

## **Artigo 2 – Rafaelly Suzanye da Silva Santos**

Artigo: Bolfe, E.L.; Gomes, J.B.V.; Fontes, H.R. Variabilidade espacial de atributos do solo como subsídio para produção integrada de frutas em perímetro irrigado no nordeste do Brasil. Anais XIII – Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 67-74.

### **Resenha**

#### **1. Objetivos**

Mapear as variações espaciais das características e potencialidade ambiental dos solos de uma área conduzida com a cultura do coco no nordeste do Brasil, por meio da modelagem geoespacial das propriedades químicas desse solo, avaliando sua importância para a tomada de decisão no âmbito da atividade produtiva em um sistema de produção integrada de frutas.

#### **2. Metodologia**

**a) Área de estudo:** A área do presente estudo localiza-se no Perímetro Irrigado de Neópolis (Neópolis, SE), entre as coordenadas UTM (*Projeção Universal Transversal de Mercator*) 8.853.300 / 8.854.200 mN e 749.200 / 750.100 mE, na propriedade da empresa Frutese. O clima da região é do tipo As' (segundo Köppen), que corresponde ao clima tropical chuvoso com verão seco. A temperatura média anual é de 25,6°C, com precipitação média anual de 1.181 mm. Nesta área são cultivados 35,98 ha com coqueiro anão de 7 anos de idade, irrigados por micro-aspersão.

**b) Amostragem:** O mapeamento foi realizado com a observação dos solos ocorrentes por meio de 93 microtrincheiras, complementadas com tradagens. A variabilidade de solos da área exigiu a descrição de diferentes perfis de solo (profundidades de 0-20 cm, de 20-40 cm e de 100-130 cm). Em todas as amostras foram realizadas análises físicas e químicas, que seguiram, de forma geral, as recomendações da Embrapa (1997). Foram determinados granulometria, Al, Ca e Mg trocáveis, acidez potencial (Al+H), K e Na trocáveis, pH em água, P assimilável e C orgânico. Com os resultados obtidos nas análises do complexo sortivo, foram calculadas a soma de bases trocáveis (SB), a capacidade de troca catiônica total (CTC) e as saturações por bases (V) e por Al (m).

**c) Métodos geostatísticos:** Para análise de variabilidade espacial dos atributos químicos, utilizou-se técnicas de geostatística, segundo Vieira et al. (1983). Para isso, locou-se as coordenadas geográficas dos pontos amostrais por meio de sistema de posicionamento global por satélite (GPS). De posse dos dados de laboratório de análise de solos, elaborou-se uma tabela contendo as coordenadas geográficas (x e y) dos pontos amostrais e os valores correspondentes a cada atributo estudado. Após, para a análise geostatística, procedeu-se à verificação da existência de dependência espacial, por meio do semivariograma.

A análise da dependência espacial é baseada na suposição de que medições separadas por distâncias pequenas são mais semelhantes umas às outras, que aquelas separadas por distâncias maiores. O alcance depende do tamanho da área amostrada e da escala de observação realizada, sendo tanto maior quanto maior for o intervalo entre medidas

(Trangmar et al., 1985). Neste estudo, foi adotado o alcance prático, correspondente a 95 % do patamar para discussão dos semivariogramas ajustados ao modelo esférico.

O ajuste matemático dos dados a partir do semivariograma possibilitou definir os seguintes parâmetros: efeito pepita ( $C_0$ ); alcance da dependência espacial ( $A_0$ ); patamar ( $C_0+C_1$ ) e a razão entre o efeito pepita e o patamar ( $C_0/(C_0+C_1)$ ) o qual permitiu a classificação e a comparação entre os atributos do solo através do grau de dependência espacial. Utilizou-se esta razão para definir as diferentes classes de dependência espacial dos atributos do solo conforme (Cambardella et al., 1994). Onde a dependência espacial é fraca, quando a razão foi superior a 75 %; dependência espacial moderada, quando a razão foi superior a 25 % e inferior ou igual a 75 % e dependência espacial forte, quando a razão foi inferior ou igual a 25 %.

Na elaboração dos mapas com a espacialização dos atributos estudados, utilizou-se o programa Surfer 7.0 (Golden Software, 1999), com base nos valores estimados pelo interpolador geoestatístico denominado de krigagem. Segundo Thompson (1992), esse interpolador apresenta a seqüência de cálculos conforme Equações 2 e 3.

