculado (cabeleira) com maior crescimento e desenvolvimento no sentido horizontal, o que justificou todo o estudo a profundidades superficiais do solo.

As amostras de solo foram encaminhadas para o Laboratório de Física do solo para a determinação das frações areia grossa (AG), areia fina (AF), silte (Sil) e argila (AR) pelo Método da Pipeta (EMBRAPA, 1997).

Na primeira fase da avaliação, uma análise descritiva foi feita, no intuito de avaliar parâmetros estatísticos como medidas de posição e dispersão, e a presença de valores discrepantes (outliers), com o auxílio da análise estatística descritiva proposta por Vieira (2000), utilizando os softwares Estatística versão 7.0 (STAT SOFT, 2004). A verificação da normalidade dos dados foi feita com base na aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnof (KS) a 5% de probabilidade. Para a identificação dos valores discrepantes utilizou-se a análise da dispersão dos quartis, repetindo esse procedimento até um ponto em que esses valores extremos passaram a não mais existir no conjunto de dados.

Para que o variograma possa ser construído e interpretado, os dados devem preencher certas condições de estacionaridade (LANDIM, 2000). Essa exigência imposta pela geoestatística em relação à estacionaridade dos dados foi avaliada com a construção dos gráficos de média versus desvio padrão, calculado para cada linha e coluna de cada atributo. De modo que, segundo Isaaks & Srivastava (1989), a média e a variância dos dados não devem apresentar correlação na área em estudo, para que ocorra a estacionaridade, sendo a avaliação da proporcionalidade da variância dos dados em torno da média determinada pela significância da análise de regressão linear ao nível de 5% de probabilidade.

Com a falta de estacionaridade dos dados, adotou-se procedimento proposto por Vieira (2000), que consiste em utilizar o método da superfície parabólica de tendência de grau dois e trabalhar com os resíduos para tentar ter assim, um processo intrinsecamente estacionário. Assumida a hipótese de estacionaridade, os dados foram submetidos à análise geoestatística no intuito de verificar a existência, e quando presente, quantificar o grau de dependência espacial dos valores dos atributos estudados, descrito por Vieira (2000).

O software GS+ versão 7.0 (ROBERTSON, 2004) aplica a metodologia dos mínimos quadrados para os ajustes dos modelos teóricos aos dados, tendo como critérios para seleção, o coeficiente de determinação (R2), a soma de quadrados de resíduos (SQR) e o coeficiente de correlação da validação cruzada. Para a determinação do índice de dependência espacial (IDE) foi utilizada a relação $[C/(C_0 + C)] * 100$ e classificação propostos por Zimback (2001), considerando dependência espacial fraca ($IDE < 25\%$); moderada ($25\% \leq IDE \leq 75\%$) e forte ($IDE > 75\%$). Para estimar valores de frações areia fina (AF), areia grossa (AG), silte (Sil) e argila (AR) em

locais não amostrados, utilizou-se a krigagem ordinária. Este interpolador geoestatístico utiliza-se de um estimador linear não-viciado com mínima variância e leva em consideração a estrutura de variabilidade espacial encontrada para o atributo, sendo definido pela seguinte equação:

$$\hat{Z}(x_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(x_i) \tag{1}$$

em que

- $\hat{Z}(x_0)$ = valor estimado para local x_0 não amostrado;
- $Z(x_i)$ = valor obtido por amostragem no campo;
- λ_i = peso associado ao valor medido na posição x_i .

Os mapas temáticos de contorno (isolinhas) foram gerados com o software Surfer 8.0 (GOLDEN SOFTWARE, 2002).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se uma distribuição unilateral dos outliers para todas as frações, com exceção da areia grossa (AG) que não apresentou estes valores. Após a retirada destes pontos discrepantes uma nova análise foi realizada (Tabela 1).

Assim, as frações do solo correspondentes às amostras, foram analisadas por meio da estatística descritiva (Tabela 1). Podendo se observar que, com distribuição assimétrica à esquerda estão às frações areia fina (AF), silte (Sil) e argila (AR), e com assimetria à direita, indicando maior concentração dos dados abaixo da média, esta a AG. Com relação ao grau de achatamento da curva de distribuição, as frações AG e AF apresentaram distribuição mesocúrtica e em cume (leptocúrtica) respectivamente, e as demais frações com curtose negativa (platicúrtica), ou seja, com maior dispersão dos dados em torno da média.

