

## Densidade e Proporção Amostral entre Suscetibilidade Magnética e Teor de argila em Latossolos <sup>(1)</sup>.

**Diego Silva Siqueira <sup>(2)</sup>; José Marques Júnior<sup>(3)</sup>; Gener Tadeu Pereira<sup>(4)</sup> Ronny Sobreira Barbosa <sup>(5)</sup>; Daniel De Bortoli Teixeira<sup>(6)</sup>; Rafael Gonçalves Peluco<sup>(7)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da FAPESP (Proc. n° 2011/06053-3).

<sup>(2)</sup> Bolsista da FAPESP Proc. n° 2011/06053-3. Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal); Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (FCAV/UNESP); Jaboticabal, São Paulo; E-mail: diego\_silvasiqueira@yahoo.com.br; <sup>(3)</sup> Professor Adjunto do Departamento de Solos e Adubos; FCAV/UNESP; E-mail: marques@fcav.unesp.br; <sup>(4)</sup> Professor Adjunto do Departamento de Ciências Exatas; FCAV/UNESP; E-mail: genertp@fcav.unesp.br; <sup>(5)</sup> Bolsista CAPES de Doutorado em Agronomia (Ciência do Solo); E-mail: rsbagronomo@gmail.com; FCAV/UNESP; <sup>(6)</sup> Bolsista (Capes) de Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal); FCAV/UNESP; E-mail: daniel.dbt@hotmail.com; <sup>(7)</sup> Bolsista (Capes) de Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal); FCAV/UNESP; E-mail: rgpeluco@hotmail.com.

**RESUMO:** O planejamento amostral é uma das etapas mais importantes para o fornecimento de informações detalhadas requeridas pela gestão sustentável do solo. Assim, este estudo tem por objetivo investigar a densidade e proporção amostral mais adequada para caracterização da variabilidade do teor de argila de Latossolos da Transição Basalto - Depósitos Colúvio-Eluvionares e Aluvionares utilizando a suscetibilidade magnética (SM). Foram coletadas 150 amostras em intervalos irregulares na densidade de um ponto a cada 2,5 ha. Diferentes densidades amostrais (3, 4, 5, 6, 7, 8 e um ponto a cada 9 ha) foram obtidas pela exclusão de pontos. Foram avaliados os atributos teor de argila e suscetibilidade magnética (SM) nas profundidades de 0,00-0,25 m e 0,25 – 0,50 m. A densidade amostral mínima requerida para que não haja perda na representação da variabilidade espacial do teor de argila de Latossolos sob transição Serra Geral, Depósitos Colúvios-Eluvionares e Depósitos Aluvionares é de um ponto a cada 7 ha. A SM pode ser utilizada para melhorar as estimativas de predição do teor de argila de Latossolos na proporção amostral de 3 pontos de SM para cada ponto de argila (um ponto a cada 2,5 ha para SM e um ponto a cada 7 ha para teor de argila).

**Termos de indexação:** planejamento amostral, amostragem estratificada, índice de concordância.

### INTRODUÇÃO

Informações sobre a variabilidade espacial de qualquer variável desempenham um papel significativo no planejamento, avaliação de riscos e tomada de decisão na gestão sustentável.

Os planos de amostragem mais comuns para representar a variabilidade de campo são: malha irregular, regular e estratificada (Dinkins & Jonessoil, 2008). O método de amostragem estratificada só é eficaz quando se conhece a

variabilidade real de campo de cada compartimento (geológico, forma da paisagem, tipo de solo, etc...), bem como seus limites (Fleming et al., 2000).

A desvantagem do estudo da variabilidade está relacionada ao custo elevado em virtude do número de amostras requeridas. Alguns pesquisadores tem proposto como alternativa a utilização de atributos que sejam co-variáveis do material de origem e processos pedogenéticos e ao mesmo tempo que sejam fáceis e baratos de serem determinados. Um destes atributos é a SM (Siqueira et al., 2010).

Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar a densidade e proporção amostral mais adequada para caracterização da variabilidade do teor de argila de Latossolos da Transição Basalto - Depósitos Colúvio-Eluvionares e Aluvionares utilizando a SM.

### MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se à nordeste do Estado de São Paulo, no Município de Guataporã. As coordenadas geográficas são 21° 28' S e 48° 01' W. O mapa de solos foi elaborado pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) (escala 1:12.000) e registra a ocorrência do Latossolo Vermelho euférico (LVef), Latossolo Vermelho distrófico (LVdf) e Latossolo Vermelho - Amarelo distrófico (LVAd). Os valores de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> variaram de 129 a 44 g kg<sup>-1</sup> do topo (590 m) até a parte mais baixa da encosta (520 m).

