

## INFLUÊNCIA DA VARIABILIDADE ESPACIAL DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

ALBERTO K. NAGAOKA<sup>1</sup>, FERNANDO C. BAUER<sup>2</sup>, LUCAS SOLLE<sup>3</sup>,  
HENRIQUE G. BELANI<sup>4</sup>, FABIO A. CARNEIRO<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrícola, Professor Adjunto, Depto. de Eng. Rural, CCA/UFSC, Florianópolis – SC, alberto.nagaoka@ufsc.br

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Professor Adjunto, Depto. de Eng. Rural, CCA/UFSC, Florianópolis – SC, fernando.bauer@ufsc.br

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Agrônômica, CCA/UFSC, Florianópolis – SC, lucas.solle@hotmail.com

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, bolsista CNPq, Depto. de Eng. Rural, CCA/UFSC, Florianópolis – SC, belani87@gmail.com

<sup>5</sup> Graduando em Engenharia Agrônômica, CCA/UFSC, Florianópolis – SC, fabio\_a\_carneiro@hotmail.com

Apresentado no  
Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão - ConBAP 2014  
14 a 17 de setembro de 2014 - São Pedro - SP, Brasil

**RESUMO:** O milho apresenta grande importância econômica, devido seu abrangente uso desde a alimentação animal até a indústria. Seu crescente aumento de produção no Brasil impulsiona a busca por tecnologias mais eficientes, rentáveis e sustentáveis. O conhecimento da variabilidade espacial de atributos do solo em Agricultura de Precisão é de suma importância e ocorre por meio do uso do Sistema de Posicionamento Global (GPS) e dos Sistemas de Informação Geográfica (GIS). Este trabalho teve como principal objetivo, avaliar a variabilidade espacial das características físicas do solo para interpretação da produtividade desta cultura. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Ressacada do CCA/UFSC, localizado no município de Florianópolis, SC. Concluiu-se que a produtividade foi maior nas áreas em que a resistência à penetração e a densidade do solo foram menores, o teor de água e a porosidade do solo foram maiores.

**PALAVRAS-CHAVE:** agricultura de precisão, geoestatística, mapas.

### INFLUENCE OF SPATIAL VARIABILITY OF SOIL PHYSICAL PROPERTIES IN PRODUCTIVITY OF NO TILLAGE MAIZE CROP

**ABSTRACT:** Corn has a great economic importance, due to its large use since animal feeding until industry. Brazil's constant higher levels of production drives the search for more efficient, profitable and sustainable technologies. Knowledge of spatial variability of soil properties in Precision Agriculture is of paramount importance and occurs through the use of Global Positioning System (GPS) and Geographic Information Systems (GIS). This study aimed to assess the spatial variability of soil physical properties for the interpretation of this culture productivity. The experiment was conducted at the Experimental Farm Ressacada (CCA/UFSC), located in Florianópolis, SC. It was found that the productivity was higher in areas where the resistance to penetration and bulk density were lower, the soil humidity and the porosity was higher.

**KEYWORDS:** precision agriculture, geostatistic, maps.

**INTRODUÇÃO:** O milho (*Zea mays* L.), originado nas Américas pertence à família das Poaceae. Suas diversas formas de sua utilização caracterizam grande importância econômica, abrangendo desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia (Silva et al., 2006). Segundo Coelho (2002) grandes avanços técnicos estão proporcionando um aumento na produção de grãos no Brasil, que sempre esteve em busca de alternativas mais eficientes com baixos custos e alta qualidade. Nesse contexto, a agricultura de precisão ou manejo por zonas uniformes tem por princípio básico a variabilidade dos solos e culturas no espaço e no tempo. Sem essa variabilidade, o conceito de agricultura de precisão tem pouco significado e nunca teria evoluído (Mulla & Schepers, 1997). A necessidade pela melhoria da qualidade dos solos ganha destaque por almejar uma produção cada vez