Tabela 1: Estatística descritiva das frações do solo na área com cultivo da pimenta-do-reino

Atributos	Valores			Coeficientes			DN		
	Média	Md	D.P.	Mín.	Máx.	CV		C _s	C _k
AG (g kg ⁻¹)	476,1	475,6	86,3	278,7	725,6	18,1	0,3	0,0	Ns
AF (g kg ⁻¹)	108,6	107,5	18,6	52,0	148,7	17,1	-0,6	1,2	Ns
Sil (g kg ⁻¹)	131,1	135,3	27,4	65,0	188,1	20,9	-0,3	-0,3	Ns
AR (g kg ⁻¹)	286,1	281,5	67,5	83,0	444,0	23,6	-0,1	-0,1	Ns

AG: areia grossa; AF: areia fina; Sil: silte; AR: argila; Md: mediana; D.P.: desvio-padrão; Mín.: valor mínimo; Máx.: valor máximo; CV: coeficiente de variação; C_s: coeficiente de assimetria; C_k: coeficiente de curtose; DN: distribuição normal; ns: não significativo a 5% pelo teste de Kolmogorov-Smirnof (KS), portanto,

distribuição normal dos dados e *: distribuição não normal.

Classificando os coeficientes de variação (CV) conforme Warrick & Nielsen (1980), temos todas as frações entre 12 e 60%, classificadas como de média variação, assim como encontrado por Lima et al. (2007) para um solo cultivado com pimenta-do-reino, com mesma classificação e localização geográfica da área experimental, com coordenadas próximas da lavoura em estudo. As frações grosseiras AG e AF apresentaram as menores amplitudes totais, revelando maior uniformidade, caracterizada pelo menor Coeficiente de Variação (CV), quando comparadas as frações finas Sil e AR. O maior CV foi observado para a AR, justificada por uma maior amplitude, podendo estar relacionada com a sua movimentação no solo, no carreamento de frações por percolação e escoamento superficial. O CV apresentado, variando entre 17,1% a 23,6%, pelas frações granulométricas já era esperado, devido a uma característica de formação do solo e da topografia plana. De acordo com Souza et al. (2004a), as frações granulométricas dos latossolos são atributos estáveis, portanto, sofrem poucas alterações por ação do intemperismo ao longo do tempo, apresentando assim valores médios de CV. Isto se deve a predominância na composição dos latossolos de minerais como os argilominerais 1:1 e minerais primários quartzo e feldspatos, resistentes ao intemperismo.

Semelhanças entre as medidas de posição (média e mediana) sugerem um possível ajuste dos dados a distribuição normal. Os dados da fração AG, colaboram para esta afirmação, já que os valores da média e mediana para este atributo são próximos, e o mesmo apresentou distribuição normal pelo teste Kolmogorov-Smirnov (KS). Os resultados observados são semelhantes aqueles obtidos por Souza et al. (2003b) para as frações AG e Sil e por Campos et al. (2007) para a fração AF e AR, no que diz respeito à distribuição normal. Porém, a normalidade dos dados não é uma exigência da geoestatística, para sua aplicabilidade é apenas conveniente que o atributo não apresente extremidades da distribuição muito longas, para não comprometer as análises (CRESSIE, 1991).

Os resultados da análise do efeito proporcional dos atributos em estudo são apresentados na Figura 1. Na análise de regressão linear, o desvio-padrão não apresentou diferença significativa em função da variação da média dos dados, com exceção para o atributo AG que indicou a predominância de um processo não estacionário, conforme Gonçalves (2001).