O material geológico está relacionado à transição Basalto do Grupo São Bento Formação Serra Geral, Depósitos Colúvios - Eluvionares e Depósitos Aluvionares (Geobank, 2012).

Foram coletados 150 pontos em 380 ha (densidade de um ponto a cada 2,5 ha). A partir do mapa de densidade de um ponto a cada 2,5 ha foram excluídos pontos e construídos mapas nas densidades de um ponto a cada 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 ha. A análise granulométrica foi realizada pelo

método da pipeta. A suscetibilidade magnética (SM) foi determinada na TFSA (terra fina seca ao ar) no equipamento Bartington MS2, acoplado ao sensor Bartington MS2B.

Os variogramas experimentais para teor de argila e SM foram ajustados no programa computacional GS+ versão 9 e selecionados com base nos valores de  $R^2$  e validação cruzada. Os mapas de variabilidade também foram gerados no programa GS+ utilizando como interpolador a krigagem. Os mapas foram editados no programa computacional Surfer versão 9. O erro relativo dos mapas de distribuição espacial foi analisado por meio do "relative root mean square error" (RRMSE). Por ser padronizado, o RRMSE permite a comparação do erro entre atributos em diferentes unidades.

Foi calculado o índice de concordância (Agreement index of Willmott - d) (Willmott, 1984) entre os mapas de variabilidade espacial de suscetibilidade magnética na densidade um ponto a cada 2,5 ha e os mapas de teor de argila nas densidades de 2,5, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 ha. Diferentemente do  $R^2$  que avalia somente a associação entre duas variáveis o índice de concordância avalia o acordo entre as estimativas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas de teor de argila apresentaram correlações variando de 0,99 (um ponto a cada 3 ha) a 0,43 (um ponto a cada 8 ha). SM apresentou correlações variando de 0,99 (um ponto a cada 3 ha) a 0,62 (um ponto a cada 8 ha). As correlações mais baixas, bem como os piores resultados de RRMSE foram encontrados para densidade de um ponto a cada 8 e 9 ha (**Figura 1**)

Os índices de concordância entre o mapa da SM e os mapas de variabilidade espacial do teor de argila variaram de 0,99 a 0,60 (**Figura 2**). Analisando os índices de concordância, nota-se que até a densidade de um ponto a cada 7 ha os valores foram próximos do ideal (valor 1). Com base neste resultado sugere-se a proporção amostral de aproximadamente 3 pontos de SM para cada ponto de argila. Essa informação pode ser utilizada para auxiliar o planejamento amostral em Latossolos sob a transição Serra Geral, Depósitos Coluvios-Eluvionares e Depósitos Aluvionares.

Este tipo de transição representa cerca de 44.000 ha do Estado de São Paulo (aproximadamente 0,2% do Estado) (Geobank, 2012) abrangendo parte da área cultivada com cana-de-açúcar no Estado. As correlações da SM com teor de argila ( $r = 0,68$ ;  $P < 0,001$ ;  $n = 37$ ), encontradas por Siqueira et al. (2010) em solos hipoférricos (teores de  $Fe_2O_3 < 80 \text{ g kg}^{-1}$ ), e as correlações com teor de argila ( $r = 0,70$ ;  $P < 0,001$ ;  $n = 257$ ) encontradas por Matias (2010) também em solos hipoférricos, sugerem que SM tem potencial para

ser utilizada em estudos de co-krigagem e proporção amostral em outras áreas com mesma variação do teor de ferro no solo.

## CONCLUSÕES

A densidade amostral mínima requerida para que não haja perda na representação da variabilidade espacial de atributos de Latossolos sob transição Serra Geral, Depósitos Coluvios-Eluvionares e Depósitos Aluvionares é de um ponto a cada 7 ha;