### **3. Resultados e discussões**

#### **3.1 Análises dos variogramas**

Após análise dos dados da estatística descritiva dos atributos do solo (média, mínimo, máximo, desvio padrão e coeficiente de variação) foi realizada a análise dos variogramas. Os erros médios obtidos com a estimativa de valores com o modelo do semivariograma utilizado comparado com os semivariogramas individuais, foram todos próximos de 0 (zero), indicando que o modelo único dos semivariogramas escalonados pode ser utilizado nas estimativas de cada um dos atributos para este estudo. Avaliou-se os semivariogramas direcionais, e como não foi detectado a anisotropia, ou seja, variabilidade diferente para as diversas direções, utilizou-se semivariogramas médios isotrópicos.

Para cada atributo estudado, ajustou-se o modelo esférico pelo método da tentativa e erro, analisando-se sua sensibilidade, sendo adotado aquele que apresentou melhores parâmetros no estudo de erros, conforme Vieira et al. (1983). Com base nos parâmetros de ajuste e nos modelos ajustados aos semivariogramas individuais descritos anteriormente, foi possível a construção dos mapas de superfície contínua para cada atributo, caracterizando assim, o comportamento espacial de cada variável no campo.

Todas as variáveis analisadas apresentaram alguma dependência espacial nas diferentes profundidades, expressa pelos modelos de semivariogramas. Todas as variáveis ajustaram-se ao modelo esférico, concordando com os resultados obtidos em diversas pesquisas que indicam o modelo esférico como o de maior ocorrência para os atributos do solo (Trangmar et al., 1985; Souza et al., 1997; Salviano et al., 1998; Bertolani e Vieira, 2001; Souza et al, 2004).

A partir dos parâmetros dos modelos de semivariogramas ajustados para cada variável, foram estimados os valores em locais não amostrados por meio do interpolador geoestatístico krigagem. A magnitude do efeito pepita foi fundamental nesse processo, pois, quanto maior for a diferença do efeito pepita em relação ao patamar do semivariograma, maior será a continuidade do fenômeno e menor a variância da estimativa, maior a confiança que se pode ter na estimativa gerada (Isaaks e Srivastava,

1989). Com os valores estimados por krigagem, foram gerados os mapas com a espacialização de alguns dos atributos químicos do solo (Figuras 1, 2 e 3) dentro das diferentes profundidades estabelecidas e nas diferentes parcelas amostrais (1, 2, 3 e 4).

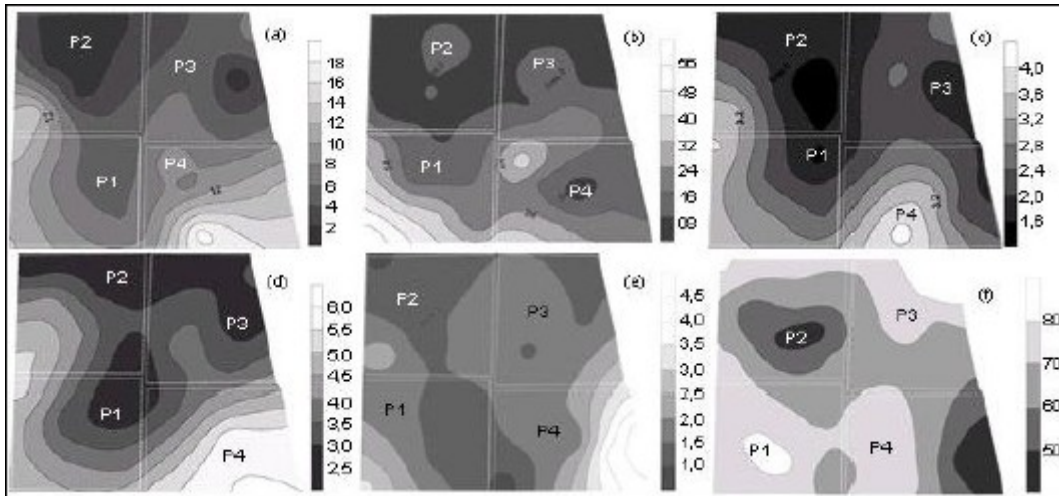


Figura 1. Espacialização de atributos químicos do solo (0 a 20 cm), onde P1, P2, P3 e P4 são as Parcelas e: (a) CO; (b) P; (c) Ca+Mg; (d) CTC ; (e) Relação Ca/Mg; e (f) V (%).