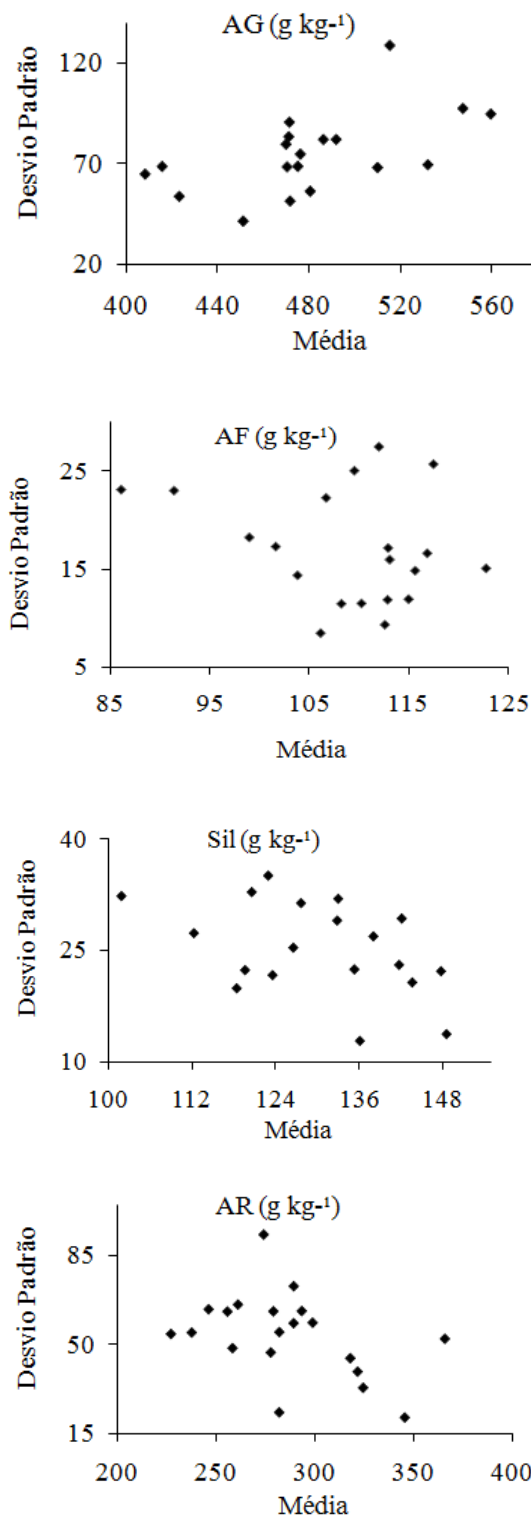


Figura 1: Gráficos do desvio-padrão versus a média dos dados em linhas e colunas para as frações, areia grossa (AG), areia fina (AF), silte (Sil) e argila (AR).

Confirmado o comportamento dos atributos, com os mesmos não mostrando problemas quanto às hipóteses necessárias ao emprego do estudo da variabilidade espacial pela geoestatística, possibilitou-se a análise da

variabilidade espacial por meio de variogramas escalonados pela variância (Figura 2). Para o caso da AG, estimou-se segundo a superfície parabólica de tendência em função das coordenadas (x e y), de acordo com Davis (1986) e trabalhou-se com os resíduos encontrados pelo modelo $AG_{est} = a+bx$ para estimar a areia grossa (AG). Nesta análise, o variograma não atingiu o patamar esperado, não conseguindo retirar a tendência linear apresentada da semivariância com a distância de amostragem e, nesse caso, trabalhou-se com os dados originais.

Os parâmetros e modelos ajustados são apresentados na Tabela 2. Observou-se que todas as frações apresentaram ajustes ao modelo exponencial (EXP), com exceção para o atributo AG que apresentou um ajuste ao modelo linear (LIN) sem patamar, indicando uma capacidade infinita de dispersão na área de estudo, ou que a densidade de pontos amostrados não foi suficiente para definir a estacionaridade, ou seja, atingir o patamar.