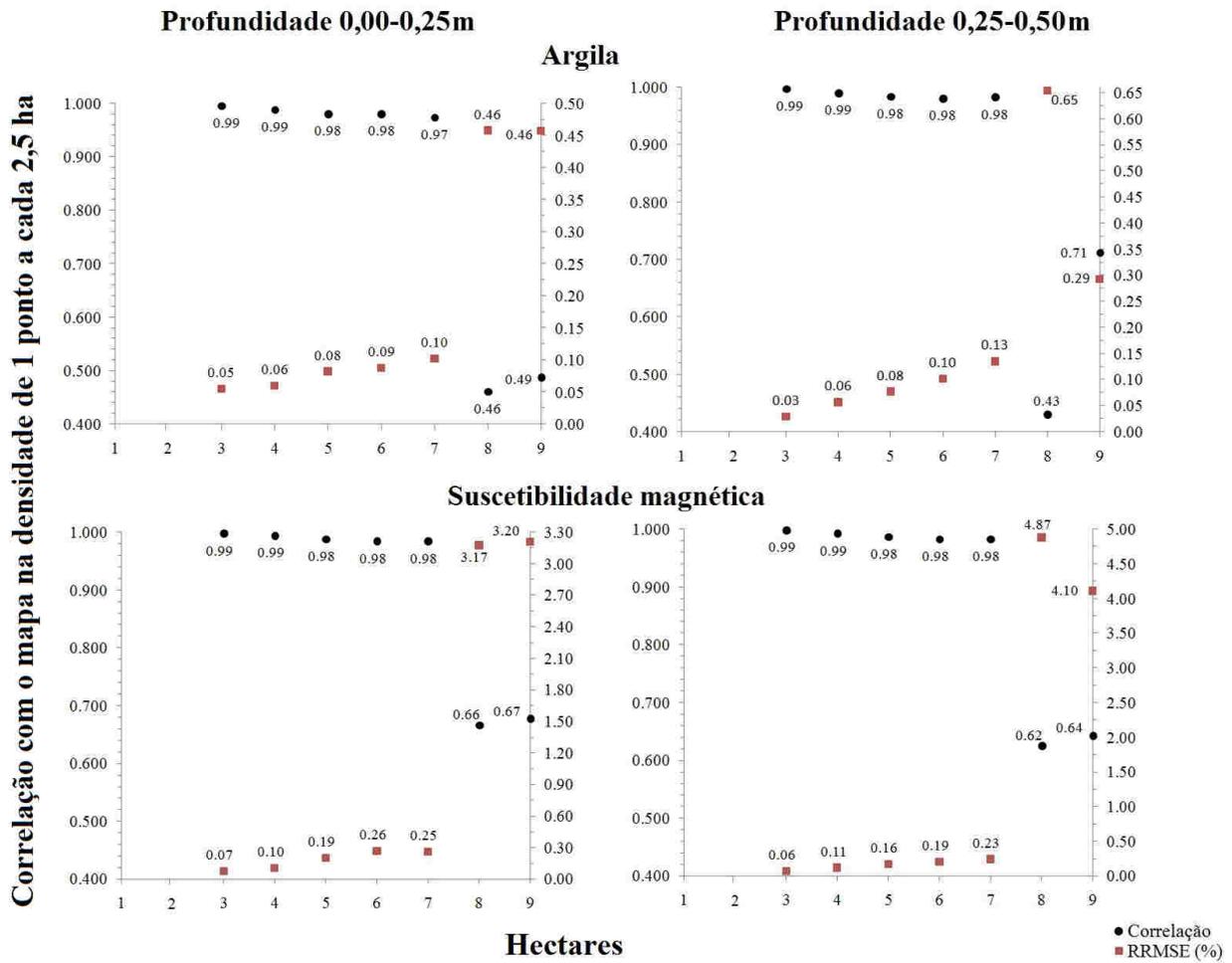
A SM pode ser utilizada para melhorar as estimativas de predição do teor de argila de Latossolos sob transição Serra Geral, Depósitos Coluvios-Eluvionares e Depósitos Aluvionares, com variação do teor de ferro total ( $Fe_2O_3$ ) variando de 129 a 44  $\text{g kg}^{-1}$ , na proporção amostral de 3 pontos de SM para cada ponto de argila.