mais sustentável. (Coelho, 2002). A filosofia pregada pela agricultura de precisão, para Searcy (1997), consiste na aplicação de insumos (semente, fertilizante, substâncias químicas etc.) somente conforme as necessidades, de forma racional, tornando a produção mais rentável. O estudo da variabilidade espacial de atributos do solo é particularmente importante em áreas sob diferentes manejos (Souza et al., 1997), pois de acordo com (Silva et al, 2011) permite uma aplicação de insumos mais eficiente, mitigando possíveis impactos ambientais. Uma ferramenta para análise e descrição detalhada da variabilidade das propriedades do solo, pode ser a análise geoestatística que permite detectar a existência da variabilidade e distribuição espacial das medidas estudadas (Vieira et al., 2002). Este trabalho teve como objetivo, obter a variabilidade espacial das características físicas do solo e comparar com a produtividade da cultura do milho.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Ressacada do Centro de Ciências Agrárias (CCA/UFSC), localizado no município de Florianópolis, SC, nas coordenadas geográficas 27°41' latitude Sul e 48°32' longitude Oeste, com altitude média de 2,5 metros em uma área cultivada anteriormente com a cultura do milho, adotando o sistema de plantio direto. O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Quartzarênico Hidromórfico Típico, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 1999). A semeadura foi realizada para obter uma população final de 60.000 plantas.ha<sup>-1</sup> e espaçamento entre linhas de 0,8 m, profundidade de deposição da semente de 4 cm, com o híbrido de milho Syngenta Garra. Inicialmente dessecou-se a área experimental com um pulverizador com tanque de 400 litros, para a aplicação da calda (200 L.ha<sup>-1</sup>) com o herbicida Mesotriona 48% (Callisto) na dosagem de 0,30 L.ha<sup>-1</sup>. Para o levantamento dos dados de compactação do solo, foi utilizado um penetrógrafo eletro-eletrônico, fabricado pela Falker Automação Agrícola LTDA, com uma ponteira cônica de ângulo sólido de 30° (conforme norma ASAE S 313.3), com velocidade de penetração de 1820 mm/min, associado a sistema de posicionamento global, um GPS de mão da marca Garmin, modelo Legend HCX que também já proporcionou a posição espacial de cada amostra. Para cada ponto amostral, realizou-se a coleta das amostras compostas na camada de 0-20 cm e 20-40cm, que foram devidamente lacrados e levados ao Laboratório de Solo, Água e Tecidos Vegetais do CCA/UFSC. No laboratório as amostras foram acondicionadas em estufa durante 24 h a 105° C, para secagem e determinação do teor de água do solo, densidade e porosidade, conforme metodologia da EMBRAPA (1997). O variograma experimental que serviu de base para a modelagem foi gerado sobre dezoito amostras pontuais distribuídas na unidade amostral. De posse dos dados coletados a campo, elaborou-se uma tabela contendo as coordenadas geográficas, x e y, e os valores de latitude e longitude correspondentes a cada local. Todos os modelos dos semivariogramas foram ajustados visualmente, utilizando o programa, computacional Variowin V 2.2 (Pannatier, 1996). Neste programa, os modelos foram validados pela estatística “Indicador do Melhor Ajuste” IMA. O arquivo contendo a identificação dos dezoito pontos, as coordenadas e os dados no ponto foram exportados para o aplicativo de interpolação espacial SURFER 8.2 (Golden Software, 2002). Neste aplicativo foram gerados os mapas de isolinhas ou contornos por meio de interpolação dos dados, krigagem ordinária.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Figura 1 apresenta os mapas de resistência do solo à penetração das camadas 0-0,15, 0,15-0,30 e 0,30-0,45m. Observa-se que não houve indícios de compactação significativa em todas as camadas, apresentando valores de resistência do solo à penetração, inferiores a 1.500 kPa. Isso pode indicar baixa compactação, uma vez que os dados de pesquisas apontam que valores de Resistência à Penetração (RP) acima de 2.000 kPa podem prejudicar o desenvolvimento de raízes e parte aérea, considerando a espécie vegetal e o teor de água do solo. Os maiores valores de resistência do solo à penetração ocorreram na região nordeste para a camada de 0,30-0,45m, enquanto que as camadas superficiais apresentaram menores valores.

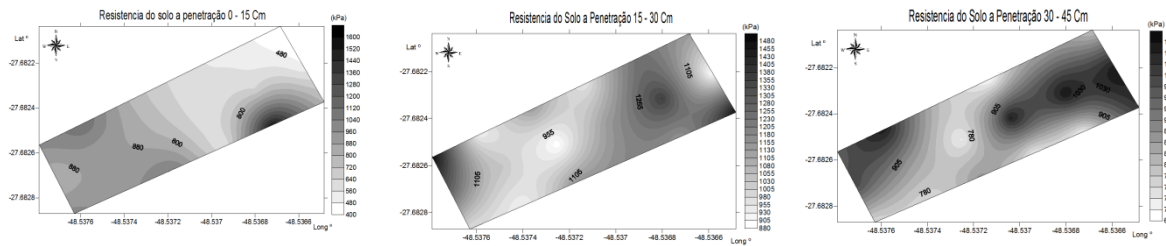


Figura 1: Mapas de isolinhas para resistência do solo à penetração (KPa) das camadas 0-0,15, 0,15-0,30 e 0,30-0,45m.

A Figura 2 apresenta os mapas de isolinhas da densidade aparente, densidade real, porosidade total e teor de água do solo das camadas de 0-0,20 e de 0,20-0,40m, apresenta também o mapa da produtividade. Verifica-se que para as camadas de 0-0,20m e 0,20-0,40m, os locais em que o solo apresentou maior densidade aparente e densidade real, corresponderam às áreas que apresentaram menores valores de porosidade total. As regiões com maior porosidade total e menor resistência do solo à penetração, principalmente na camada de 0-0,20m com maior teor de água na camada de 0,20-0,40m, apresentaram maior produtividade. Vale ressaltar que nenhuma área estava com resistência do solo significativa para o impedimento do desenvolvimento da cultura.