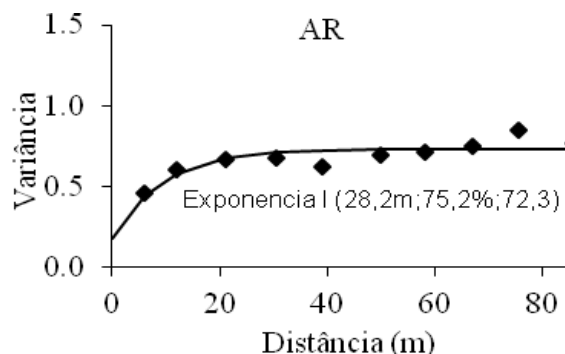
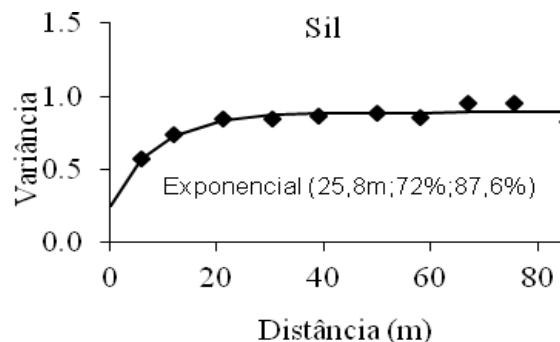
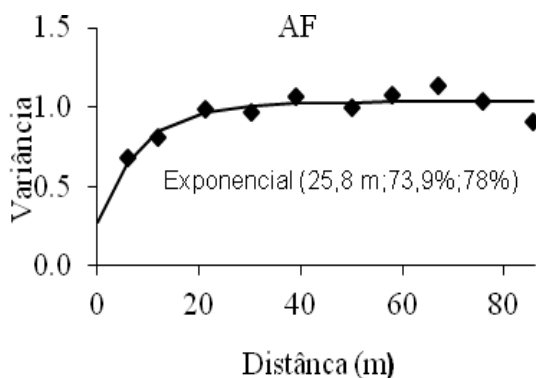
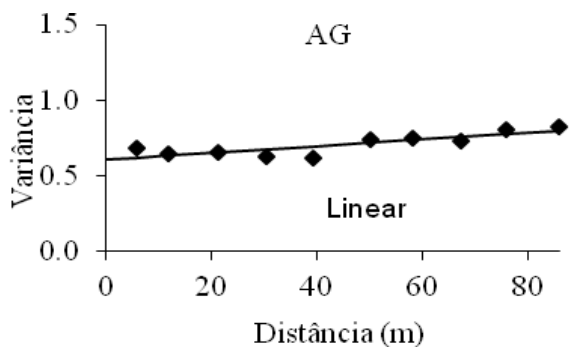


Figura 2: Variogramas escalonados das frações do solo, areia grossa (AG), areia fina (AF), silte (Sil) e argila (AR).

Para as frações Sil e AF o mesmo padrão espacial foi verificado, com alcance de 25,8 m. Segundo Lima et al. (2007), em um solo também cultivado com pimenta-do-reino na mesma região de estudo, o modelo exponencial ajustou-se aos dados de areia fina (AF), com alcance de dependência espacial de 33,4 m e as demais frações granulométricas apresentaram efeito pepita puro (EPP) para a distância de amostragem de 2,5 m.

Tabela 3: Resultado dos modelos ajustados e parâmetros dos variogramas escalonados para os atributos físicos do solo

Atributos	Modelo	a (m)	C ₀	C ₀ +C	IDE (%)	R ² (%)	Validação cruzada	
							R	p-valor
AG	LIN	-	0,61	0,79	23,9	69,0	-	-
AF	EXP	25,8	0,27	1,03	73,9	78,0	0,24	0,025
Sil	EXP	25,8	0,25	0,89	72,0	87,6	0,32	0,030
AR	EXP	28,2	0,18	0,73	75,2	72,3	0,58	0,000

ESF: modelo esférico; EXP: modelo exponencial; EPP: efeito pepita puro; LIN: modelo linear; a: alcance; C₀: efeito pepita; C₀+C: patamar; IDE: índice de dependência espacial (C/C₀+C); R²: coeficiente de determinação do ajuste; r: coeficiente de correlação da validação cruzada e p-valor: nível de significância do

valor observado pelo valor estimado pela validação cruzada.

