

MAPEAMENTO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE DO SOLO E SUA RELAÇÃO COM MATÉRIA ORGÂNICA E GRANULOMETRIA

FELIPE OLIVA DE GODOY¹, ALBERTO C. DE CAMPOS BERNARDI², FABRÍCIO
ROSSI³, JOSÉ OTÁVIO DE ALMEIDA BUENO⁴

¹ Aluno de pós-graduação em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP, Piracicaba, SP; felipe.godoy@usp.br;

² Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP; alberto.bernardi@embrapa.br;

³ Professor Doutor, em Engenharia de Biosistemas, FZEA/USP, Pirassununga, SP; fabricio.rossi@usp.br;

⁴ Aluno de pós-graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, EESC/USP, São Carlos, SP;

Apresentado no
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

RESUMO: A condutividade elétrica aparente (CEa) do solo é uma medida da capacidade do solo de conduzir uma corrente elétrica. A CEa é uma função da textura e estrutura do solo, sendo particularmente sensível ao seu teor em água, matéria orgânica e solutos. O objetivo deste trabalho foi mapear a variabilidade espacial da CEa e correlacioná-los com a matéria orgânica e granulometria do solo. O estudo foi conduzido em área experimental de 3 ha do Laboratório Nacional de Referência em Agricultura de Precisão (LANAPRE) em São Carlos-SP. A condutividade elétrica aparente do solo (CEa) foi medida na profundidade de 0-30cm com um protótipo de sensor de contato desenvolvido pela Embrapa Instrumentação. A variabilidade espacial das propriedades do solo medidas pelas diferentes técnicas foi modelada utilizando semivariogramas. Os mapas foram obtidos por krigagem com o software Vesper. Em ambiente SIG (sistema de informações geográficas), foi estabelecido um grid virtual com 323 pontos e os dados de CEa foram correlacionados com os teores de matéria orgânica (M.O.), argila e areia. Os resultados indicaram que houve correlação significativa entre as medidas de CEa do protótipo na profundidade de 0-30 cm com os teores de areia (0,35) e matéria orgânica (0,31), porém e não houve correlação significativa com teor de argila.

PALAVRAS-CHAVE: condutividade elétrica, geoestatística, Vesper.

MAPPING OF ELECTRICAL E APPARENT SOIL CONDUCTIVITY AND ITS INTERFACE WITH ORGANIC MATTER AND GRANULOMETRY

ABSTRACT: The bulk electrical conductivity (CEa) of the soil is a measure of the soil's ability to conduct an electric current. CE is a function of soil texture and structure, is particularly sensitive to water content, organic matter and solutes. The objective of this work was to map the spatial variability of CEa and correlate them with the organic matter and soil granulometry. The study was conducted in 3 ha experimental area of the National Reference Laboratory in Precision Agriculture (LANAPRE) in São Carlos - SP. The bulk electrical conductivity of the soil (CEa) was measured at 0-30cm depth with a contact sensor prototype developed by Embrapa Instrumentação. The spatial variability of the soil properties measured by the different techniques was modeled using semivariograms. The maps were obtained by kriging with Vesper software. In the GIS (Geographic Information System) environment, a virtual grid with 323 points were established and CEa data were correlated with organic

matter (OM), clay and sand. The results indicated that there was a significant correlation between the CEa measurements of the prototype in the depth of 0-30 cm with the levels of sand (0.35) and organic matter (0.31), however, and there was no significant correlation with clay content.

KEYWORDS: electrical conductivity, geostatistics, vesper

INTRODUÇÃO: A Agricultura de Precisão (AP) é uma postura gerencial que leva em conta a variabilidade espacial da propriedade para maximizar o retorno econômico e minimizar riscos de danos ao meio ambiente (INAMASU et al., 2011), por meio de uso práticas agrícolas com base nas tecnologias de informação.

Alguns equipamentos estão sendo utilizados para mensuração da CE no campo o sensor de contato que mais se destaca é o VERIS (LUND et al., 2001). No entanto, neste artigo será utilizado um protótipo de sensor de contato produzido pela EMBRAPA instrumentação Rabello et al. (2011).

Segundo Romero et al. (2015) os medidores de condutividade elétrica têm demonstrado alto potencial de no monitoramento das características do solo.