## AGRADECIMENTOS

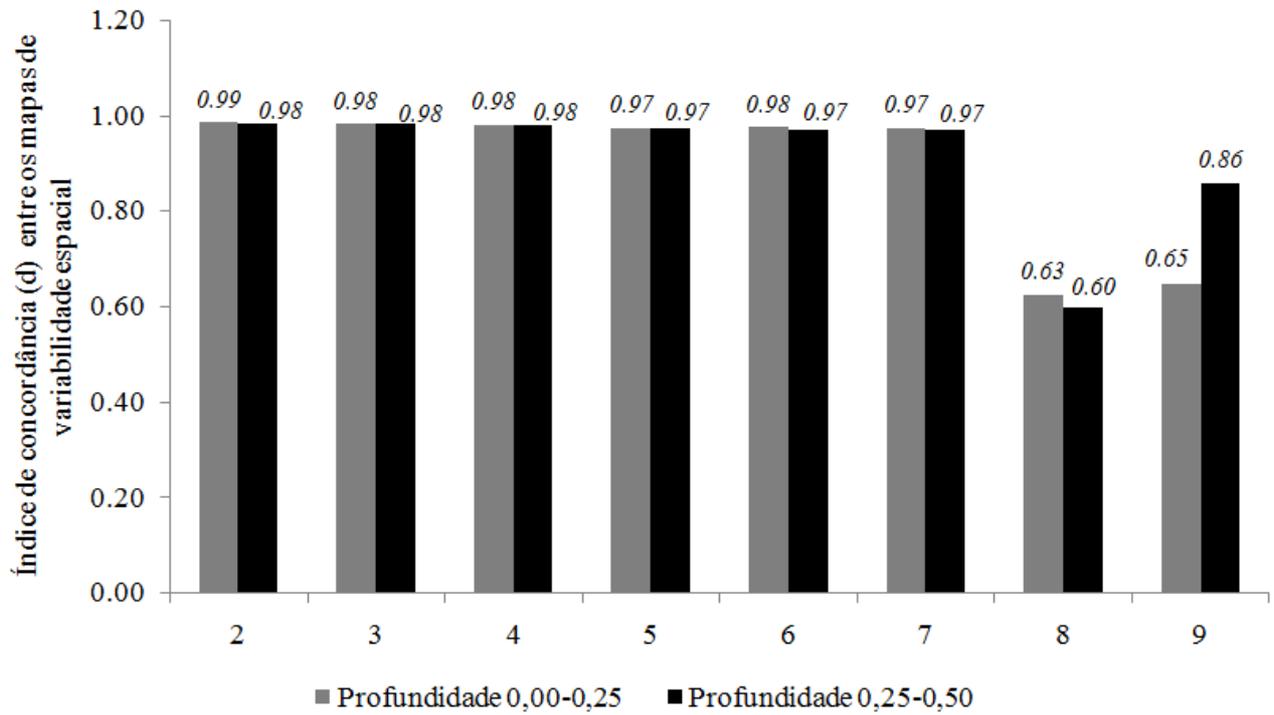
Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) pela concessão de bolsa ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

- DINKINS, D. P.; JONESSOIL, C. Sampling Strategies. Agriculture and Natural Resources (Fertilizers). Disponível em: <<http://msuextension.org/publications/AgandNaturalResources/MT200803AG.pdf>>. Acessado em 20 de jan. de 2013.
- FLEMING, K. L.; WESTFALL, D. G.; WIENS, D. W.; BRODAHL, M. C. Evaluating farmer defined management zone maps for variable rate fertilizer application. Precision Agriculture, 2: 201-215, 2000.
- GEOBANK. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Disponível em: <<http://geobank.sa.cprm.gov.br/>>. Acessado em 10 de out. de 2012.
- MATIAS, S. S. R. Suscetibilidade magnética e sua associação com atributos do solo e do relevo em uma topossequência de latossolos. Disponível em: <[http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bja/33004102001P4/2010/matias\\_ssr\\_dr\\_jabo.pdf](http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/bja/33004102001P4/2010/matias_ssr_dr_jabo.pdf)>. Acessado em 12 maio de 2013.
- SIQUEIRA, D. S.; MARQUES JR., J.; MATIAS, S. S. R.; BARRÓN, V.; TORRENT, J.; BAFFA, O.; OLIVEIRA, L. C. Correlation of properties of Brazilian Haplustalfs with magnetic susceptibility measurements. Soil, Use and Management, 26: 425-431, 2010.
- WILLMOTT, C.J. On the evaluation of model performance in physical geography. In.: G. L. Gaile & C. J. Willmott, ed. Spatial Statistics and Models. Holland:D. Reidel, 1984, p. 443-460.



**Figura 1** - Correlação e valores de RRMSE do mapa de variabilidade na densidade de um ponto a cada 2,5 ha com os mapas das densidades de um ponto a cada 3,4,5,6,7,8 e 9 ha.



**Figura 2** - Índice de concordância (d) do mapa de suscetibilidade magnética na densidade um ponto a cada 2,5 ha com os mapas de variabilidade espacial de argila nas densidades de 2,5, 3,4,5,6,7,8 e um ponto a cada 9 ha.