O índice de dependência espacial (IDE) apresentou, segundo classificação de Zimback (2001), forte dependência (IDE > 75%) para a fração AR; moderada (IDE entre 25% a 75%) para Sil e AF e; fraca dependência para a AG com IDE < 25%. O Coeficiente de determinação múltipla R² variou de 69,0% (AG) a 87,6% (Sil), sendo que, quando R² for acima de 50%, melhor será a estimativa de valores não medidos utilizando o método de interpolação krigagem ordinária.

Por meio do método de interpolação por krigagem, foi possível a confecção de mapas temáticos com isolinhas que representam os valores dos atributos do solo na área, para um estudo visual do comportamento da variabilidade, dependência espacial e suas relações espaciais, mostrados na Figura 3. Observou-se nos mapas das frações Sil e AR, variações dos seus valores no solo no sentido de maior comprimento da área, com um aumento dos teores de ambas as frações à medida que se percorre a área em direção à direita do mapa. Esse comportamento pode estar atrelado ao gradiente topográfico existente na área no sentido Leste-Oeste (L-O), que foi de 2,5%, já que, estudos realizados por Simões et al. (2006) verificaram que o manejo do solo e a posição da área na toposeqüência do terreno influenciam a variabilidade espacial dos teores de areia, silte e argila. E ainda, Segundo Ferreira et al. (1999), nas partes mais baixas das toposeqüências, verifica-se maior concentração de Si, proveniente do fluxo lateral e vertical da água pela ação da drenagem, aumentando, conseqüentemente, o teor de caulinita (argilomineral) e fazendo com que o solo desenvolva uma textura mais densa.

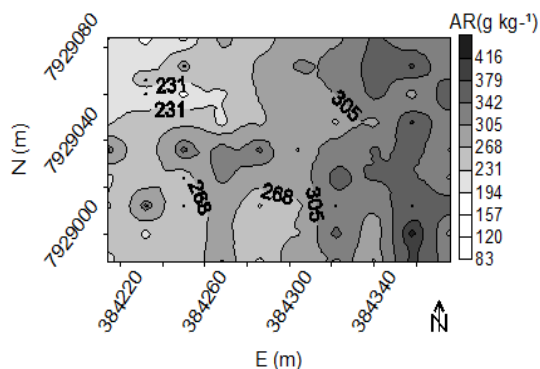


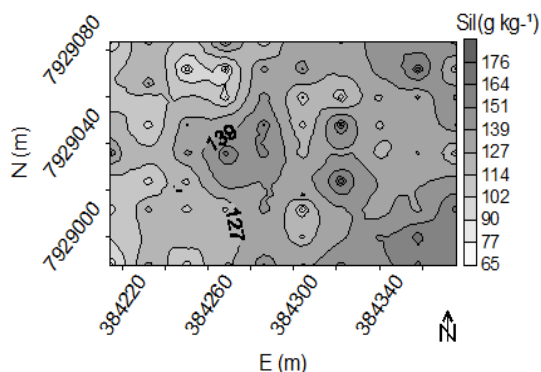
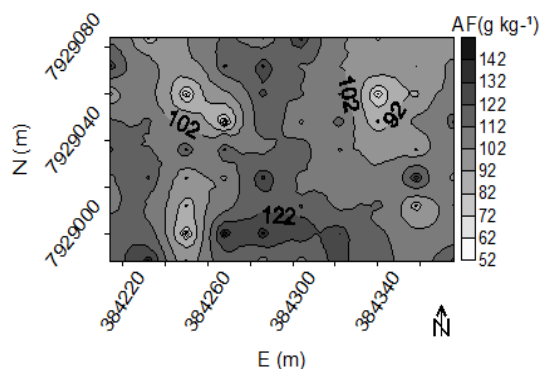
Figura 3: Mapas temáticos de isolinhas das frações, areia fina (AF), silte (Sil) e argila (AR).

Para Silveira e Cunha (2002), numa área cultivada, além da variabilidade natural, existem fontes adicionais de heterogeneidade no solo, por causa do manejo exercido pelo homem das mais variadas formas. Neste caso a fonte de variação envolve o manejo hídrico da área, que é suplementado com irrigação por aspersão em turno de rega fixo, que pode ter provocado o carreamento das frações finas do solo (Sil e AR) por percolação para camadas inferiores e partes mais baixas do terreno, ocorrendo assim um acúmulo de AF. Segundo Bertol et al. (2004), tais variações, mais pronunciadas nos sistemas convencionais de preparo do solo do que nos conservacionistas, influenciam principalmente o acúmulo de material orgânico, a infiltração da água no solo e a erosão hídrica.