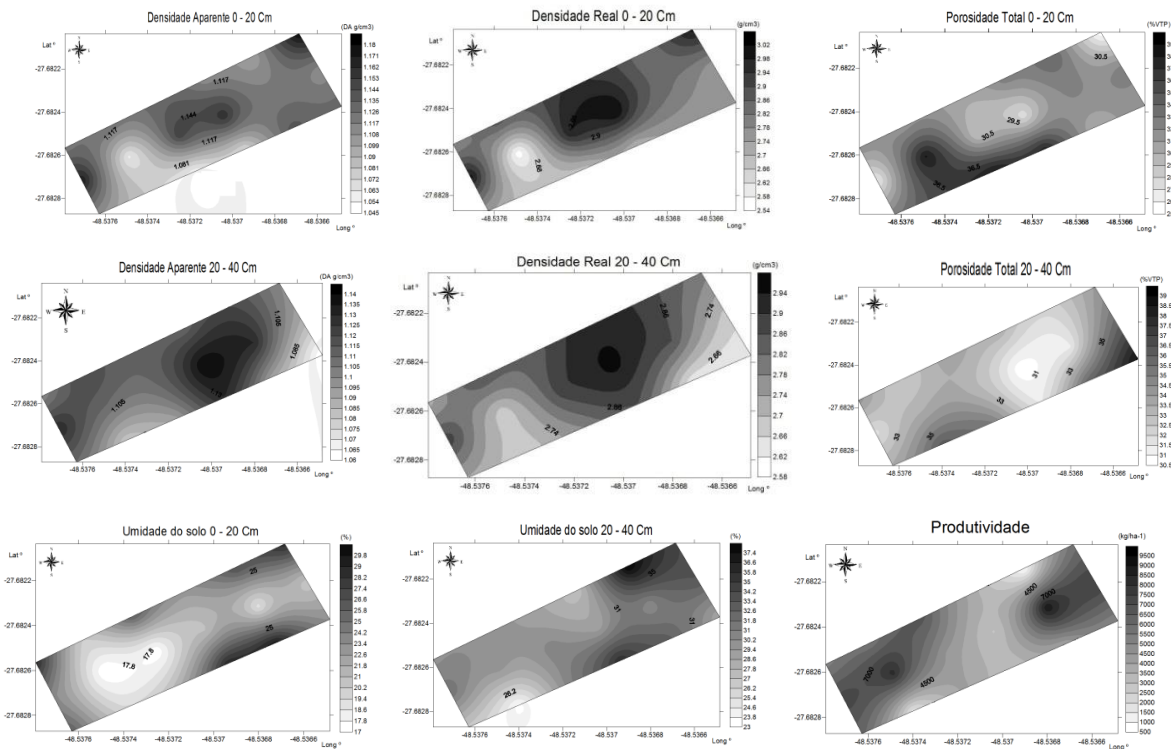


Figura 2: Mapas de isolinhas da densidade aparente ( $g\text{cm}^{-3}$ ), real ( $g\text{cm}^{-3}$ ), da porosidade total (%) e do teor de água (%) do solo das camadas de 0-0,20 e de 0,20-0,40m e da produtividade ( $kg\text{ha}^{-1}$ ).

**CONCLUSÕES:** As áreas com maior produtividade foram as áreas com maiores valores de porosidade e menores valores de densidade real e aparente da camada de 0 a 0,20m do solo, que correspondem também as áreas que apresentaram menores valores de resistência do solo à penetração das camadas 0-0,15m e maiores valores do teor de água no solo da camada de 0,20-0,40m.

## REFERÊNCIAS

- COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. de. Seja o Doutor do Seu Milho: Nutrição e Adubação. INFORMAÇÕES AGRÔNOMICAS, Sete Lagoas, MG, n 71, set. 1995.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997, 212p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, 1999. 412p.
- GOLDEN SOFTWARE, 2002. Surfer 8 User's Guide, Golden Software, Inc. Colorado, 640 pp.
- MULLA, D. J.; SCHEPERS, J. S. Key process and properties for site-specific soil and crop management. In: PIERCE, F. J.; SADLER, E. J. (Ed.) The state of site-specific management for agriculture. Madison: ASA: CSSA: SSSA, 1997. p. 1-18.
- PANNATIER, Y. Variowin 2.2: Software for spatial data analysis in 2D. New York: Springer, 1996. 96p.
- SEARCY, S.W. Precision farming: A new approach to crop management. Texas Agricultural Extension Service. The Texas A&M University System, 1997. p.4. Disponível na Internet. <<http://agpublications.tamu.edu/pubs/eengine/15177.pdf> > acesso em 22/04/2014.
- SILVA, W.; PATERNIANI, E.; SOLOGUREN, L.; DI CIERO, L. Milho tecnologia do campo à mesa. Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB). 2006. Disponível em: <[http://www.cib.org.br/pdf/guia\\_do\\_milho\\_CIB.pdf](http://www.cib.org.br/pdf/guia_do_milho_CIB.pdf)>. Acesso em: 20/04/2014.
- VIEIRA, S. R.; MILLETE, J.; TOPP, G. C.; REYNOLDS, W. D. Handbook for geostatistical analysis of variability in soil and climate data. In: ALVAREZ, V. V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M. (Eds.). Tópicos em Ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2002. v.2, p.1-45.