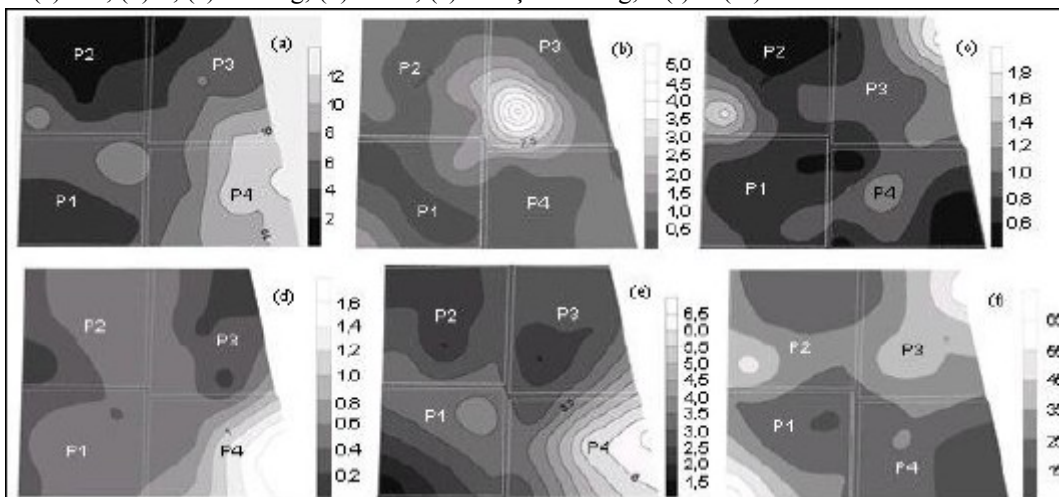


Figura 2. Espacialização de atributos químicos do solo (40 a 60 cm), onde P1, P2, P3 e P4 são as Parcelas e: (a) CO; (b) P; (c) Ca+Mg; (d) CTC ; (e) Relação Ca/Mg; e (f) V (%).

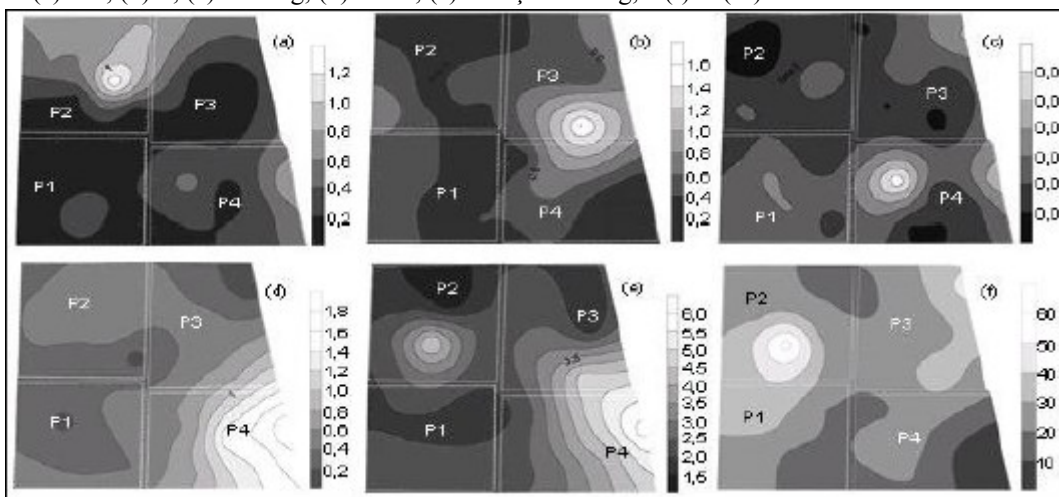


Figura 3. Espacialização de atributos químicos do solo (100 a 130 cm), onde P1, P2, P3 e P4 são as Parcelas e: (a) CO; (b) P; (c) Ca+Mg; (d) CTC ; (e) Relação Ca/Mg; e (f) V (%).

### **3.2 Definição de unidades de manejo**

A junção das informações obtidas pela análise dos solos e o estudo da variabilidade espacial dos atributos químicos através da modelagem geoestatística permitiu definir duas unidades de manejo para o planejamento da área e a sugestão de questões relacionadas às práticas de manejo. A área mapeada corresponde a um topo amplo de tabuleiros costeiros, com uma depressão fechada no seu extremo sul. A partir dessa depressão é que encontra-se a fonte de variabilidade de solos nessa área. Para uma área cultivada e manejada por vários anos como a da PI do coco estudada, a variabilidade das propriedades químicas do solo é o resultado da sobreposição de processos naturais (material de origem, textura do solo etc.) e de práticas de manejo locais (principalmente adubação mineral), como o colocado por Castrignanò et al. (2000).