Para as frações AR e AF, pôde-se observar uma distribuição antagônica dos seus teores na área, como observado por Campos (2007), com maiores concentrações de AF onde os teores de AR foram baixos e vice-versa.

A análise da espacialização das frações granulométricas do solo nos possibilita formular um diagnóstico visual da área, objetivando um manejo da cultura, influenciado pelos fatores físicos do solo, diferenciado no sentido longitudinal da área, de forma que, um maior cuidado deve ser tomado na região leste, com relação ao manejo hídrico, a recomendação de adubação do solo e a incidência de fungos fitopatogênicos, do gênero Fusarium, causadores de podridões radiculares.

Quanto à fertilidade do solo, de acordo com Dadalto e Fullin (2007) a recomendação da necessidade de nutrientes como o fósforo (P), depende do ciclo da cultura e da textura do solo. Com a classificação da concentração de fósforo no solo variando entre as texturas argilosa, média e arenosa. Segundo Embrapa (2006), solos com composição granulométricas de 350g.kg⁻¹ a 600g.kg⁻¹ de argila, possuem textura argilosa, classificação textural esta, evidenciada na região leste da área no mapa, com uma provável maior taxa de adsorção de fósforo. Portanto a reposição do



nutriente, com aplicação de fontes de adubos fosfatados, seria diferenciada para essa região da área.

4 CONCLUSÃO

1. A fração AG apresentou necessidade de remoção de tendência, e com o ajuste do variograma aos resíduos, o mesmo não atingiu o patamar esperado, não conseguindo retirar a tendência linear apresentada. Com exceção da fração AG que apresentou grau de dependência espacial fraca, ajustando-se ao modelo linear, todas as frações apresentaram estrutura de dependência espacial com grau variando de forte a moderado, e variograma ajustando ao modelo exponencial.

2. Visto que a distribuição das frações granulométricas apresentou dependência espacial na área de estudo, seria errôneo considerar apenas os valores médios das frações granulométricas do solo.

3. O mapeamento das frações granulométricas do solo possibilitou formular um diagnóstico visual da área, objetivando um melhor manejo da cultura;

4. A distribuição das frações granulométricas ao longo da área apresentou uma diferenciação no sentido longitudinal da área, de forma que, um maior cuidado deve ser tomado na região leste, com relação ao manejo hídrico, a recomendação de adubação do solo e a incidência de fungos fitopatogênicos, do gênero *Fusarium*, causadores de podridões radiculares.

5 REFERÊNCIAS

BERTOL, I. et al. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 28, n.1, p. 155-163, 2004.

BOARI, A. J. **Avaliação do banco ativo de germoplasma de pimenteira-do-reino quanto à virose e elaboração de estratégia de controle**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. 22 p.

CAMPOS, M. C. C. et al. Variabilidade espacial da textura de solos de diferentes materiais de origem em Pereira Barreto, SP. **Revista Ciência Agronômica, Viçosa-MG**, v. 38, n. 2, p. 149-157, 2007.

CORRÊA, M. M. et al. Caracterização física, química, mineralógica e micromorfológica de horizontes coesos e fragipãs de solos vermelhos e amarelos do ambiente tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa-MG**, v. 32, n.1, p. 297-313, 2008.

DADALTO, G. G.; FULLIN, E. A. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo**. Vitória: SEEA/INCAPER, 2007. 305 p.

DIAS, A. G. **O cultivo da pimenta-do-reino: produção de especiarias de qualidade**. Vitória: Incaper, 2006. 202 p.

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

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FERREIRA, M.M.; FERNANDES, B.; CURI, N. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos da Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n.3 , p. 515-524, 1999.

GOLDEN SOFTWARE. **Surfer: surface mapping system**. Version 8.00. Colorado: Golden Software, Inc, 2002. 1 CD-ROM.