A condutividade elétrica aparente (CEa) do solo é uma medida da capacidade do solo de conduzir corrente elétrica é uma função da textura e estrutura do solo, sendo particularmente sensível ao teor de água, matéria orgânica e solutos.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi conduzido em área experimental de 3 ha do Laboratório Nacional de Referência em Agricultura de Precisão (LANAPRE) em São Carlos - SP (21°57'12,91" S e 47°51'09,56" W; 872 m acima do nível do mar), em área de solo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico textura média. A condutividade elétrica aparente do solo (CEa) foi medida de duas maneiras: a primeira mensuração foi realizada a partir do sensor de contato desenvolvido pela Embrapa Instrumentação descrito por Rabello et al. (2011). Amostras do solo foram coletadas na profundidade de 0-20 cm, em malha regular georreferenciada com 33 pontos para análise química e granulométrica do solo.

A variabilidade espacial das propriedades do solo medidas pelas diferentes técnicas foi modelada utilizando semivariogramas. Os mapas foram obtidos a partir de krigagem ordinária com o software Vesper em ambiente SIG (Sistemas de Informações geográficas) e montados no Software o ArcGis 10.4 (ESRI, 2009) foi estabelecido em grid virtual com 323 pontos e os dados de CEa foram correlacionados com os teores de matéria orgânica, argila e areia. A precisão do modelo na interpolação foi testada pela validação cruzada (LEUANGTHONG et al.2004). Para a realização da validação dos dados foi calculado o Índice de Dependência Espacial (IDE), conforme descrito por Zimback (2001)

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A tabela 1 mostra a estatística descritiva dos parâmetros do solo que foram avaliados durante o período de estágio. Na tabela está incluída toda a estatística descritiva para os dados de: argila, areia, matéria orgânica (M.O.), e condutividade elétrica a 0-30 cm e de 30-90 cm.

A tabela 2 apresenta os as estimativas dos parâmetros dos modelos dos semivariogramas ajustados aos modelos pelo software VESPER 1.6.

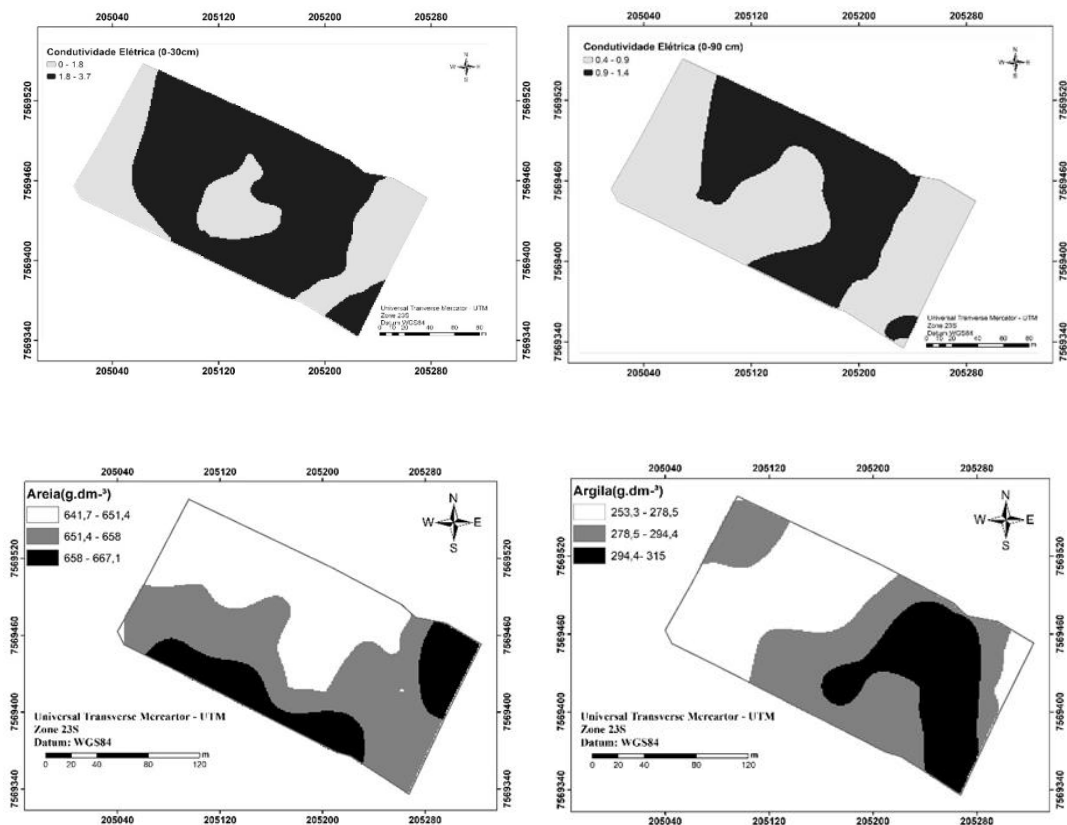
TABELA 1. Estatística descritiva dos parâmetros do solo da área experimental Lanapre, em São Carlos, SP