Pode-se considerar que as características das unidades de mapeamento LAx2 (argissólico textura média/argilosa) e CXbd (glêico, Latossolo Amarelo Coeso) apresentam comportamento semelhante e dominam a parcela 4, definida como unidade de manejo B. A área das outras parcelas (1 a 3) é dominada pela unidade LAx1 (argissólico textura média) definida como unidade de manejo A. Essa divisão da área, em duas unidades de manejo, poderia ser a primeira aproximação a ser testada na condução dos cultivos locais, permitindo a otimização na utilização dos recursos naturais e de defensivos agrícolas.

**Tabela 2.** Unidades de manejo definido nas parcelas da PIF coco, Frutese, Platô de Neópolis, SE

Unidade de manejo	Símbolo	(ha)	Área (%)	Práticas de manejo sugeridas
A	Lx1	27,63	76,8	< turno de rega; < lâmina de água; < doses de P; e > parcelamento de N e K
B	Lx2	6,71	18,6	> turno de rega; > lâmina de água; > doses de P; e < parcelamento de N e K
	C Xbd	1,64	4,6	> doses de P; e < parcelamento de N e K
Área Total		35,98	100	

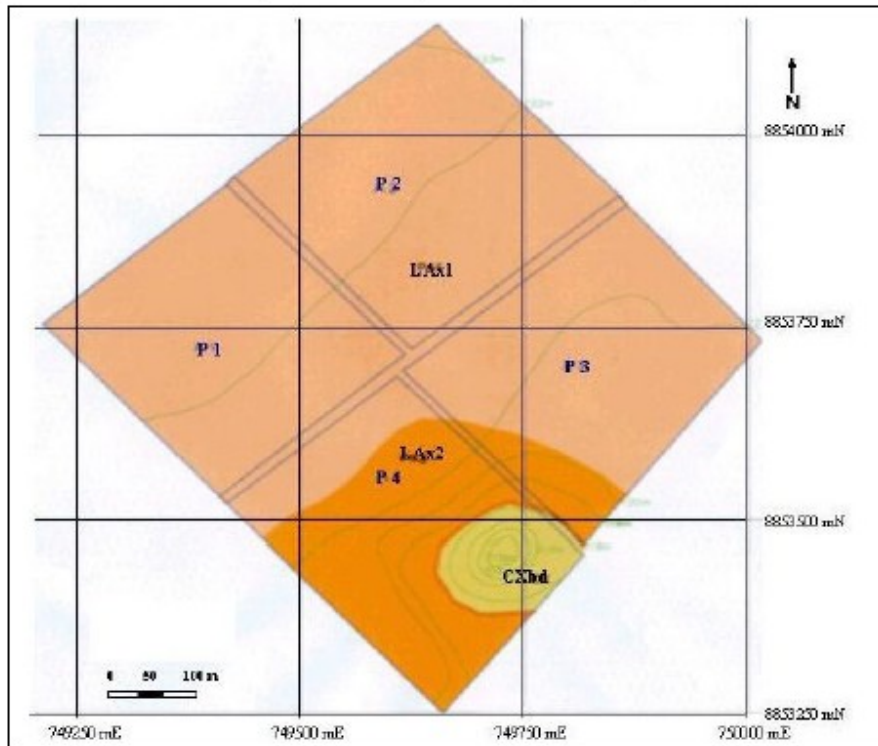


Figura 4. Localização da diferentes unidades de manejo definidas para a área de estudo.

#### 4. Conclusões

A maioria dos atributos estudados apresentou elevado grau de heterogeneidade, evidenciado pela análise do grau de dependência espacial ao longo do perfil, claramente influenciados por correções e adubações sistemáticas realizadas na área de plantio. Os alcances de dependência espacial para os atributos químicos nas diferentes camadas do solo foram distintos e sem relação direta com a profundidade, demonstrando assim, uma relativa continuidade na distribuição espacial da maioria dos atributos avaliados, possivelmente em função das características de heterogeneidade do solo.

O estudo da variabilidade espacial dos atributos químicos do solo proporcionou a definição e o mapeamento de duas unidades de manejo para a área de estudo (unidades A e B), as quais exigem, idealmente, práticas de manejo de água e do solo diferenciadas, maximizando assim a utilização de recursos naturais e subsidiando a implantação da produção integrada de frutas.