GONÇALVES, A. C. A.; FOLEGATTI, M. V.; MATA, J. D. V. Análises exploratória e geoestatística da variabilidade de propriedades físicas de um Argissolo Vermelho. **Acta Scientiarum, Maringá**, v. 23, n. 5, p. 1149-1157, 2001.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. Série Histórica. In:_____ **Meteorologia e recursos hídricos**. Vitória, 2009. Disponível em: <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/index.php?pagina=saomateus_sh>. Acesso em: 21 jan. 2008.

ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. **Applied geostatistics: introduction to applied geostatistics**. Oxford: University Press, 1989. 561 p.

LANDIM, P. M. B. **Introdução aos métodos de estimação espacial para confecção de mapas**. Rio Claro: UNESP, IGCE, DGA, Lab. Geomatemática, 2000. 20 p. (Texto Didático, 2).

LIMA, J. S. S.; OLIVEIRA, R. B.; QUARTEZANI, W. Z. Variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob cultivo de

- pimenta-do-reino. **Engenharia na Agricultura, Viçosa**, v. 15, n. 3, p. 290-298, 2007.
- MACHADO, P. L. O. A. et al. Mapeamento da condutividade elétrica e relação com a argila de Latossolo sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 41, n. 6, p. 1023-1031, 2006.
- MOREIRA, F. L. M. et al. Adsorção de fósforo em solos do Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica, Fortaleza**, v. 37, n. 1, p. 7-12, 2006.
- ROBERTSON, G. P. **GS⁺**: geostatistics for the environmental sciences: **GS⁺ user's guide**. Plainwell: Gamma Design Software, 2004. 152 p.
- SCHEPERS, A. R. et al. Appropriateness of management zones for characterizing spatial variability of soil properties and irrigated com yields across years. **Agronomy Journal, Madison**, v. 96, n.1, p. 195-203, 2004.
- SERRANO, L. A. L.; LIMA, I. M.; MARTINS, M. V. V. **A cultura da pimenta-do-reino do Estado do Espírito Santo**. Vitória: Incaper, 2006. 36 p.
- SILVA, A. J. N.; RIBEIRO, M. R. Caracterização de Latossolo Amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no Estado de Alagoas: propriedades químicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa**, v. 22, n.2, p. 291-299, 1998.
- SILVEIRA, P. M.; CUNHA, A. A. Variabilidade de micronutrientes, matéria orgânica e argila de um latossolo submetido a sistemas de preparo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 37, n. 9, p. 1325-1332, 2002.
- SIMÕES, W. L. et al. Variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo Vermelho Distroférrico, submetido a diferentes manejos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa, MG**, v. 30, n. 6, p. 1061-1068, 2006.
- SOUZA, C. K. et al. Influência do relevo na variação anisotrópica dos atributos químicos e granulométricos de uma latossolo em Jaboticabal-SP. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v. 23, n. 3, p. 486-495, 2003a.
- SOUZA, C. K. et al. Influencia do relevo e erosão na variabilidade espacial de um Latossolo em Jaboticabal (SP). **Revista Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa**, v. 27, n. 6, p. 1067-1074, 2003b.
- SOUZA, Z. M. et al. Variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo Vermelho sob cultivo de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, Campina Grande**, v.8, n.1, p. 51-58, 2004a.
- SOUZA, Z. M. et al. Variabilidade espacial do pH, Ca, Mg e V% do solo em diferentes formas do relevo sob cultivo de cana-de-acucar. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 34, n. 6, p. 1763-1771, 2004b.
- STAT SOFT. Programa statistica for windows. 7. ed. Tulsa, 2004. 1 CD-ROM.
- VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In. NOVAES, R. F.; ALVAREZ V. V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Tópicos em ciências do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p. 2-54.
- 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, 1980. p. 319-344.
- ZANGRANDE, M. B. **Caracterização e interpretação para uso de um Podzólico Vermelho-Amarelo abruptico dos platôs litorâneos no norte do Espírito Santo**. 1985. 81 f. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1985.
- ZIMBACK, C. R. L. **Análise especial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade**. 2001. 114 f. Tese (Livre-Docência em Levantamento do Solo e Fotopedologia)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.