Parâmetros estatísticos	Argila	Areia	M.O.	CEa 0-30cm	CEa 30-90cm
Média	283,727	655,303	24	2,1	0,9
Desvio padrão	20,836	12,914	5,825	0,88	0,31
Mínimo	236	630	13	0,2	0,1
Máximo	328	683	36	7,5	1,8
Coeficiente de Variação	7,34	1,97	24,64	41,30	35,50

TABELA 2. Estimativas dos parâmetros dos modelos dos semivariogramas ajustados para os parâmetros do solo da área experimental do LANAPRE em São Carlos, SP

Variável	C ₀	C ₁	A	Modelo de Ajuste	Dependência 100[C ₁ / (C ₁ + C ₀)]	Correspondência
Argila	69,77	407,3	127,0	Esférico	85,4	Forte
Areia	81,17	67,8	123,3	Esférico	45,5	Moderada
M.O.	13,92	21,6	127,0	Esférico	60,8	Moderada
CEa 0-30cm	0,153	1,85	198,6	Linear	7,6	Fraca
CEa 30-90cm	0,046	0,10	209,4	Esférico	30,4	Moderada

Os resultados indicaram que houve correlação significativa entre as medidas de CEa do protótipo respectivamente nas profundidades de 0-30cm e 0-90cm, com o teor de areia (-0,35 e -0,25) e matéria orgânica (0,31 e 0,22), porém e não houve correlação significativa com teor de argila (figura 1).



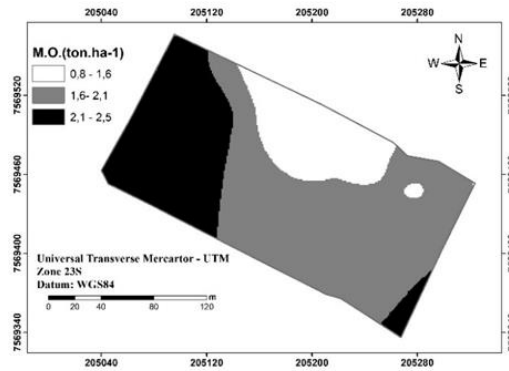


FIGURA 1. Mapas espacializados dos teores totais de CE (0-30), CE (0-90) obtidos por análise de solo e da condutividade elétrica aparente do solo (mS m^{-1}) na profundidade de 0 a 30 cm, obtida com um sensor de contato, areia, argila e M.O.

CONCLUSÕES: A variabilidade espacial dos mapas interpolados por Krigagem com o software Vesper em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas) com um grid virtual de 323 pontos e os dados de CEa foram correlacionados com os teores de matéria orgânica e areia.

REFERÊNCIAS:

INAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. C.; VAZ, C. M. P.; NAIME, J. M.; QUEIROS, L. R.; RESENDE, A. V.; VILELA, M. F.; JORGE, L. A. C.; BASSOI, L. H.; PEREZ, N. B.; FRAGALLE, E. P. **Agricultura de precisão para a sustentabilidade de sistemas produtivos do agronegócio brasileiro.** In: INAMASU, R. Y.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.; BERNARDI, A. C. C. (Ed.). *Agricultura de precisão: um novo olhar.* São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2011. p. 14-26.

LEUANGTHONG, O.; MCLENNAN, J. A.; DEUTSCH, C. V. Minimum acceptance criteria for geostatistical realizations. **Natural Resources Research**, v.13, p.131-141. 2004.

LUND, E.D.; WOLCOTT, M.C.; HANSON, G.P. Applying nitrogen site-specifically using soil electrical conductivity maps and precision agriculture technology. **Scientific World**, v.1, p.767-776, 2001. Supplement 2.

RABELLO, L. M.; INAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. M.; MOLIN, J. P. **Mapeamento da condutividade elétrica do solo - sistema protótipo.** In: INAMASU, R. Y.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.; BERNARDI, A. C. C. (Ed.). *Agricultura de precisão: um novo olhar.* São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2011. pag. 41-45.

ROMERO, C.W.S. et al. Variabilidade Espacial da Condutividade Elétrica do Solo Correlacionados com a Matéria Orgânica e Argila. **Anais do IV Simpósio de Geoestatística Aplicada em Ciências Agrárias**, [s.l.], p.1-5, 2015. FCA/UNESP. <http://dx.doi.org/10.12702/iv-sgea-a19>

ZIMBACK, C. R. L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade.** 2001. 114 f. Tese de Livre-Docência) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.